

BfG-2019

Bericht

Unterbringung von Baggergut aus der Unterhaltungs-baggerung auf die Unterbringungsstellen in der Jade

Untersuchung nach „GÜBAK“

Koblenz, 29.05.2020

Auftraggeber: WSA Weser-Jade-Nordsee

SAP-Nr.: M39630404023

Anzahl der Seiten: 167

Bearbeiterinnen und Bearbeiter in der BfG

Federführung

Dr. Thomas Taupp (ab 09/2019)
Dr. Markus Wetzel (bis 09/2019)

Fachliche Bearbeitung

Hydrologie und Salzgehalte
Sedimenthaushalt/Hydromorphologie
Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Dr. Hartmut Hein
Dr. Axel Winterscheid
Andreas Schöl
Marie Maßmig
Detlef Stammerjohann
Dr. Ute Feiler
Katja Behrendt
Dr. Markus Wetzel
Christian von Landwüst
Dr. Thomas Taupp
Melanie Schlimbach
Volker Hüsing
Dr. Heike Büttner

Schadstoffe

Ökotoxikologische Wirkungen

Vegetation (Seegraswiesen)

Fauna (Makrozoobenthos)

Fauna (Fische)

Fauna (Meeressäuger, Avifauna)

Naturschutzfachliche Belange

Wasserrahmenrichtlinie

Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Karten

Isabella Hauschopp

Unter Mitwirkung des WSA Weser-Jade-Nordsee

Axel Götschenberg

Zitiervorschlag:

BfG (2020): Unterbringung von Baggergut aus der Unterhaltungsbaggerung auf die Unterbringungsstellen in der Jade. Untersuchung nach GÜBAK. Im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Weser-Jade-Nordsee. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-2019.

Inhaltsverzeichnis

1.	Tabellenverzeichnis.....	5
2.	Abbildungsverzeichnis	7
3.	Zusammenfassung.....	9
4.	Einleitung und Veranlassung	11
5.	Beschreibung der Unterhaltungstätigkeiten	14
5.1.	Baggerung der WSV	14
5.2.	Unterbringungsstellen der WSV.....	19
5.3.	Unterhaltungsaktivitäten Dritter.....	20
6.	Material und Methoden	21
6.1.	Probenahmen	21
6.2.	Hydrologie und Salzgehalte	23
6.3.	Sedimente und Morphologie	23
6.4.	Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton	23
6.5.	Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen.....	24
6.6.	Fauna	28
6.7.	Vegetation	30
7.	Zustandsbeschreibung	32
7.1.	Hydrologie und Salzgehalte	32
7.2.	Sedimente / Morphologie	36
7.3.	Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton	59
7.4.	Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen.....	68
7.5.	Fauna	81
7.6.	Vegetation	94
8.	Auswirkungen und Auswirkungsprognose	98
8.1.	Hydrologie und Salzgehalte	99
8.2.	Morphologie	99
8.3.	Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton	108

8.4.	Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen	111
8.5.	Fauna	112
8.6.	Vegetation	122
9.	Naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Belange	124
9.1.	Natura 2000	124
9.2.	Nationale Schutzgebiete	131
9.3.	Gesetzlich geschützte Biotop.....	132
9.4.	Besonderer Artenschutz.....	132
9.5.	Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung	134
9.6.	Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).....	134
9.7.	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)	141
10.	Abschließende Beurteilung der Auswirkungen (Fazit)	149
11.	Empfehlungen	152
11.1.	Vermeidung und Minimierung von Auswirkungen.....	152
11.2.	Information der zuständigen Behörden	153
11.3.	Überwachungsprogramm	153
12.	Abkürzungsverzeichnis	154
13.	Literaturverzeichnis	156

1. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baggermengen von 2013 bis 2018 zur Unterhaltung des Jedefahrwassers und des Neuen Vorhafens.....	14
Tabelle 2: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff.	14
Tabelle 3: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog.	16
Tabelle 4: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank.	16
Tabelle 5: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port.	17
Tabelle 6: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen.	19
Tabelle 7: Unterbringungsmengen auf den Unterbringungsstellen von 2013 bis 2018.....	20
Tabelle 8: Übersicht über die Probenahmekampagnen.	21
Tabelle 9: Ökotoxikologische Sedimentklassifizierung nach GÜBAK	28
Tabelle 10: Strömungsverhältnisse an den Unterbringungsstellen.....	34
Tabelle 11: Signifikante Wellenhöhen an den Unterbringungsstellen.	36
Tabelle 12: Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen	44
Tabelle 13: Bindige (BOB) und nicht-bindige (NB) Baggergutmengen zur Verbringung auf Unterbringungsstellen im Analysezeitraum und resultierende Veränderung der Gewässersohle.....	46
Tabelle 14: Kenngrößen für die Beschreibung der Morphodynamik im Bereich der Unterbringungsstellen.	50
Tabelle 15: Ergebnisse der Wasseranalyse im Bagger- und Unterbringungsgebiet.	60
Tabelle 16: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) aus den Baggerschwerpunkten.	63
Tabelle 17: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) an den Unterbringungsstellen.	64
Tabelle 18: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) an den Referenzstellen.....	64
Tabelle 19: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P) an den Baggerstellen.....	66
Tabelle 20: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P, Phosphat P) an den Unterbringungsstellen.....	67
Tabelle 21: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P, Phosphat P) an den Referenzstellen.	67
Tabelle 22: Vergleich Schwermetallgehalte (mg/kg) im Neuen Vorhafen aus dem Jahr 2000 (BfG 2003) mit 2015.	69
Tabelle 23: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Sediment des Neuen Vorhafens Wilhelmshaven	70
Tabelle 24: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Sediment des Baggerschwerpunkts Südlich Jade Weser Port	72
Tabelle 25: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank.....	74
Tabelle 26: Schadstoffgehalte der Unterbringungs- und Referenzstelle Südreede 2 inkl. Vergleich mit Messwerten der Dauermessstationen.....	76

Tabelle 27: Schadstoffgehalte der Unterbringungs- und Referenzstelle Vareler Fahrwasser II inkl. Vergleich mit Messwerten der Dauermessstationen.	78
Tabelle 28: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Klassifizierung mit der marinen Biotestpalette aus Kampagne 2.	80
Tabelle 29: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Klassifizierung mit der marinen Biotestpalette. Untersuchung Kampagne 3	81
Tabelle 30: Gesamtartenliste MZB mit ihrem Vorkommen in den Gebieten und ihrem Gefährdungsstatus nach der Roten Liste.	82
Tabelle 31: Artenliste der von Gutperlet et al. (2015) in regelmäßig unterhaltenen Fahrrinnenbereichen und nicht unterhaltenen Fahrrinnenbereichen der Jade gefundenen Makrozoobenthosarten.	89
Tabelle 32: Baggermengen und Baggergutzusammensetzung (bindig vs. nicht-bindig) der WSV als Basis für die Auswirkungsprognose	98
Tabelle 33: Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen und auf einer unmittelbar dazu benachbarten Fläche (Referenz)	101
Tabelle 34: Vergleich der Schadstoffgehalte im Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen mit den Schadstoffgehalten der Unterbringungsstelle Südreede 2.	112
Tabelle 35: Erhaltungszustände der hier relevanten Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie.	127
Tabelle 36: Erhaltungszustände der hier relevanten Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie.	127
Tabelle 37: Ist-Zustandsbewertung der betroffenen Oberflächen- und Grundwasserkörper.	136
Tabelle 38: Wirkfaktoren und Potenzielle Auswirkungen der Bagger- und Baggergutunterbringungsmaßnahme auf die MSRL-Deskriptoren.	146
Tabelle 39: Übersicht möglicher vorhabenbedingter Auswirkungen.	149
Tabelle 40: Empfehlungen zur Vermeidung bzw. Minimierung von negativen bagger- bzw. unterbringungsbedingten Effekten.	152

2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bundeswasserstraße Jade mit Maximalausdehnung der Baggerschwerpunkte 2013 bis 2018 und den Unterbringungsstellen.	13
Abbildung 2: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (km 40 bis 50) und Umfahrung Minsener Oog (km 36 bis 39)..	15
Abbildung 3: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank..	17
Abbildung 4: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port.....	18
Abbildung 5: Lage der Probenahmestellen der Kampagnen 2 und 3 sowie Lage der Messstationen für Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton.	22
Abbildung 6: Betrachtungsraum (Untersuchungsgebiet) für Robben und die Avifauna sowie Lage der C-POD-Stationen.	31
Abbildung 7: Entwicklung der Wasserstände im Jaderevier.	33
Abbildung 8: Übersicht über die Strömungsverhältnisse in der Jade auf Grundlage der Dauerstrommessungen.	34
Abbildung 9: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 1).	37
Abbildung 10: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 1).	37
Abbildung 11: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 2).	38
Abbildung 12: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 2).	38
Abbildung 13: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog.....	39
Abbildung 14: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog.....	39
Abbildung 15: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, hier erster Teilbereich (zwischen km 22 und 24).	40
Abbildung 16: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank (km 22 – 24).	40
Abbildung 17: (links) Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, hier zweiter Teilbereich (zwischen km 18 und 21); (rechts) Probe 20 mit aufliegenden Schlicklinsen	41
Abbildung 18: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, Abschnitt (km 19 – 21).	41
Abbildung 19: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (zwischen km 8 und 11).	42
Abbildung 20: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (zwischen km 8 und 12)	42
Abbildung 21: Korngrößenverteilung Sediment des Gewässerbodens im Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen.	43
Abbildung 22: Unterbringungsstelle K01. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts).....	49
Abbildung 23: Unterbringungsstelle K01. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für den Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 22, rechts),	51

Abbildung 24: Unterbringungsstelle Jade Weser. Bathymetrie der Gewässersohle.....	52
Abbildung 25: Unterbringungsstelle Jade Weser. Differenzenplots für den Zeitraum 08/2017 bis 07/2018.....	52
Abbildung 26: Unterbringungsstelle Jade Weser. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle.	52
Abbildung 27: Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte: Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts).	53
Abbildung 28: Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle.	54
Abbildung 29: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts).	55
Abbildung 30: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle.	55
Abbildung 31: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2. Differenzenplots für die Zeiträume 09/2014 bis 10/2015 (links) sowie 05/2017 bis 05/2018 (rechts).	56
Abbildung 32: Unterbringungsstelle Südreede 2. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts).....	57
Abbildung 33: Unterbringungsstelle Südreede 2. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle.....	57
Abbildung 34: Mittlere Schwebstoffverteilung in der Deutschen Bucht inklusive Jade Revier aus BSH (2019)..	58
Abbildung 35: Jahreszeitlicher Verlauf von Sauerstoff-, Nitrat und ortho- Phosphatkonzentrationen in der Wassersäule im Bagger- und Unterbringungsgebiet.	60
Abbildung 36: Jahreszeitlicher Verlauf der Chlorophyll- <i>a</i> -, Sauerstoff-, Nitrat- und ortho- Phosphatkonzentrationen in der Wassersäule an der Station Spog_W_2.....	62
Abbildung 37: Nährstoffkonzentrationen im Sediment der Baggerstellen entlang der Flusskilometer.	65
Abbildung 38: Liegeplätze von Seehunden und Kegelrobben im Untersuchungsgebiet (Betrachtungsraum).	93
Abbildung 39: Seegrasbestände und Einzelvorkommen im Jadebusen 2013.....	96
Abbildung 40: Übersicht Natura 2000-Gebiete und nationale Schutzgebiete im Umfeld der Baggerbereiche und der Unterbringungsstellen.	125
Abbildung 41: Lage der Wasserkörper sowie Lage der Jade-Baggerschwerpunkte und Jade- Baggergutunterbringungsstellen im Küstengewässer und im Küstenmeer.	142

3. Zusammenfassung

Das WSA Weser-Jade-Nordsee unterhält im Jaderevier sieben Stellen für die Unterbringung von Baggergut, welches aus der Unterhaltung der Bundeswasserstraße Jade, des Neuen Vorhafens und von Dritten stammt. Das WSA bringt jährlich im Mittel rund 6,5 Mio. m³ WSA-Baggergut auf die Unterbringungsstellen (durchschnittliche Menge 2013 bis 2018). Davon ist mehr als 60 % nicht-bindiges Material.

Im vorliegenden Bericht wird auf der Basis des Ist-Zustandes und der Bagger- und Unterbringungsmengen des WSA von 2013 bis 2018 die Wirkung der Sedimentumlagerung des WSA-Baggergutes auf die Unterbringungsstellen sowie die Auswirkungen in den Bagger-schwerpunkten abgeschätzt und bewertet. Dazu werden die Aspekte Hydrologie, Sedimente/Morphologie, Wasserbeschaffenheit (Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton), Schadstoffe in Feststoffen, Ökotoxikologie, Vegetation (Seegras) und Fauna (Makrozoobenthos, Fische, Meeressäuger, Avifauna) betrachtet. Des Weiteren werden naturschutzfachliche Belange und die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie sowie der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie behandelt. Die Auswirkungsprognose erfolgt auf Basis des in der GÜBAK (2009) benannten Untersuchungsprogramms und der dort aufgeführten Richtwerte für Schadstoffe und setzt voraus, dass sich die künftigen Unterhaltungstätigkeiten (Menge, Baggerguteigenschaften etc.) nicht relevant ändern werden.

Die Unterhaltungsmaßnahmen haben in den Baggerschwerpunkten keine negativen Auswirkungen auf die Fachaspekte Hydrologie und Salzgehalte, Schadstoffe, Ökotoxikologie und Vegetation. Keine bis sehr geringe Auswirkungen sind zu erwarten in dem Bereich Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton. Sehr geringe Auswirkungen auf Fische, Meeressäuger und Avifauna sind zu erwarten. Es gibt geringe Auswirkungen auf die Schwebstoffkonzentrationen. Es gibt Auswirkungen auf das Makrozoobenthos.

Die Unterhaltungsmaßnahmen haben auf den Unterbringungsstellen keine negativen Auswirkungen auf die Fachaspekte Hydrologie und Salzgehalte, Schadstoffe, Ökotoxikologie und Vegetation. Keine bis sehr geringe Auswirkungen sind zu erwarten in dem Bereich Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton. Sehr geringe Auswirkungen auf Fische, Meeressäuger und Avifauna sind zu erwarten. Bei dem Fachaspekt Sedimenthaushalt/Hydromorphologie sind keine bis geringe Auswirkungen zu erwarten. Bezüglich des Makrozoobenthos sind Auswirkungen, die zum Teil schwach ausfallen, durch die Unterhaltungsmaßnahmen gegeben.

Im Rahmen der Unterhaltung sind keine erheblichen Beeinträchtigungen von Natura 2000-Gebieten, keine Verstöße gegen Verbote der Schutzgebietsverordnungen, keine Zerstörung oder sonstige erhebliche Beeinträchtigung von gesetzlich geschützten Biotopen, keine Erfüllung von Verbotstatbeständen nach § 44 (1) BNatSchG sowie keine erhebliche Beeinträchtigung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder des Landschaftsbilds zu erwarten. Die Maßnahmen haben keine Relevanz für die Bewirtschaftungsziele von WRRL und MSRL.

Um die potentiellen Auswirkungen zu minimieren werden entsprechende Empfehlungen gegeben. Unter anderem wird die Zuweisung/Nutzung von Unterbringungsstellen zur abschließlichen und jeweils getrennten Unterbringung von WSV-Baggermaterial und dem Bag-

gergut Dritter empfohlen, um jeweils eigene Genehmigungsverfahren sowie Verantwortlichkeiten im Zuständigkeitsbereich des jeweiligen Vorhabenträgers zu erhalten.

4. Einleitung und Veranlassung

Die Bundeswasserstraße Jade beginnt mit Fahrwasserkilometer 0 (km 0) in Höhe der ehemaligen ersten Einfahrt in Wilhelmshaven und endet mit km 54 nordwestlich von Wangerooge (Abbildung 1). Mit dem Begriff Außenjade wird der Fahrwasserabschnitt der Bundeswasserstraße Jade zwischen km 54 nordwestlich von Wangerooge und km 25 in Höhe der Insel Mellum bezeichnet. Er umfasst auch das Gebiet des Platengürtels und des seeseitigen Küstenvorfelds von Wangerooge und Minsener Oog. Der Fahrwasserabschnitt zwischen km 25 und km 2 bildet die Innenjade. Das Gebiet der Innenjade wird durch die Deichlinie im Westen und die Watthöhenscheide des Hohe Weg Watts im Osten begrenzt. Südlich von km 2 schließt sich der Jadebusen mit einer Fläche von ca. 160 km² an. Das Vareler Fahrwasser (südlich von km 0) bildet die Zufahrt zum Sielhafen Varel, ist aber nicht Bestandteil der Bundeswasserstraße Jade.

Der Neue Vorhafen liegt westlich in Höhe von km 4 und gehört zur Seeschleuse Wilhelmshaven. Er hat eine Länge von 1500 m und eine Breite von 500 m. Die Einfahrtsöffnung ist mit 150 m relativ schmal; sie liegt südlich der NWO-Ölumschlagsbrücke in Höhe km 4,5. Die Seeschleuse schließt den tidefreien Handelshafen der Stadt Wilhelmshaven und des Landes Niedersachsen gegen den Tidestrom ab. Der gesamte Bereich des Schleusenvorhafens einschließlich der Land- und Wasserflächen ist Teil des Marinestützpunktes Wilhelmshaven. Da die Bundeswehr über keine eigene Bauverwaltung verfügt, fallen die Unterhaltungsaufgaben in den Zuständigkeitsbereich der bestehenden Bauverwaltungen, d. h. für wasserbauliche Maßnahmen in die Zuständigkeit der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) und hier das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Weser-Jade-Nordsee als Ortsbehörde.

Das WSA Weser-Jade-Nordsee unterhält im Jaderevier sieben Stellen für die Unterbringung von Baggergut, welches aus der Unterhaltung der Bundeswasserstraße Jade, des Neuen Vorhafens und von Dritten stammt (Abbildung 1):

- K01
- Jade-Weser
- Mellumplate Mitte
- Mellumplate Nord
- Mellumplate Nord 2
- Südreede 2
- Vareler Fahrwasser II

Solche Unterbringungsflächen sind gemäß den Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut im Küstengebiet (GÜBAK 2009) in regelmäßigen Abständen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Umwelt zu überprüfen. Ziel der Untersuchungen nach GÜBAK (2009) ist es, einheitliche Maßstäbe und Kriterien für den Umgang mit Baggergut zu schaffen und negative Auswirkungen auf die Umwelt und legitime menschliche Nutzungen weitestgehend zu minimieren.

Im vorliegenden Bericht soll auf der Basis des Ist-Zustandes und der Bagger- und Unterbringungsmengen des WSA von 2013 bis 2018 die Wirkung der zukünftigen Sedimentumlagerung des WSA-Baggergutes auf die bestehenden o.g. Unterbringungsstellen abgeschätzt werden. Zudem werden auch Auswirkungen in den Baggerschwerpunkten des WSA beschrieben und bewertet. Unterhaltungsbaggerungen die mittels des Wasser-Injektions-Verfahrens (WI) durchgeführt werden sind nicht Gegenstand dieses Berichtes. Die Auswirkungen der Bagger- und Verbringertätigkeiten Dritter sind ebenfalls nicht Gegenstand dieses Berichtes und werden folglich in der Auswirkungsprognose nicht betrachtet.

Ein Großteil der zu betrachtenden Unterbringungsflächen wird bereits seit mehreren Jahrzehnten genutzt und wurde nach HABAK-WSV (1999) (Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich; mittlerweile durch die GÜBAK ersetzt) untersucht und bewertet. Die erstmalige Untersuchung der Unterbringungsflächen erfolgte in 2000/2001 und wurde als „BfG-Bericht 1349 - Bagger- und Unterbringungsstellenuntersuchungen in der Jade“ veröffentlicht.

Im vorliegenden Bericht werden die Aspekte Hydrologie, Sedimente/Morphologie, Wasserbeschaffenheit (Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton), Schadstoffe in Feststoffen, Ökotoxikologie, Vegetation (Seegras) und Fauna (Makrozoobenthos, Fische, Meeressäuger, Avifauna) betrachtet. Diese Aspekte können durch direkte oder indirekte Auswirkungen von Baggerungen und Baggergutunterbringungen betroffen sein. Des Weiteren werden naturschutzfachliche Belange und die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie behandelt. Auswirkungen auf menschliche Nutzungen, welche nach GÜBAK (2009) ebenfalls zu betrachten sind, sind nicht Gegenstand dieses Berichtes. Die Auswirkungsprognose erfolgt auf Basis des in der GÜBAK (2009) benannten Untersuchungsprogramms und der dort aufgeführten Richtwerte für Schadstoffe.

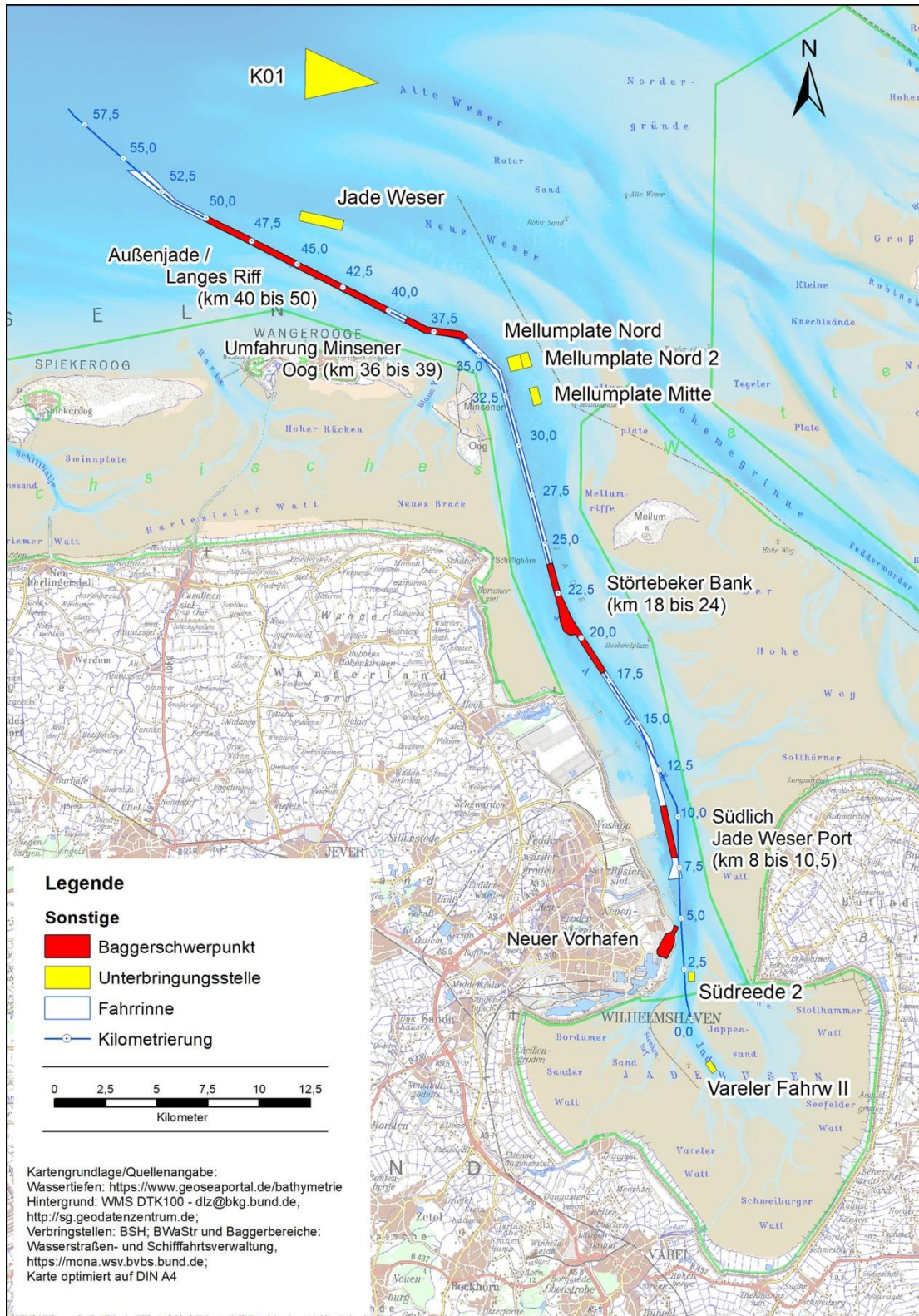


Abbildung 1: Bundeswasserstraße Jade mit Maximalausdehnung der Baggererschwerpunkte 2013 bis 2018 und den Unterbringungsstellen.

5. Beschreibung der Unterhaltungstätigkeiten

5.1. Baggerung der WSV

Durch die Unterhaltungsbaggerung zur Vorhaltung von Mindesttiefen der Jedefahrrinne sowie des Neuen Vorhafens kommt es permanent zu größeren Mengen von Baggergut. Im Jedefahrwasser und dem Neuen Vorhafen fielen im Zeitraum von 2013 bis 2018 jährlich im Mittel 6,450 Mio. m³ Baggergut an. Der größte Anteil stammte dabei aus dem Jedefahrwasser (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Baggermengen von 2013 bis 2018 zur Unterhaltung des Jedefahrwassers und des Neuen Vorhafens (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Mittelwert
Jedefahrwasser	4,463	3,609	5,879	7,496	5,804	5,344	5,433
Neuer Vorhafen	0,904	0,981	1,560	1,120	0,552	0,985	1,017
Gesamt	5,367	4,590	7,440	8,615	6,356	6,329	6,450

Näher betrachtet werden im Rahmen dieses Berichtes die nachfolgend genannten Baggerschwerpunkte:

- Außenjade / Langes Riff (km 40 bis 50)
- Umfahrung Minsener Oog (km 36 bis 39)
- Störtebeker Bank (km 18 bis 24)
- Südlich Jade Weser Port (km 8 bis 10,5)
- Neuer Vorhafen

5.1.1. Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (km 40 bis 50)

Im Rahmen der bedarfsgerechten Unterhaltung wird im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (s. auch Abbildung 1) seit 1999 eine Wassertiefe von 17,60 m SKN LAT vorgehalten. Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden in diesem Baggerschwerpunkt im Mittel jährlich 2,134 Mio. m³ Sediment gebaggert (Tabelle 2). Dabei schwankten die Baggermengen im vorgenannten Zeitraum von 1,534 Mio. m³ im Jahr 2013 bis 2,872 Mio. m³ im Jahr 2015.

Tabelle 2: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Quelle: MoNa). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mio. m³	1,534	1,886	2,872	2,203	2,198	2,112

Unterhaltungsbaggerungen in diesem etwa 10 km langen Streckenabschnitt finden flächenhaft, d. h. über die gesamte Breite der Fahrrinne statt (Abbildung 2). In Einzeljahren waren

auf Seite des roten Tonnenstrichs und hier seewärts von km 46 keine Baggerungen erforderlich. Gleiches trifft auch auf das Teilstück zwischen km 40 und 42 zu. Ein lokales Maximum ist zwischen km 42 und 43 auf Seite des grünen Tonnenstrichs zu erkennen.

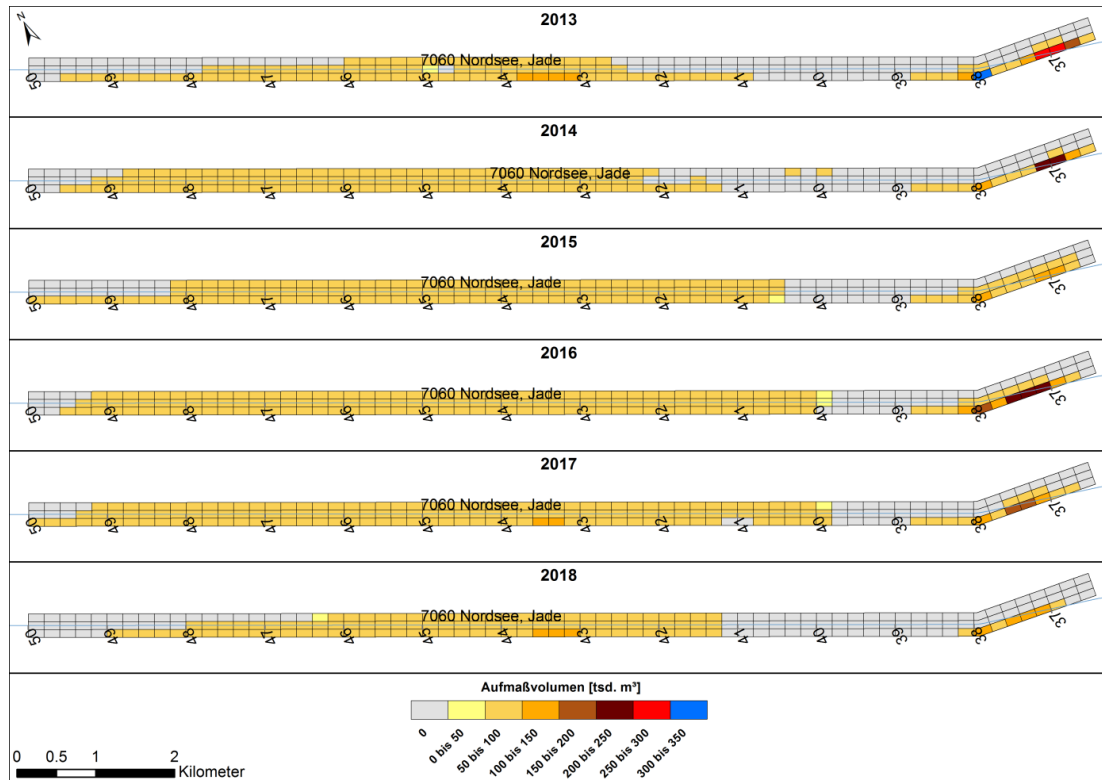


Abbildung 2: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerzentrum Außenjade / Langes Riff (km 40 bis 50) und Umfahrung Minsener Oog (km 36 bis 39). Datengrundlage: MoNa.

Das potenzielle Baggergut im Baggerzentrum Außenjade / Langes Riff charakterisiert sich auf Basis der in 2014 und 2015 genommenen Sedimentproben wie folgt (s. auch Kapitel 7.2):

- km 45 bis 50: Feinsand, teilweise mittelsandiger Feinsand
- km 40 bis 45: Feinsand, teilweise mittelsandiger Feinsand, lokal auch leicht schluffig

Das Baggergut aus dem Baggerzentrum Außenjade / Langes Riff wurde im Zeitraum von 2013 bis 2018 vorwiegend zur Unterbringungsstelle K01 verbracht (im Mittel etwa 85 % des Baggergutes). Weitere rund 13 % (Mittelwert 2013 bis 2018) des Baggergutes wurden zur Unterbringungsstelle Jade-Weser gebracht (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019).

5.1.2. Baggerzentrum Umfahrung Minsener Oog (km 36 bis 39)

Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden in diesem Baggerzentrum im Mittel jährlich 1,052 Mio. m³ Sediment gebaggert (Tabelle 3). Dabei schwankten die Baggermengen im vorgenannten Zeitraum von 0,659 Mio. m³ im Jahr 2018 bis 1,428 Mio. m³ im Jahr 2013.

Tabelle 3: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog (Quelle: MoNa). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mio. m³	1,428	1,036	1,010	1,350	0,827	0,659

Charakteristisch für den Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog sind Eintreibungen auf der Seite entlang des grünen Tonnenstrichs zwischen km 36 und 39, zwei kleine Teilflächen zwischen km 37 und 38 müssen so intensiv wie keine andere Teilfläche im Revier Jade unterhalten werden (Abbildung 2).

Das potentielle Baggergut in diesem Abschnitt charakterisiert sich auf Basis der in 2014 und 2015 genommenen Sedimentproben wie folgt (s. auch Kapitel 7.2):

- Feinsand, teilweise mittelsandiger Feinsand

Das Baggergut aus dem Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog wurde im Zeitraum von 2013 bis 2018 vorwiegend zur Unterbringungsstelle K01 verbracht (im Mittel etwa 78 % des Baggergutes). Weitere rund 14 % (Mittelwert 2013 bis 2018) des Baggergutes wurden zur Unterbringungsstelle Jade-Weser gebracht, rund 5 % zur Mellumplate Mitte (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019).

5.1.3. Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank (km 18 bis 24)

Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden in diesem Baggerschwerpunkt im Mittel jährlich 0,478 Mio. m³ Sediment gebaggert (Tabelle 4). Dabei schwankten die Baggermengen im vorgenannten Zeitraum von 0,302 Mio. m³ im Jahr 2017 bis 0,642 Mio. m³ im Jahr 2013.

Tabelle 4: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank (Quelle: MoNa). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mio. m³	0,642	0,392	0,387	0,565	0,302	0,580

Innerhalb dieses Baggerschwerpunktes gibt es zwei Hauptbaggerbereiche, die durch Eintreibungen auf der Seite entlang des roten Tonnenstrichs vor allem zwischen km 22,5 und 24 sowie zwischen km 18 und 19 verursacht werden (Abbildung 3).

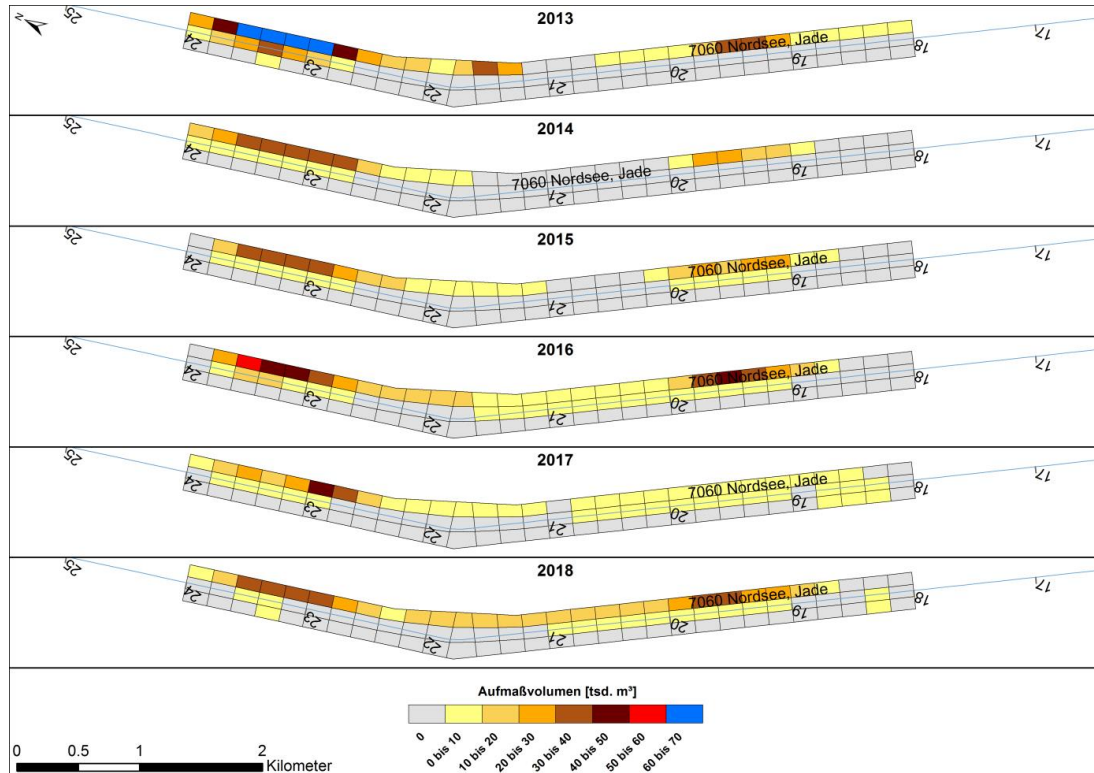


Abbildung 3: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank. Datengrundlage: MoNa.

Das potentielle Baggergut in diesem Abschnitt charakterisiert sich auf Basis der in 2014 und 2015 genommenen Sedimentproben wie folgt (s. auch Kapitel 7.2):

- km 18 bis 22: Feinsand, teilweise mittelsandig, teilweise leicht schluffig
- km 22 bis 24: leicht schluffiger, mittelsandiger Feinsand

Das Baggergut aus dem Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank wurde im Zeitraum von 2013 bis 2018 vorwiegend zur Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte verbracht (im Mittel etwa 55 % des Baggergutes). Weitere Mengen von 15 % (Mittelwert 2013 bis 2018) des Baggergutes wurden zu den Unterbringungsstellen K01 und Jade-Weser gebracht, Mengen unter 10 % (Mittelwert 2013 bis 2018) zu den Unterbringungsstellen Mellumplate Nord und Mellumplate Nord 2 (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019).

5.1.4. Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (km 8 bis 10,5)

Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden in diesem Baggerschwerpunkt im Mittel 1,37 Mio. m³ Sediment gebaggert (Tabelle 5). Dabei schwankten die Baggermengen im vorgenannten Zeitraum von 0 m³ im Jahr 2013 bis 3,137 Mio. m³ im Jahr 2016.

Tabelle 5: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (Quelle: MoNa). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mio. m³	0	0,059	1,176	3,137	2,033	1,814

Im Jahr 2013 wurde in diesem Bereich nicht gebaggert. Seit 2014 fanden Baggararbeiten in diesem Abschnitt mit zunehmender Intensität statt (Abbildung 4). Ein Maximum wurde im Jahr 2016 erreicht. In BfG (2003) wird dieser Unterhaltungsschwerpunkt unter dem Namen „Baggerstrecke Innenjade“ geführt.

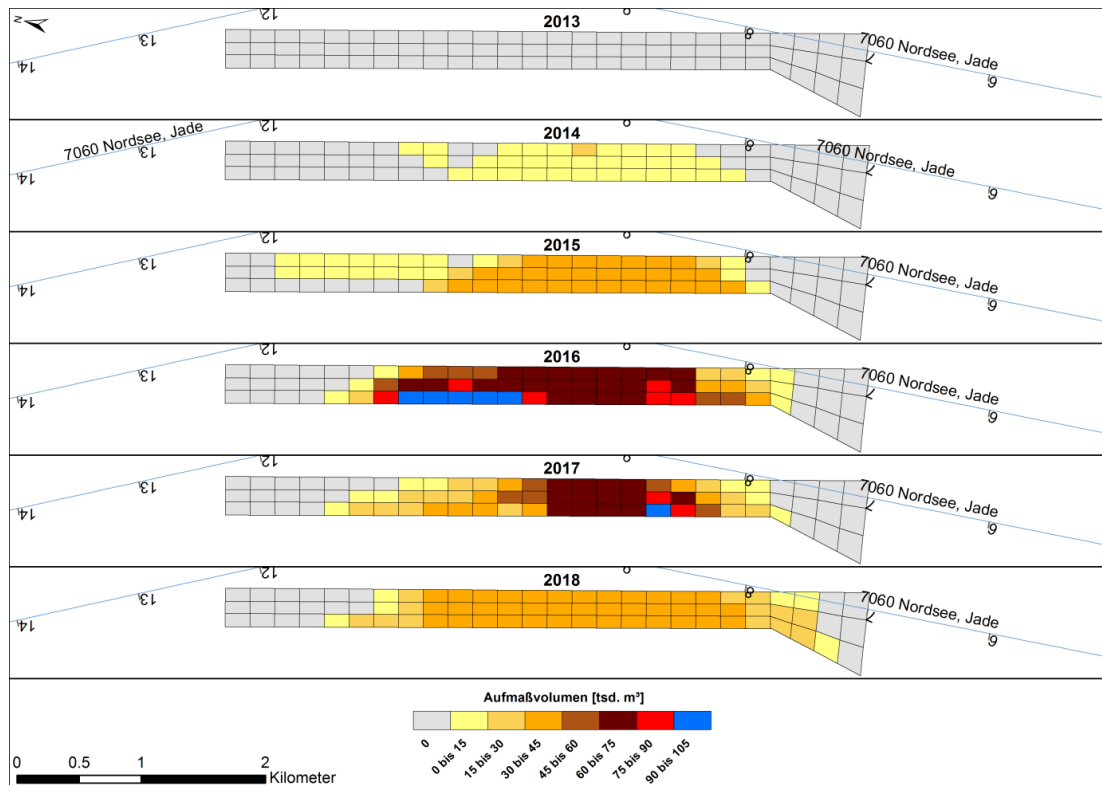


Abbildung 4: Unterhaltungsbaggerungen im Baggerstrecke Südlich Jade Weser Port. Datengrundlage: MoNa.

Das potentielle Baggergut in diesem Abschnitt charakterisiert sich auf Basis der in 2014 und 2015 genommenen Sedimentproben wie folgt (s. auch Kapitel 7.2):

- von feinsandigem Schluff bis zu schluffigem Feinsand

Das Baggergut aus dem Baggerstrecke Südlich Jade Weser Port wurde im Zeitraum von 2014 bis 2018 vorwiegend zur Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte verbracht (im Mittel etwa 50 bis 60 % des Baggergutes). Weitere Mengen um etwa 30 % (Mittelwert 2013 bis 2018) des Baggergutes wurden zu der Unterbringungsstelle Jade-Weser gebracht, Mengen um ca. 10 % (Mittelwert 2013 bis 2018) zu der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 und Mengen unter 10 % (Mittelwert 2013 bis 2018) zu Mellumplate Nord und Südreede 2 (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019).

5.1.5. Baggerstrecke Neuer Vorhafen

Der neue Vorhafen ist aufgrund der hydrologischen Bedingungen einer erhöhten Verschlickung ausgesetzt. Nach den Vorgaben der Bundesmarine wird im Neuen Vorhafen eine Wassertiefe von 9,60 m SKN LAT im Einfahrtbereich und 8,00 m SKN LAT im übrigen Vorha-

fen - mit Ausnahme einiger Sonderflächen - durch Unterhaltungsbaggerungen vorgehalten. Die Baggerungen werden überwiegend kampagnenartig durchgeführt, d. h. es werden innerhalb kurzer Zeit (1 bis 3 Wochen) die Solltiefen wiederhergestellt; dabei liegt die gebaggerte Schlickmenge in der Größenordnung 300.000 bis 350.000 m³.

Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden in diesem Baggerschwerpunkt im Mittel 0,869 Mio. m³ Sediment gebaggert (Tabelle 6). Dabei schwankten die Baggermengen im vorgenannten Zeitraum zwischen 0,552 Mio. m³ im Jahr 2017 und 1,560 Mio. m³ im Jahr 2015.

Tabelle 6: Baggermengen 2013 bis 2018 im Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen (Quelle: MoNa). Alle Angaben in Mio. m³.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mio. m³	0,904	0,981	1,560	1,120	0,552	0,985

Das potentielle Baggergut in diesem Abschnitt charakterisiert sich auf Basis der vorliegenden Sedimentproben aus 2014/2015 wie folgt (s. auch Kapitel 7.2):

- Schluff/Ton, feinsandig

Das Baggergut aus dem Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen wurde im Zeitraum von 2013 bis 2018 vorwiegend zu den Unterbringungsstellen Mellumplate Nord 2 und Südreede 2 verbracht (im Mittel etwa jeweils 40 bis 45 % des Baggergutes). Weitere Mengen um etwa 10 % (Mittelwert 2013 bis 2018) des Baggergutes wurden zu der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord gebracht (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019).

5.2. Unterbringungsstellen der WSV

Durch die WSV entnommenes Baggergut aus dem Jedefahrwasser und dem Neuen Vorhafen wird auf die Unterbringungsstellen K01, Jade-Weser, Mellumplate Mitte, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord 2 und Südreede 2 verbracht (Abbildung 1). Die Unterbringungsstelle Varelener Fahrwasser II wird seit 2010 nicht mehr genutzt. Das Baggergut Dritter wird fast ausschließlich auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte verbracht, geringe Mengen auch auf die Unterbringungsstelle Südreede 2 (s. auch Kapitel 5.3).

Der vorgefundene Ist-Zustand der Unterbringungsstellen ist ein integrales Ergebnis aller Aktivitäten im Raum und schließt folglich auch die Unterbringung von Baggergut Dritter mit ein (s. Kapitel 5.3). Deshalb werden in diesem Kapitel die von WSV verbrachten Baggermengen inklusive der Mengen Dritter angegeben. In Tabelle 7 sind die jährlichen Verbringmengen von 2013 bis 2018 für jede Unterbringungsstelle dargestellt.

Im Zeitraum von 2013 bis 2018 wurden im Mittel 6,677 Mio. m³ auf sechs Unterbringungsstellen verbracht. Im Mittel wurde K01 mit 2,859 Mio. m³ am stärksten und Mellumplate Nord mit 0,169 Mio. m³ am geringsten beaufschlagt. Betrachtet man die Beaufschlagungsmengen im Verhältnis zur Größe der Unterbringungsstelle wurde Mellumplate Mitte am intensivsten mit durchschnittlich 4,114 m³/m² und Mellumplate Nord am geringsten mit durchschnittlich 0,360 m³/m² genutzt.

Eine Aufstellung der Anteile bindiger und nicht-bindiger Baggergutmengen zur Verbringung auf den Unterbringungsstellen findet sich in Tabelle 13.

Tabelle 7: Unterbringungsmengen auf den Unterbringungsstellen von 2013 bis 2018 (WSV-Mengen inkl. der Mengen Dritter; Angaben in Mio. m³; Quelle: Nassbaggerbüro WSA Wilhelmshaven 2019).

	Fläche (ha)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Mittel- wert	m ³ pro m ² (Mittel)
K01	520	2,828	2,576	3,809	3,240	1,854	2,845	2,859	0,549
Jade-Weser	107	0,640	0,477	0,549	1,177	1,382	0,967	0,865	0,809
Mellumplate Mitte	34	0,987	0,250	1,404	2,429	1,996	2,066	1,522	4,476
Mellumplate Nord	47	0,008	0,095	0,063	0,846	0,002	0	0,169	0,360
Mellumplate Nord 2	31	0,624	0,831	1,078	1,067	1,097	0,699	0,899	2,901
Südreede 2	14	0,286	0,372	0,568	0,369	0,162	0,342	0,350	2,500
Vareler Fahr- wasser II	17	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe		5,373	4,634	7,471	9,143	6,504	6,925	6,677	

5.3. Unterhaltungsaktivitäten Dritter

Unterhaltungsbaggerungen werden im Jaderevier auch durch Dritte durchgeführt. Dabei fiel im Zeitraum von 2013 bis 2018 jährlich maximal 0,6 Mio. m³ Baggergut an, welches größtenteils auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte verbracht wird. Kleinere Mengen bis etwa 50.000 m³ werden von Dritten auch auf die Unterbringungsstelle Südreede 2 gebracht (Quelle: Nassbaggerbüro Wilhelmshaven 2019). Bei dem Baggergut Dritter handelt es sich um Material aus den Bereichen Alter Vorhafen, Außenhafen Hooksiel, Umschlaganlagen Nord-West-Ölleitung GmbH, Umschlaganlage HES (in früheren Jahren auch WRG), Niedersachsenbrücke und Jade-Weser-Port. Die im Jade-Weser-Port seit 2015 anfallenden Baggermengen machen heutzutage den größten Anteil am Baggergut Dritter aus. Ein genehmigter Erlaubnis Antrag ermöglicht der Jade Weser Port Realisierungs GmbH die Verbringung einer Gesamtmenge von 1,1 Mio. m³ in 2019 und 800.000 m³ in 2020 auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte; als Ausweichstelle wurde die Unterbringungsstelle K01 festgelegt. Dieses Baggergut besteht weitestgehend aus schluffigem Feinsand (gem. DIN 4022 fSu: Feinsand, schluffig). Der mittlere Schluffanteil beträgt rd. 25 % (IMP 2019). Die dazugehörigen Umwelt-Fachgutachten finden sich in IBL (2019).

6. Material und Methoden

6.1. Probenahmen

Für die fünf Fachbereiche Sauerstoff/Nährstoffe/Phytoplankton, Sedimente/Morphologie, Schadstoffe, Ökotoxikologie und Makrozoobenthos wurden durch bzw. im Auftrag der BfG und durch das WSA in drei Probenahmekampagnen Proben auf der Gewässersohle des Hauptfahrwassers, den Baggerschwerpunkten, den Unterbringungsstellen und den Referenzstellen mittels Van-Veen-Greifern genommen (s. auch Institut Dr. Novak 2015a, b, 2016, KÜFOG 2017). Die Proben wurden zum Teil von mehreren Fachbereichen für deren entsprechende Analysen genutzt (s. Abbildung 5 und Tabelle 8). Im Rahmen von Kampagne 1 (ohne Karte) wurde entlang der Fahrrinne systematisch im Kilometerabstand stets der Querschnitt durch die Entnahme von Sedimenten an drei Positionen beprobt (Fahrinnenmitte sowie auf der Seite des roten bzw. grünen Tonnenstrichs).

Tabelle 8: Übersicht über die Probenahmekampagnen.

Kampagne	Datum	Ort der Probenahme	Gemessene Parameter	Genutzt für Fachkapitel
1	12.2014 bis 02.2015	1. Gewässersohle Hauptfahrwasser	1. Korngröße	1. Sedimente/Morphologie
2	31.08.2015 bis 02.09.2015	1. Baggerschwerpunkte	1. Chemie 2. Korngröße 3. Gesamtkohlenstoff 4. Nährstoffe (Sediment u. Eluat) 5. Sauerstoffzehrung	1. O ₂ / Nährst./ Phytoplankton 2. Sedimente/Morphologie 3. Schadstoffe 4. Ökotoxikologie
3	08.08.2016 bis 11.08.2016 (MZB bis 25.08.2016)	1. Unterbringungsstellen, 2. Referenzstellen	1. Chemie 2. Korngröße 3. Gesamtkohlenstoff 4. Nährstoffe (Sediment u. Eluat) 5. Sauerstoffzehrung 6. Makrozoobenthosbesiedlung	1. O ₂ / Nährst./ Phytoplankton 2. Sedimente/Morphologie 3. Schadstoffe 4. Ökotoxikologie 5. Makrozoobenthos

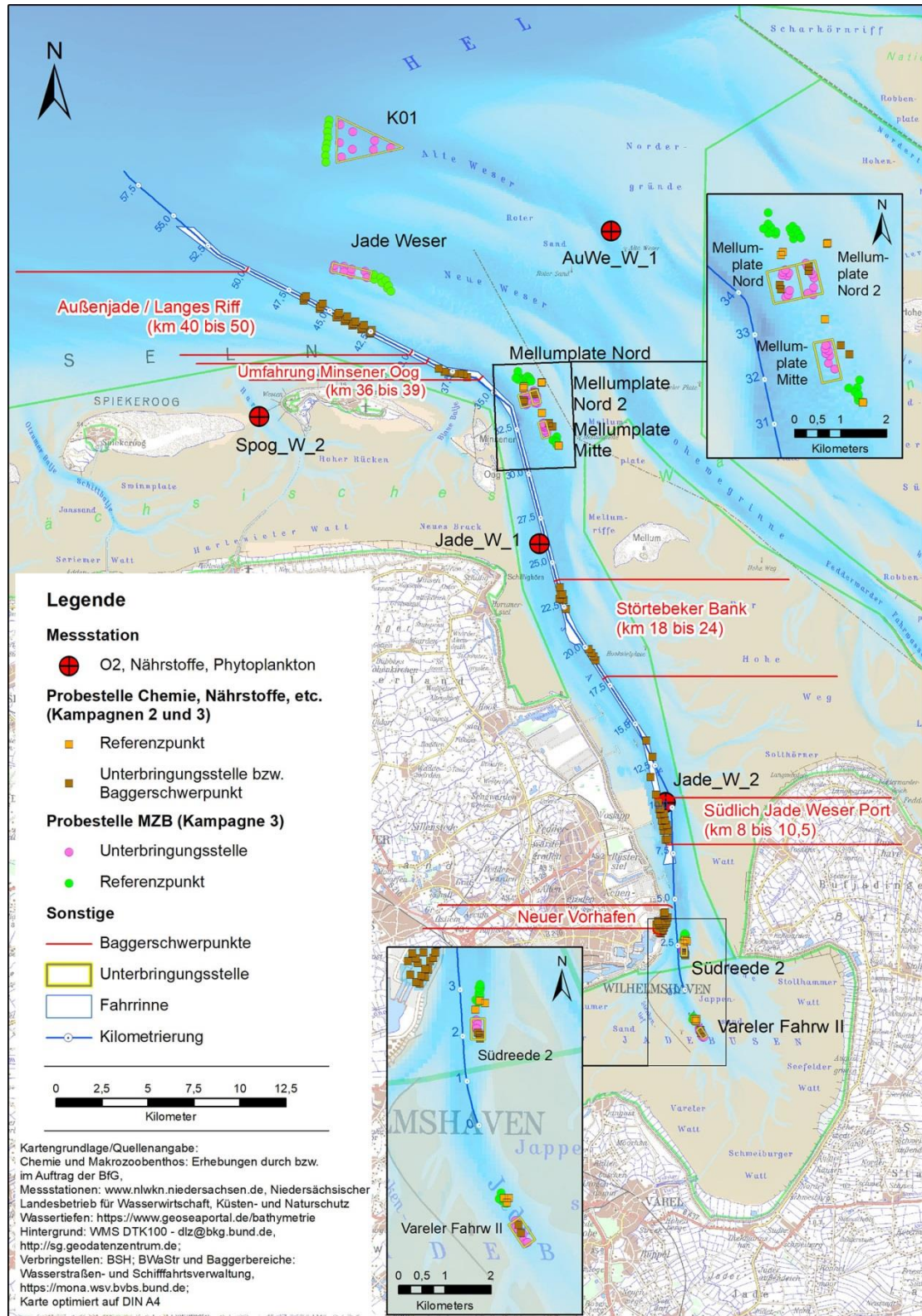


Abbildung 5: Lage der Probenahmestellen der Kampagnen 2 und 3 sowie Lage der Messtationen für Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton.

6.2. Hydrologie und Salzgehalte

Die Beschreibung der Hydrologie erfolgt größtenteils auf Basis von Daten und Informationen, die der Literatur und Untersuchungen Dritter entnommen wurden und ist aus den an den entsprechenden Stellen genannten Literaturquellen ableitbar. Einzig für die Darstellung der Entwicklung der mittleren Tidewasserstände im longitudinalen Verlauf der Jade wurden eigene Berechnungen, aufbauend auf Pegelmessungen der WSV, durchgeführt.

6.3. Sedimente und Morphologie

Für die Analyse wurden Sedimentproben verwendet, die zu den in Tabelle 8 genannten Zeiträumen und an den in Abbildung 5 dargestellten Stellen genommen wurden. Für einige Positionen innerhalb von Baggerschwerpunkten, die im Rahmen von Kampagne 2 beprobt wurden, liegen auch aus Kampagne 1 Sedimentproben vor, so dass eine Einschätzung der möglichen Variabilität möglich ist. Zuletzt in der Vergangenheit sind die sedimentologischen Verhältnisse in drei der fünf Teilabschnitte in den Jahren 2000 / 2001 untersucht worden. Die Ergebnisse von damals sind in BfG (2003) dokumentiert und werden ebenfalls für einen Vergleich herangezogen.

Für die Analyse der Morphodynamik im Bereich der Unterbringungsstellen sind die im 3D-Datenarchiv der WSV verfügbaren Fächerlotpeilungen (Datenbestand 2013 bis 2018) sowie die in der WSV Datenbankanwendung MoNa verfügbaren Angaben zum Baggergut (Menge und Ort der Verbringung, Datenbestand 2013 bis 2018) genutzt worden.

6.4. Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Die Zustandsbeschreibung und Bewertung der Sauerstoff-, Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentrationen in der Wassersäule basiert auf Daten des NLWKN von 2013 bis 2016 aus der Meeresumweltdatenbank (<https://geoportal.bafg.de/MUDABAnwendung/>) und stützt sich hauptsächlich auf folgende vier Stationen: Spog_W_2 (53,7800933°N, 7,82744722°E), Au-We_W_1 (53,87341667°N 8,11573444°E), Jade_W_1 (53,72°N 8,06°E), Jade_W_2 (53,59428166°N 8,16656194°E) (Abbildung 5). Weitere Informationen zu Chlorophyllkonzentrationen wurden aus dem ICES Dataset on Ocean Hydrography (Koordinaten: 53,8°N, & 7,9°O) (<https://ocean.ices.dk/hydchem/hydchem.aspx>) und aus Satellitendaten der European Space Agency (ESA) (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) entnommen. Die Satellitenbilder wurden durch ESA remote sensing (Sentinel 2) produziert und mit dem C2RCC Prozessor und dem Neuronalen Netz C2RCC mit dem Programm SNAP der ESA Sentinel Application Platform prozessiert. Die Sauerstoffkonzentrationen wurden unter Berücksichtigung der jeweiligen Wassertemperatur von mL/L in mg/L umgerechnet. Für die Nährstoffanalyse der Sedimente und deren Eluat, sowie die Bestimmung der Raten der Sauerstoffzehrung im Sediment wurden die in Tabelle 8 genannten Proben der Kampagnen 2 und 3 verwendet. Zur Berechnung des Mittelwerts wurde bei Nährstoffkonzentrationen im Sediment und Eluat

unterhalb des Detektionslimits die Hälfte der durch das Detektionslimit vorgegebenen Konzentration angenommen (Stickstoff 100 mg/kg; Phosphor-Eluat 0,05 mg/L; Ammoniumstickstoff-Eluat 0,25 mg/L; TOC 0,05 Gew. % TS). Grenzwerte für die Beurteilung von Nährstoffkonzentrationen und Sauerstoffzehrungsraten basieren auf Vorgaben der GÜBAK (2009) und die Einordnung der Sauerstoffzehrungsraten erfolgte nach Müller et al. (1998).

6.5. Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

6.5.1. Schadstoffe

Baggergut sollte im Rahmen von Baggermaßnahmen nur dann im Gewässer untergebracht werden, wenn es bestimmten Qualitätsanforderungen genügt, die in den Handlungsanweisungen des Bundes und der Küstenländer für den Umgang mit Baggergut festgelegt sind (GÜBAK 2009). Nachfolgend werden wichtige Hinweise zur Methodik gegeben, welche Grundlage der qualitativen Beurteilung von Sedimenten auf deren Belastung mit Schadstoffen ist. In den auf Schadstoffe untersuchten Sedimentproben wurden entsprechend den Vorgaben der GÜBAK (2009) die Gehalte von Schwermetallen und organischen Schadstoffen bestimmt. Für die Charakterisierung und Bewertung der aktuellen Schadstoffbelastung der Sedimente wurden die in Tabelle 8 genannten und in Abbildung 5 dargestellten Proben verwendet. Ausgewählte Proben wurden auf die gemäß GÜBAK (2009) zu untersuchenden feststoffgebundenen Schadstoffe untersucht. Soweit möglich, wurden Proben repräsentativ für alle Untersuchungsbereiche (Fahrwasser, Unterbringungsstellen, Referenzbereiche) ausgewählt. Nicht für alle Bereiche standen Proben mit ausreichend hohem Feinkornanteil für Schadstoffuntersuchungen zur Verfügung. Darüber hinaus wurden Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen in schwebstoffbürtigen Oberflächensedimenten bzw. Schwebstoffen von den BfG-Messstationen im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven, im ostfriesischen Watt bei Schillghörn und Harlesiel (von 2007 bis 2017) berücksichtigt. Bei den Daten der Dauermessstellen (DMS) ist davon auszugehen, dass sie die aktuelle Belastung der Oberflächensedimente bzw. der Schwebstoffe im ostfriesischen Watt widerspiegeln.

Weiterhin wird die großräumige regionale Belastung in der Deutschen Bucht und in den ostfriesischen Watt für eine vergleichende Bewertung der Schadstoffbelastung der Unterbringungsstellen und der Referenzbereiche herangezogen. Zur Ableitung der großräumigen Belastung mit Schadstoffen wurden Ergebnisse aus einem Monitoring der Hamburg Port Authority von Schadstoffen in Sedimenten aus dem weiteren Umfeld einer Unterbringungsstelle in der Deutschen Bucht (ab 3 km Entfernung vom Verbringzentrum, z. B. BfG 2013), bei denen nicht von einer Beeinflussung durch die Baggergutverbringung auszugehen ist, ausgewertet.

Methoden zur Messung der Schadstoffkonzentrationen

Umgang mit Werten kleiner als Bestimmungsgrenze

Messergebnisse von Schadstoffkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze werden bei Berechnungen (Korngrößenkorrekturen, Mittelwert- oder Summenbildungen) mit dem Absolutwert der Bestimmungsgrenze berücksichtigt. Diese Ergebnisse stellen Maximalkonzentrationen dar; die tatsächlichen Konzentrationen können geringer sein. Sind mehr als 75 % der zur Mittelwert- oder Summenbildung verwendeten Werte kleiner als die Bestim-

mungsgrenze, ist der berechnete Wert mit „<“ gekennzeichnet. In diesem Fall erfolgt bei Überschreitung des Richtwertes R2 keine Einstufung in den Fall 3 nach GÜBAK (2009).

Messunsicherheit

Während die Ergebnisunsicherheit der Schwermetallmessungen im Bereich von ca. 10 bis 15 % liegt, ist sie für organische Schadstoffe oft wesentlich größer. Für chlororganische Verbindungen liegt sie bei Konzentrationen > 5 µg/kg z. B. je nach Einzelstoff im Bereich von 25 bis 35 %, kann aber bei geringeren Konzentrationen auch 50 % übersteigen.

Methodik der Korngrößenkorrektur (Normierung)

Da sich die hier untersuchten Schwermetalle, Arsen und organischen Schadstoffe bevorzugt in den feinkörnigen Fraktionen der Sedimente anreichern, werden ihre Konzentrationen mit Ausnahme der TBT-Konzentrationen für die Bewertung von Baggergut nach GÜBAK (2009) in der Feinkornfraktion < 20 µm (Schwermetalle und Arsen) bzw. < 63 µm (organische Schadstoffe) betrachtet. Die Schwermetalle werden direkt in der abgetrennten < 20 µm-Fraktion gemessen. Dagegen erfolgt die Bestimmung der organischen Schadstoffgehalte in der Regel durch Schadstoffanalysen in den Gesamtproben (< 2 mm) mit anschließender Korngrößenkorrektur/Normierung. Für die Berechnung der Konzentrationen organischer Schadstoffe in der < 63 µm-Fraktion wird jeweils die aus der Probe (< 2 mm) bestimmte Konzentration durch den Anteil der < 63 µm-Fraktion geteilt. Dabei wird angenommen, dass sich die organischen Schadstoffe vollständig in der Feinkornfraktion < 63 µm befinden. Bei Proben, in denen der Anteil der < 63 µm-Fraktion kleiner als 10 % ist, werden die normierten Ergebnisse wegen der zu großen resultierenden Ergebnisunsicherheit nicht für die Bewertung der Schadstoffbelastung herangezogen.

In BfG (2003) wurde die Methodik der Korngrößenkorrektur (Normierung) nach der alten Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV) angewendet. Danach wurde die Korngrößenkorrektur für die organischen Schadstoffe auf die Fraktion < 20 µm berechnet. Für den Vergleich der Messwerte vom April 2000 mit September 2015 müssen die Messwerte auf die Fraktion < 63 µm normiert werden.

Bewertungsgrundlagen der chemischen Parameter

Für die Bewertung der Schadstoffgehalte im Baggergut beinhalten die Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zwischen dem Bund und den Küstenländern zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK 2009) einen unteren Richtwert R1 und einen oberen Richtwert R2. Unterschreiten die Schadstoffkonzentrationen im zu baggernden Sediment R1, erfolgt eine Zuordnung in Fall 1 und eine Verbringung an anderer Stelle im Gewässer ist ohne Einschränkungen möglich. Liegen die Schadstoffgehalte mindestens eines Stoffes zwischen R1 und R2 und damit in Fall 2, so ist eine Abwägung der Ablagerung im Gewässer gegenüber der an Land durchzuführen. Eine Ablagerung im Gewässer ist möglich, ggf. mit Einschränkungen, wenn eine Auswirkungsprognose keine erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen erwarten lässt. Überschreiten die Schadstoffkonzentrationen mindestens eines Stoffes R2, so erfolgt eine Einstufung des Baggergutes in Fall 3. Im Küstenbereich ist eine Unterbringung nach umfangreicher Abwägung der Auswirkungen einer Ablagerung im Gewässer gegenüber der Landlagerung u. U. möglich.

Für die Bewertung der Baggerstelle im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven konnten neben den GÜBAK (2009) - Richtwerten auch die Mittelwerte 2013 - 2015 von der Dauermessstelle (DMS) im Neuen Vorhafen verglichen werden.

Um die Schadstoffbelastung in den Unterbringungsstellen und deren Entwicklung besser beurteilen zu können, wurde neben der Klassifizierung des Baggergutes gemäß GÜBAK (2009) auch eine Bewertung anhand der regionalen Belastung durchgeführt. Dazu wurden die Messwerte von den Unterbringungsstellen mit den Schadstoffkonzentrationen an den Dauermessstellen im ostfriesischen Watt sowie aus der Deutschen Bucht, Tonne E3 verglichen.

6.5.2. Ökotoxikologische Wirkungen

Baggergut sollte im Rahmen von Baggermaßnahmen nur dann im Gewässer untergebracht werden, wenn es bestimmten Qualitätsanforderungen genügt, die in den Handlungsanweisungen des Bundes und der Küstenländer für den Umgang mit Baggergut (GÜBAK 2009) festgelegt sind. Sollen Sedimente und Baggergut in Hinblick auf die Umweltverträglichkeit bzw. Umlagerungsmöglichkeit bewertet werden, sind neben den chemischen Analysen auch ökotoxikologische Untersuchungen erforderlich. Eine Gefährdungsabschätzung ist vorzunehmen. Die ökotoxikologischen Untersuchungen mit aquatischen Biotests wurden entsprechend der GÜBAK (2009) unter Beachtung des BfG-Merkblattes „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“ (BfG 2011) durchgeführt.

Probenahme

Zur Abschätzung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials der Jade wurden Sedimentproben mit ausreichend feinkörnigem Material aus den in Tabelle 8 genannten Zeiträumen und an den in Abbildung 5 dargestellten Stellen untersucht.

Methoden

Biotests

Da verschiedene Organismen unterschiedlich sensitiv auf bioverfügbare Stoffe reagieren, wurden Testbatterien aus mehreren Monospezies-tests angewendet. Aus Gründen der Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit wurden hierzu normierte Biotests eingesetzt.

Die angewandten ökotoxikologischen Testverfahren repräsentieren verschiedene trophische Ebenen des aquatischen Ökosystems, wobei Bakterien als Stellvertreterorganismen für die Destruenten, Algen für die Primärproduzenten und Kleinkrebse für die Konsumenten stehen. In Abhängigkeit von der Salinität des Testgutes werden entsprechende Testsysteme zur Gefährdungsabschätzung ausgewählt.

Zur Untersuchung von brackigen und marinen Sedimentproben wurden folgende Testsysteme angewendet:

- Leuchtbakterientest nach DIN EN ISO 11348-2 (Anhang D): „Akuter Toxizitätstest mit dem Bakterium *Vibrio fischeri*“
- Mariner Algentest nach DIN EN ISO 10253: „Zellvermehrungshemmtest mit der marinen Kieselalge *Phaeodactylum tricorutum*“

Eluatherstellung

Die Untersuchung der Sediment- und Baggergutproben mit den genannten Biotestverfahren erfolgt in Sedimenteluaten (s. auch BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“, BfG 2011)

Die Eluatgewinnung erfolgt unter Verwendung des Verdünnungswassers nach DIN 38 412 Teil 30 (1989) im Elutionsverhältnis 1 Gewichtsteil Trockenmasse + 3 Gewichtsteile Wasser im Überkopfschüttler (Elutionsdauer 24 h); anschließend Zentrifugation (20 min, 17.000 g) zur Abtrennung des Testgutes. 30 min nach Gewinnung des Testgutes Messung von pH-Wert, Ammonium-Stickstoffgehalt [NH_4^+ -N, mg/L], Sauerstoffgehalt [O_2 , mg/L], Leitfähigkeit [LF, mS/cm] und Bestimmung der Salinität.

Klassifizierung

Zur Charakterisierung der von einer Umweltprobe auf einen Modellorganismus ausgehenden Toxizität dient der pT-Wert (*potentia toxicologiae* = toxikologischer Exponent). Er ist der negative binäre Logarithmus des Verdünnungsfaktors der ersten nicht mehr toxisch wirkenden Verdünnungsstufe in einer binären Verdünnungsreihe. Der pT-Wert gibt an, wievielfach eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch wirkt (Krebs 1988, 2000). Der pT-Wert ermöglicht eine zahlenmäßige und nach oben hin offene gewässertoxikologische Kennzeichnung. Mit Hilfe dieser Ökotoxizitätsskala ist es möglich, jede Probe leicht verständlich und quantifiziert zu charakterisieren. Ausschlaggebend für die Einstufung von Sedimenten und Baggergut in eine Toxizitätsklasse ist der pT-Wert des empfindlichsten Organismus innerhalb einer Testpalette verschiedener aber gleichrangiger Biotestverfahren. Die durch die höchsten pT-Werte (pT_{max}-Werte) definierten Toxizitätsklassen werden mit römischen Zahlen gekennzeichnet. Für den Spezialfall der Baggergutklassifizierung wird diese offene Skala auf 7 Stufen eingeeengt. Alle pT_{max}-Werte > 6 werden der höchsten Stufe, der Klasse VI, zugeordnet (Krebs 2001, 2005).

Die mit Hilfe der pT-Wert-Methode ermittelten Toxizitätsklassen werden in Bezug auf die Handhabung von Baggergut den Handhabungskategorien „nicht belastet“, „unbedenklich belastet“, „kritisch belastet“ und „gefährlich belastet“ zugeordnet. Der angegebene Farbcode kennzeichnet die ermittelten Handhabungskategorien in Tabellen und graphischen Darstellungen (Tabelle 9).

Entsprechend GÜBAK (2009) werden Wirkungen der Toxizitätsklassen 0 bis II als unbedenklich eingestuft, über II gelten diese in Abhängigkeit der Ursachen der erhöhten Toxizität als bedenklich und sind in der Auswirkungsprognose zu berücksichtigen. Baggergut bis zur Toxizitätsklasse II kann uneingeschränkt umgelagert werden.

Tabelle 9: Ökotoxikologische Sedimentklassifizierung nach GÜBAK (GÜBAK 2009; Krebs 2001, 2005).

höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	Verdünnungsfaktor	pT-Wert	Toxizitätsklassen		Handhabungskategorien	
			7stufiges System	Bezeichnung	4stufige Bewertung	Bezeichnung
Originalprobe	2^0	0	0	Toxizität nicht nachweisbar	0	nicht belastet
1:2	2^{-1}	1	I	sehr gering toxisch belastet	I	unbedenklich
1:4	2^{-2}	2	II	gering toxisch belastet	II	belastet
1:8	2^{-3}	3	III	mäßig toxisch belastet	III	kritisch
1:16	2^{-4}	4	IV	erhöht toxisch belastet	IV	belastet
1:32	2^{-5}	5	V	hoch toxisch belastet	V	gefährlich
$\leq (1:64)$	$\leq 2^{-6}$	≥ 6	VI	sehr hoch toxisch belastet	VI	belastet

6.6. Fauna

6.6.1. Makrozoobenthos

Die Probenahmen für die Makrozoobenthosuntersuchungen fanden zu den in Tabelle 8 genannten Zeitpunkten und an den in Abbildung 5 dargestellten Stellen statt. Zum Zeitpunkt der Probenahmen im Jahr 2016 wurden alle Unterbringungsstellen, bis auf die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II, beaufschlagt, so dass die Untersuchungsergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen der Situation der Benthosfauna während des laufenden Betriebs entsprechen. In diesem Jahr wurde außerdem die höchste Menge an Baggergut für den Zeitraum von 2013 bis 2018 umgelagert (vgl. Tabelle 7). Dementsprechend stellen die Ergebnisse der Benthosbeprobung den Zustand der Fauna, unter, für die Jade eher untypischen Extrembedingungen dar. Die Beprobung und Auswertung der Fauna wurde von der Firma KÜFOG im Auftrag der BfG durchgeführt (KÜFOG 2017). Für den vorliegenden Bericht wurden u.a. die Rohdaten dieser Untersuchung genutzt und ausgewertet, sowie Ergebnisse zitiert.

Während der Beprobung wurden die Stationen in den Unterbringungs- und Referenzgebieten so in den jeweiligen Flächen verteilt, dass diese repräsentativ erfasst wurden. Als Referenz-

standorte wurden solche Bereiche ausgewählt, die sich in örtlicher Nähe zur Unterbringungsstelle befinden, außerhalb der direkten Driftrichtung des umzulagernden Materials liegen und möglichst ähnliche Rahmenbedingungen wie die entsprechende Unterbringungsstelle, insbesondere bezüglich der Sedimentzusammensetzung, aufwiesen.

Insgesamt wurden 152 Van-Veen-Greifer (0,1 m²) entnommen (jeweils acht an jeder Unterbringungs- und Referenzstelle). Der Greiferinhalt wurde dann über ein Sieb mit 0,5 mm Maschenweite ausgespült und mit 70 % Ethanol fixiert. Die weitere Aufarbeitung im Labor sowie die Bestimmung der Taxa erfolgten nach den Standardvorgaben des BLMP (UBA 2010). Die Biomasse wurde nach Buchanan (1984) als Frischgewicht, Trockengewicht und aschefreies Trockengewicht pro Art erfasst.

Zur Auswertung der faunistischen Daten wurden verschiedene Methoden gewählt, um Unterschiede der Faunenzusammensetzungen und mögliche Auswirkungen der Sedimentumlagerung auf die benthischen Lebensgemeinschaften feststellen zu können. Zunächst erfolgte eine deskriptive Analyse der Benthos-Kennwerte Taxazahl, Abundanz und Biomasse zur Charakterisierung der jeweiligen Bereiche Unterbringungsstelle und Referenz. Die Ähnlichkeit der benthischen Lebensgemeinschaften in den verschiedenen Gruppen wurde mit der multivariaten Varianzanalyse ANOSIM (Analysis of Similarities) mit Abundanzdaten der Benthosarten überprüft. In diesem Permutationstest werden die mittleren Rangähnlichkeiten innerhalb und zwischen den vorher festgelegten Gruppen ermittelt. Die Abundanzen wurden zuvor transformiert (4. Wurzel) und eine Ähnlichkeitsmatrix (Bray-Curtis-Ähnlichkeitskoeffizient) berechnet.

6.6.2. Fische und Neunaugen

Die Ausführungen zu den Fischen basieren auf Literaturangaben, insbesondere zu den Ergebnissen fischereibiologischer Monitoringprogramme im Wattenmeer, zusammenfassend dargestellt in den letzten beiden Quality Status Reports zum Wattenmeer (Jager et al. 2009, Tulp et al. 2017). Speziell zur Jade konnten zudem detaillierte Beschreibungen der Fischfauna den Arbeiten von Dänhardt (2015) und Dänhardt et al. (2018) entnommen werden. Diese basieren auf den Ergebnissen zahlreicher, in den Jahren 2006 bis 2015 jeweils von April bis August durchgeführter Befischungen im zentralen Jadebusen, Kühlwasserbeprobungen des Kraftwerks Wilhelmshaven (Innenjade) von 2005 bis 2012 sowie Befischungen vor der Insel Minsener Oog (Außenjade) von 2005 bis 2007. Ferner wurden die Ergebnisse des Senckenberg-Langzeitmonitorings an der Probestelle D65 in der Innenjade für den Zeitraum 1972 bis 2014 berücksichtigt (Meyer et al. 2016). Hinsichtlich der Auswirkungen auf Fische wurden u. a. die HABAK Jade 2000/2001 (BfG 2003) und die zugrunde liegenden Literaturrecherchen sowie fischereibiologischen Untersuchungen zu Effekten von Umlagerungen auf Fische der Jade (BioConsult 2001b) herangezogen.

6.6.3. Meeressäuger

Daten zu Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen stammen aus fluggestützten Zählungen im niedersächsischen Wattenmeer (Seehund: jeweils 4 bis 5 Flüge in jedem der Jahre 2012, 2013 und 2015; Kegelrobbe: jeweils 4 bis 5 Flüge in jedem der Winter 2011/12, 2013/14 und 2014/15; Schweinswal: jeweils 2 Flüge im Frühjahr der Jahre 2008 und 2010) (NPV 2020). Außerdem wurden Daten zu Schweinswalvorkommen aus einem passiv-

akustischen Monitoring mit Hydrophonen (sog. C-PODs) an zwei Stationen (siehe Abbildung 6) aus dem Zeitraum 2013 bis 2017 berücksichtigt (südliche Station M1: Messstelle 1 Wilhelmshaven; nördliche Station MO: Minsener Oog; s. auch Baltzer et al. 2018). Bestandsangaben von Seehunden und Kegelrobben beziehen sich auf den in Abbildung 6 dargestellten Betrachtungsraum. Bestandsangaben zu Schweinswalen werden auf das gesamte Niedersächsische Wattenmeer bezogen.

6.6.4. Vögel

Die Beschreibung der Avifauna erfolgt ausschließlich auf Basis von Daten und Informationen, die der Literatur und Untersuchungen Dritter entnommen wurden und ist aus den an den entsprechenden Stellen genannten Literaturquellen ableitbar.

6.7. Vegetation

Für die vorliegende Auswirkungsprognose nach GÜBAK (2009) ist die untergetauchte aquatische Vegetation relevant. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf die im Betrachtungsraum vorkommenden Seegraswiesen gelegt, da sie als „störungssensitive Arten“ empfindlich auf sich ändernde Umweltbedingungen reagieren.

Flächendeckende Gesamtbestandserfassungen der eulitoralen niedersächsischen Seegrasbestände erfolgen im Rahmen des Bund/Länder-Messprogramms Nord- und Ostsee, des Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP), der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Qualitätsbeurteilung der LRTs 1140 „Watt“ und 1160 „flache große Meeresarme und -buchten“ (Drachenfels 2016).

Es werden für diesen Bericht vorrangig die Daten des NLWKN und der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (Berichte und GeoServer; letztere s. NPV 2020) aus den aktuellsten Erhebungen von 2008 (Adolph 2010, Kolbe 2011) und letztmalig von 2013 (KÜFOG et al. 2014) sowie aktuelle Literatur (siehe Verweise im jeweiligen Fachkapitel) herangezogen.

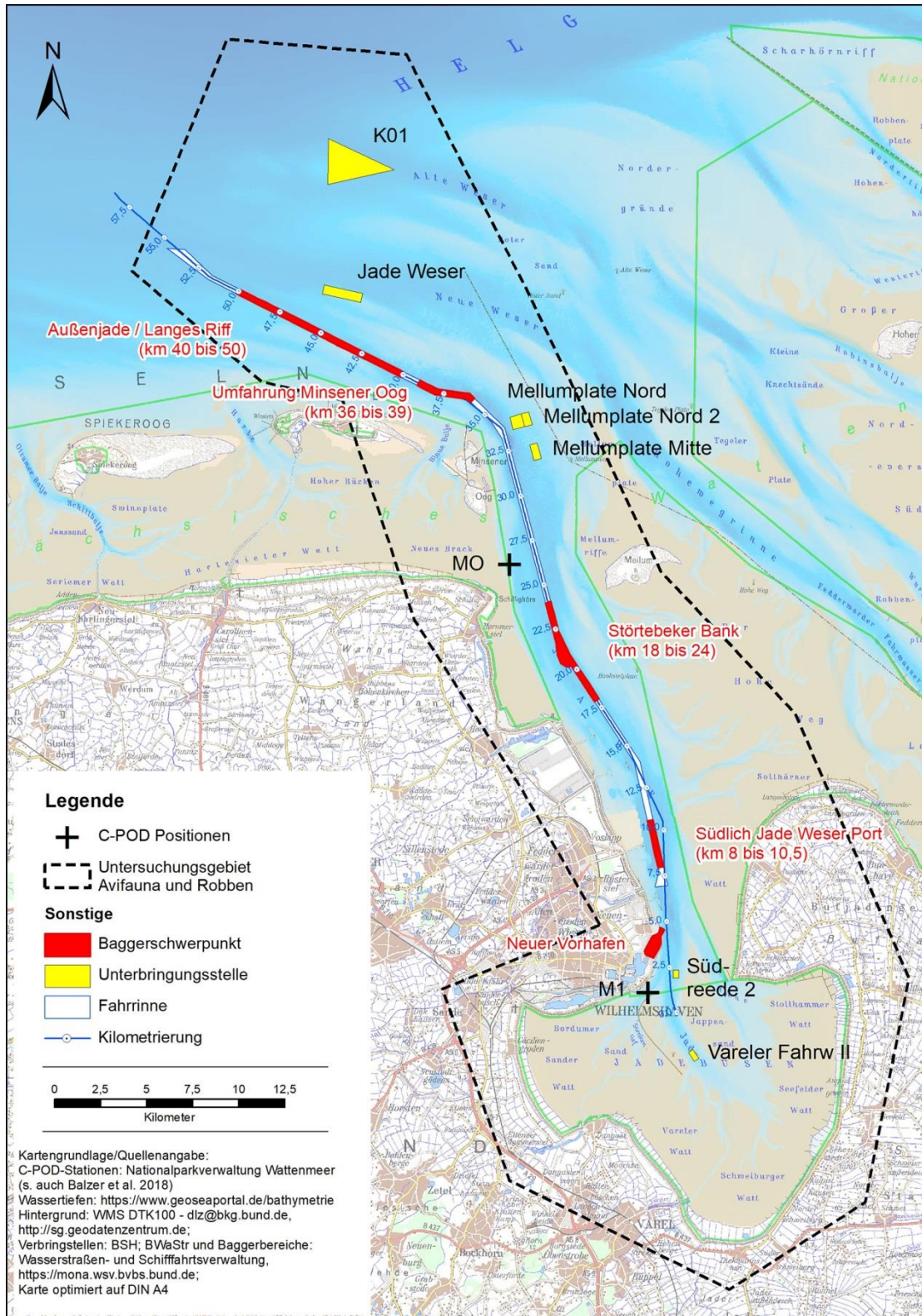


Abbildung 6: Betrachtungsraum (Untersuchungsgebiet) für Robben und die Avifauna sowie Lage der C-POD-Stationen (MO = Minsener Oog, M1 = Messstelle 1 Wilhelmshaven).

7. Zustandsbeschreibung

7.1. Hydrologie und Salzgehalte

Die Hydrologie im Jaderevier ist vor allem geprägt durch die Gezeiten und die windgetriebene Dynamik. Sie weist im Gegensatz zu Elbe, Weser und Ems keinen nennenswerten Oberwasserzufluss auf, ist deshalb entsprechend kein Ästuar, sondern eine Bucht. Auf Grund des Einflusses der Erdrotation sollte die Jade grundsätzlich auch nur unwesentlich vom Oberwasserzufluss der Weser beeinflusst sein. Zu den charakteristischen Merkmalen der Jade zählen die Abnahme der Ebbedauer von See kommend zum Jadebusen hin, eine Überströmung des Hohe Weg Watts von der Innenjade zur Außenweser, das Mäandern des Flut- und Ebbestromes in der Innenjade, die Reflexion der Tidewelle aus der Nordsee im Bereich des Jadebusens und daraus folgend Resonanzerscheinungen (Lang 2003).

Wasserstände

Wie in den benachbarten Gewässern Weser, Ems und Elbe nimmt die Gezeitendynamik von außen nach innen zu. Das mittlere Tidehochwasser (MThw) nimmt im Verlauf von Wangerooge bis Wilhelmshaven um etwa 40 bis 50 cm zu, gleichzeitig fällt das Tideniedrigwasser um 50 bis 60 cm ab. Daraus folgend nimmt der Tidenhub um etwa 110 bis 130 cm zu (Götschenberg & Kahlfeld 2008).

Der Verlauf der Wasserstände soll an dieser Stelle mit den drei Pegeln Wangerooge Nord, Schillig und Wilhelmshaven Alter Vorhafen illustriert werden. Grundlage ist das Gewässerkundliche Jahr 2018. Folgen wir Lang (2003), sind Gezeitenwellen in diesem Bereich als Teil des Eigenschwingungssystem der Jade zu sehen. Einfach ausgedrückt: einlaufende und reflektierte Tidewelle überlagern sich. Gleichzeitig ist der äußere Bereich der Jade so freiliegend, dass dieser Teil auch als Teil des Eigenschwingensystems der deutschen Bucht zu sehen ist.

Abbildung 7 zeigt exemplarisch für eine Tide die Entwicklung der Wasserstände entlang der Jade. Zu sehen ist die Aufsteilung der Tidekurve in Richtung der inneren Bucht. Anders als beispielsweise in der Elbe wird die Tidekurve dabei zunehmend symmetrischer.

Strömungen

Abschätzungen der Strömungen an den Unterbringungstellen und Baggerschwerpunkten lassen sich anhand unterschiedlicher Quellen durchführen. Zunächst einmal aus Strömungsmessungen: Es existieren seit 1998 Dauerstrommessungen, zusätzlich existieren Angaben aus Strömungsmesskampagnen (BfG 2003). Daneben werden in dem Gebiet unterschiedliche Modelle betrieben. Die BAW hat in diversen Projekten die Strömungen in dem Bereich modelliert, hier wird der BAW Bildatlas (BAW 2015) herangezogen.

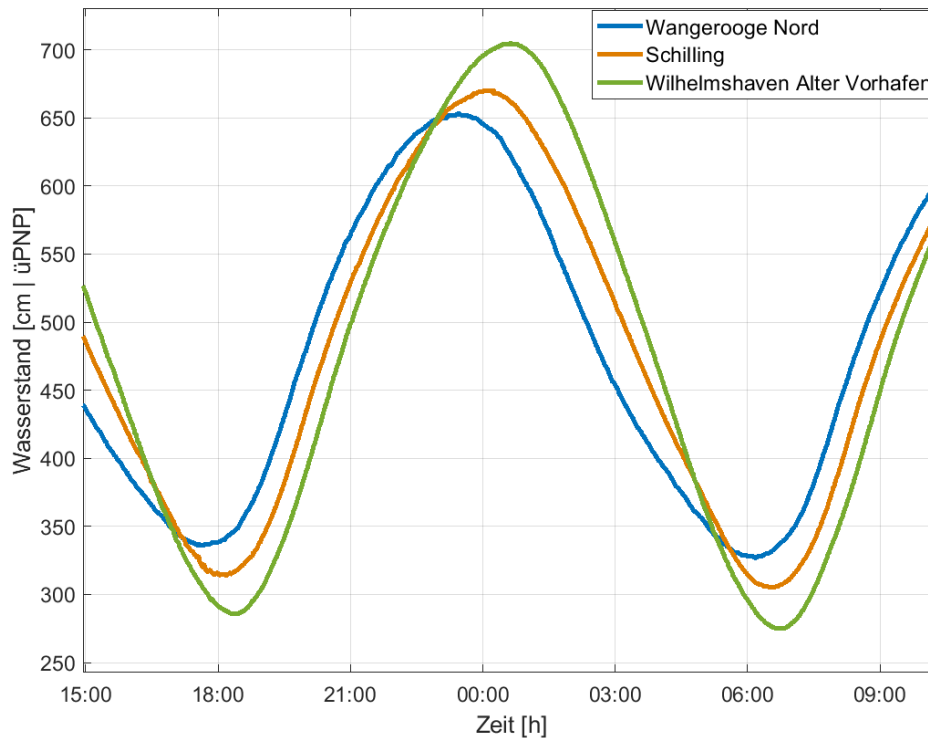


Abbildung 7: Entwicklung der Wasserstände im Jaderevier.

Zum Überblick lassen sich bei Götschenberg & Kahlfeld (2008) Strömungsinformationen finden, die aus den Messwerten der Dauerstrommessstellen berechnet wurden. Abbildung 8 fasst diese zusammen. Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten liegen demnach im Bereich zwischen 45 bis 60 cm/s. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten liegen etwa bei 100 cm/s. Sowohl die mittlere als auch die maximale Strömungsgeschwindigkeit nehmen geringfügig in Richtung Innere Jade ab.

Aus dem Verhältnis von Flutstromgeschwindigkeit zu Ebbestromgeschwindigkeit lässt sich die Flutstrom- oder Ebbestromdominanz ableiten. Es zeigt sich, dass sowohl der äußere als auch der innere Bereich ebbestromdominant ist, nur im Bereich Wilhelmshaven Neuer Vorhafen und Steenkentief wurden flutstromdominante Strömungen gemessen. Dieses deckt sich mit den Angaben aus BAW (2015); deren Abbildungen zeigen vor allem in den tieferen Bereichen, wie beispielsweise der Fahrrinne, gleichsam eine Dominanz der Ebbeströmungen.

Für die einzelnen Unterbringungsstellen lassen sich die Strömungsverhältnisse aus den Messkampagnen abschätzen, Ergebnisse hierfür sind in BfG (2003) zu finden. Tabelle 10 zeigt einen Überblick über die Strömungsverhältnisse. Die Größenordnungen liegen im Bereich der Strömungsinformationen aus Götschenberg & Kahlfeld (2008), grundsätzlich ist weder ausgeprägte Flut- oder Ebbestromdominanz zu finden, nur an der Unterbringungsstelle Jade-Weser wurde eine ausgeprägte Flutstromdominanz gemessen.

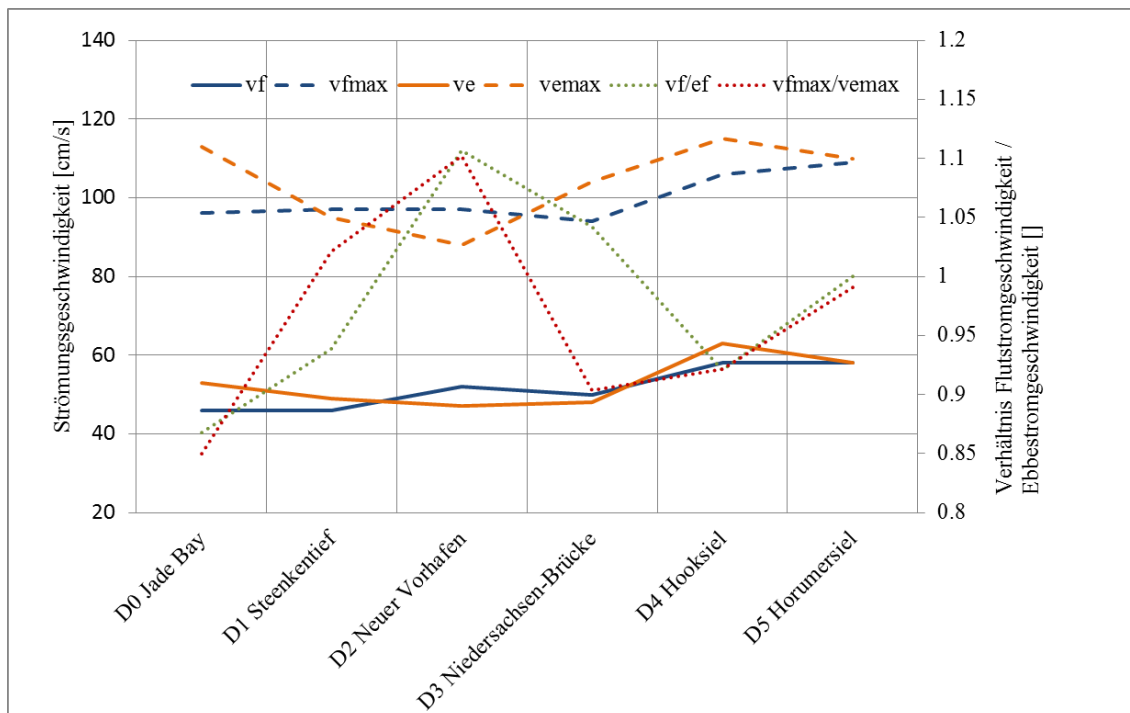


Abbildung 8: Übersicht über die Strömungsverhältnisse in der Jade auf Grundlage der Dauerstrommessungen.

Tabelle 10: Strömungsverhältnisse an den Unterbringungsstellen.

Parameter			K1	Jade-Weser	Mel-lum-plate	Vareler Fahrwasser	Südreede 2
vFlut	(Mittel)	cm/s	40	50	60	45	52
vFlut	(Maximum)	cm/s	71	105	97	90	85
vEbbe	(Mittel)	cm/s	37	46	61	43	46
vEbbe	(Maximum)	cm/s	64	75	98	85	85
vFLut/vEbbe	(Mittel)	cm/s	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1
vFLut/vEbbe	(Maximum)	cm/s	1.1	1.4	1.0	1.1	1.0
Flutstromrichtung		°	110	108	154	165	168
Ebbestromrichtung		°	301	300	330	350	343

K01

Im Gebiet der Unterbringungsstelle K01 ist die Hauptströmungsrichtung in nordwestlicher Richtung (Ebbe) bzw. in südöstlicher Richtung (Flut). BfG (2003) gibt für die Unterbringungsstelle Strömungsgeschwindigkeiten von im Mittel 37 cm/s und im Maximum 64 cm/s bei Ebbe sowie im Mittel 40 cm/s und im Maximum von 71 cm/s bei Flut an.

Jade-Weser

Im Gebiet der Unterbringungsstelle Jade-Weser ist die Hauptströmungsrichtung in nordwestlicher Richtung (Ebbe) bzw. in südöstlicher Richtung (Flut). BfG (2003) gibt für die Unterbringungsstelle Strömungsgeschwindigkeiten von im Mittel 46 cm/s und im Maximum 75 cm/s bei Ebbe sowie im Mittel 50 cm/s und im Maximum von 105 cm/s bei Flut an. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten sind die größten gemessenen Strömungen im Untersuchungsgebiet.

Mellumplate

Im Gebiet der Unterbringungsstellen Mellumplate (Nord, Nord 2, Mitte) ist die Hauptströmungsrichtung südöstlich (Ebbe) bzw. nordwestlich (Flut). BfG (2003) gibt für die Unterbringungsstelle Strömungsgeschwindigkeiten von im Mittel 61 cm/s und im Maximum 98 cm/s bei Ebbe sowie im Mittel 60 cm/s und im Maximum von 97 cm/s bei Flut an.

Vareler Fahrwasser II

Im Gebiet der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II ist die Hauptströmungsrichtung in südöstlicher Richtung (Ebbe) bzw. in nordwestlicher Richtung (Flut). BfG (2003) gibt für die derzeit nicht mehr genutzten Unterbringungsstellen Vareler Fahrwasser Nord und Süd, die nahe zu der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II lagen, Strömungsgeschwindigkeiten von im Mittel 43 cm/s und im Maximum 85 cm/s bei Ebbe sowie im Mittel 45 cm/s und im Maximum von 90 cm/s bei Flut an.

Südreede 2

Im Gebiet der Unterbringungsstelle Südreede 2 ist die Hauptströmungsrichtung in südöstlicher Richtung (Ebbe) bzw. in nordwestlicher Richtung (Flut). BfG (2003) gibt für die Unterbringungsstelle Strömungsgeschwindigkeiten von im Mittel 46 cm/s und im Maximum 85 cm/s bei Ebbe sowie im Mittel 52 cm/s und im Maximum von 85 cm/s bei Flut an.

Seegang

Im Bereich der Unterbringungsstellen ist bei Wind aus Nordnordwest, bzw. Nord bis Nordnordost die Streichlänge am größten, somit ist mit Wind aus dieser Richtung der höchste Seegang zu erwarten. Mit dieser Eingangsinformation kann mittels eines Seegangsatlases der deutschen Nordseeküste (Mai & Zimmermann 1999) der Parameter „signifikante Wellenhöhen“ (H_s = Mittel des oberen Drittels der Wellenhöhen) im Bereich der Unterbringungsstellen abgeschätzt werden. Die maximale Streichlänge kann bei einer Windrichtung von 330° bis 30° erreicht werden. Es werden Werte für die Windgeschwindigkeiten von 10 ms^{-1} , 15 ms^{-1} und 28 ms^{-1} angegeben. Tabelle 11 zeigt, dass die signifikanten Wellenhöhen im Bereich der äußeren Unterbringungsstellen K01 und Jade-Weser Werte von etwa 4 m bis 5 m annehmen können, im Bereich Mellumplate werden Wellenhöhen von bis zu 2,5 m erreicht

und an den weiter innen liegenden Unterbringungsstellen sind signifikante Wellenhöhen bis etwa 1 m bis 1,5 m zu erwarten.

Tabelle 11: Signifikante Wellenhöhen an den Unterbringungsstellen.

Unterbringungsstelle	Hs [m]		
	Windrichtung,- geschwindigkeit 330° - 30°, 10 ms ⁻¹	Windrichtung,- geschwindigkeit 330° - 30°, 10 ms ⁻¹	Windrichtung,- geschwindigkeit 330° - 30° 10 ms ⁻¹
K01	2,1 (± 0,7)	3,0 (± 0,9)	4,6 (± 1,0)
Jade-Weser	1,6 (± 0,7)	2,3 (± 0,9)	4,5 (± 1,0)
Mellumplate (Nord / Nord 2/ Mitte)	1,1 (± 0,3)	1,6 (± 0,5)	2,5 (± 1,0)
Südreede 2	0,6 (± 0,3)	0,8 (± 0,4)	1,3 (± 0,5)
Vareler Fahrwasser II	0,4 (± 0,2)	0,6 (± 0,3)	1,0 (± 0,5)

Salzgehalte und vertikale Schichtung der Jade

Aufgrund des fehlenden Oberwasserabflusses der Jade gibt es in der Jade nur einen zu vernachlässigen horizontalen Dichtegradienten und damit auch nur einen geringen Dichtefluss. Damit ist auch eine vertikale Schichtung durch Salzgehalte nicht zu erwarten.

Stanev et al. (2015) zeigen in ihrer Abbildung 5 die Jade im Vergleich zur Tideweser und zur Tideelbe. Es zeigt sich in der Jade eine annähernd komplett durchmischte Wassersäule, mit Salzgehaltsunterschieden kleiner als 0,1 PSU, dennoch eine, wenn auch geringe ästuarine Zirkulation. Die horizontalen Gradienten, die die ästuarine Zirkulation begründen, entstehen durch die Rezirkulation von Brackwasser aus dem Weserästuar (implizit jeweils in Abbildung 6 aus Stanev et al. 2015 und Stanev et al. 2019).

Folgen wir Pohlmann (1996) und Schrum (1997) existiert insbesondere im Sommer eine Temperaturschichtung in der südlichen Nordsee in einer Tiefe von etwa 20 m. In flacheren Bereichen wie der Jade sind die Durchmischungskräfte von Seegang und Tideströmungen hinreichend, um die Wassersäule zu durchmischen. Eine Temperaturschichtung ist in der Jade entsprechend nicht zu erwarten.

7.2. Sedimente / Morphologie

7.2.1. Baggerschwerpunkte

In diesem Kapitel werden nachfolgend die Ergebnisse der Analyse der Sedimentproben der Gewässersohle beschrieben (s. auch Kap. 6.3). Ein Großteil der Unterhaltungsbaggermengen resultiert aus seitlichen Eintreibungen in das Hauptfahrwasser, hierbei handelt es sich überwiegend um feinsandige Sedimente; in der Innenjade bzw. im Neuen Vorhafen sind den feinsandigen Sedimenten auch höhere Feinkornanteile (< 63 µm, Fraktionen Ton und Schluff) beigemischt. Die Sedimente der Gewässer sind deutlich sandiger, enthalten zum Teil auch grobsandige und kiesige Anteile.

Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiete 1 und 2)

1. Teilabschnitt km 45 bis 50

Bei den potenziellen Baggergutsedimenten im Baggerschwerpunkt aus Kampagne 2 handelt es sich um Feinsand (Abbildung 9). Auch bei Kampagne 1 haben die meisten Proben ein feinsandiges Sediment und damit auch potenzielles Baggergut erfasst; einige dieser Proben weisen als Nebenbestandteil Mittelsand auf, dieser Anteil beträgt maximal 20 Gew.-% (Abbildung 10). Nur bei einer Probe (Ja50l bei km 50) wurde ein feinsandiger Mittelsand erfasst. Bei den Kampagnen 1 und 2 lag hier der Feinkornanteil (< 63 µm) zumeist bei nur wenigen Gewichtsprozent, maximal bei bis zu 10 Gew.-%. Die Feinkornanteile lagen bei Kampagne 1 systematisch um wenige Gewichtsprozent höher als bei den Proben, die wenige Monate später im August / September 2015 (Kampagne 2) erfasst worden sind.

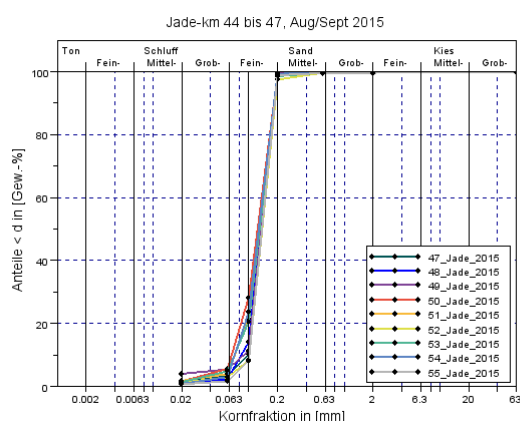


Abbildung 9: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 1); Probennahmekampagne August / September 2015 (Kampagne 2).

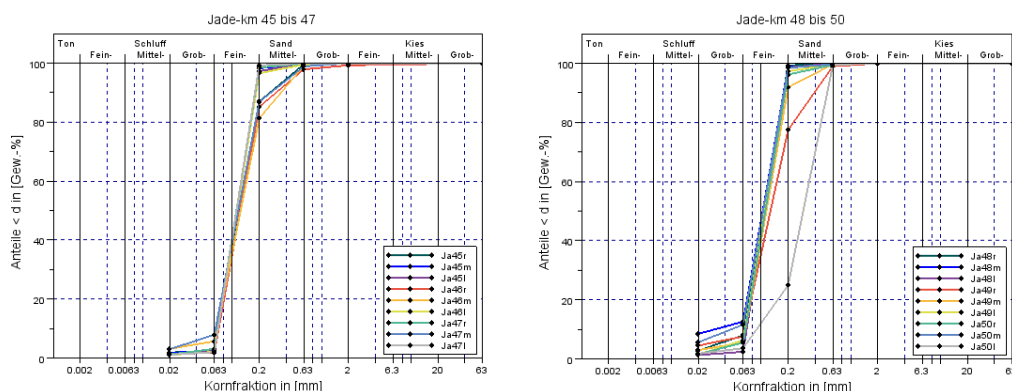


Abbildung 10: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 1); Probennahmekampagne Dezember 2014 / Februar 2015 (Kampagne 1).

2. Teilabschnitt km 40 bis 45

Auch bei den im Teilabschnitt km 40 bis 45 erfassten potenziellen Baggergutsedimenten handelt es sich um Feinsand (Abbildung 11). Zwei Proben weisen einen Mittelsandanteil von

etwa 20 Gew.-% auf. Bei der Probe 37 handelt es sich um einen Mittelsand, dem größere Bestandteile wie Grobsand und Kies beigemischt sind. An dieser Position ist sehr wahrscheinlich die anstehende Gewässersohle und kein potenzielles Baggergut beprobt worden. Die in der ersten Kampagne (Dezember 2014/Februar 2015, Abbildung 12) genommenen Proben der anstehenden Gewässersohle sind im Vergleich zum potenziellen Baggergut in ihrer Zusammensetzung erkennbar gröber. Sedimente mit einem Hauptbestandteil Mittelsand bzw. mittelsandigem Feinsand wurden bei km 42 angetroffen. Grobsandige oder kiesige Sedimente treten nur untergeordnet auf. Bei km 43 und 44 wurde ein Feinsand, zum Teil auch schluffig, erfasst. Dieser Streckenabschnitt ist ein lokaler Baggerschwerpunkt, hier ist wie bei der zweiten Kampagne im August/September 2015 potenzielles Baggergut beprobt worden. Im Vergleich zu den früheren Ergebnissen aus BfG (2003) wurde zuletzt in beiden Teilabschnitten ein vergleichbares Sedimentinventar erfasst.

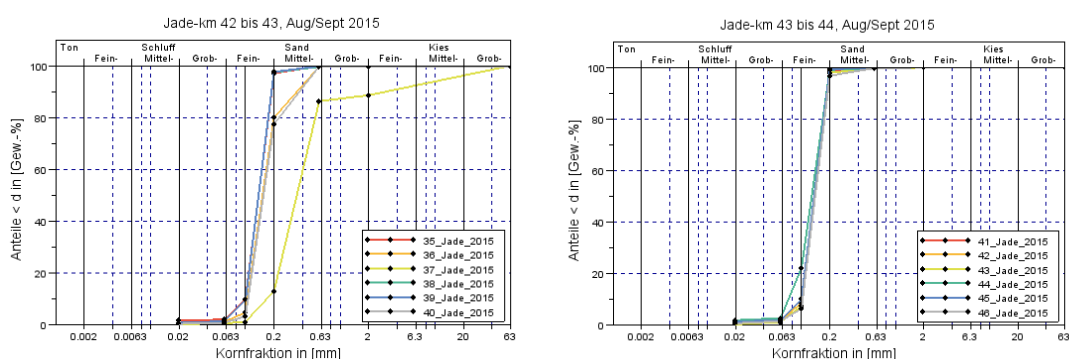


Abbildung 11: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 2); Probennahmekampagne August / September 2015.

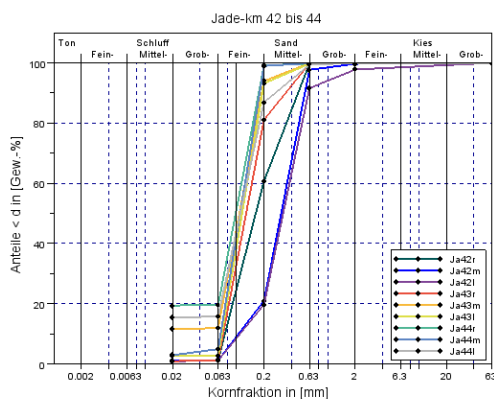


Abbildung 12: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Außenjade / Langes Riff (Teilgebiet 2); Probennahmekampagne Dezember 2014 / Februar 2015.

Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog

Der am intensivsten unterhaltene Bereich rund um km 37 ist durch die Proben 29 bis 31 (Abbildung 13) sowie die Ja37r, Ja38r und Ja38m (Abbildung 14) erfasst worden. Das hier erfasste potenzielle Unterhaltungsbaggergut ist Feinsand, einzig die Probe 29_Jade_2015 (Abbildung 13) ist durch einen Mittelsandanteil von etwa 30 Gew.-% geprägt. Im weiteren Verlauf bei km 38 und 39 sind die beprobten Sedimente weiterhin feinsandig mit möglichen

Anteilen Mittelsand von bis zu 30 Gew.-%. Die Mittelsandanteile deuten vielmehr darauf hin, dass an diesen Positionen nicht ausschließlich die seitlichen Feinsandeintreibungen in den Fahrrinnenbereich erfasst wurden, sondern auch anteilig die anstehende Gewässersohle. Bei der ersten Kampagne im Dezember 2014 / Februar 2015 wurde dieser Bereich großflächig erfasst und außerhalb der gebaggerten Bereiche im Abschnitt zwischen km 36 und 41 waren die Zusammensetzungen der Sedimente erheblich grobkörniger und wiesen auch kiesige Anteile von bis zu 20 Gew.-% auf. In BfG (2003) ist damals der Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog nicht beprobt worden.

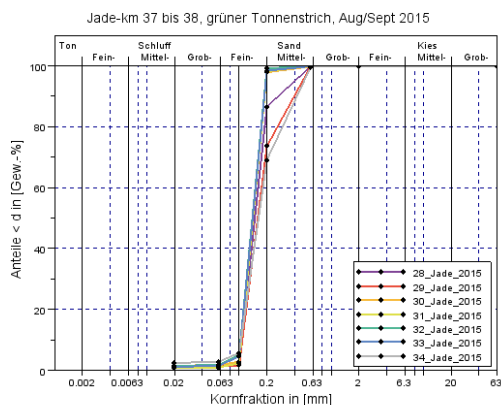


Abbildung 13: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog; Probekampagne August / September 2015.

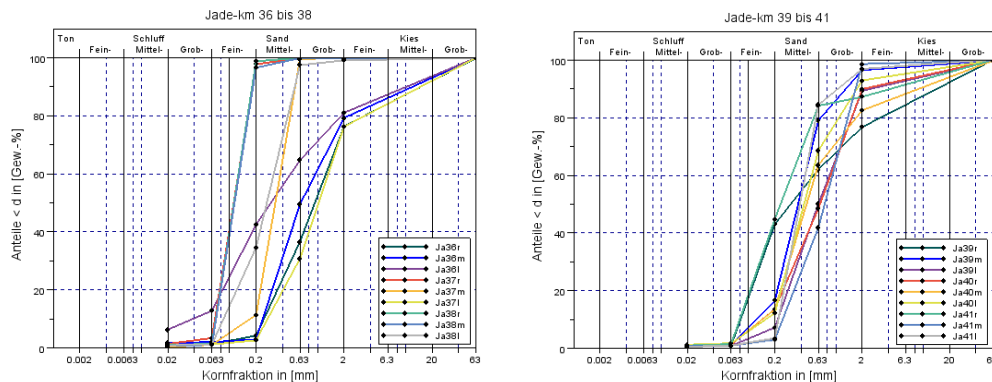


Abbildung 14: Korngrößenverteilung der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog; Probekampagne Dezember 2014 / Februar 2015.

Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank

1. Teilabschnitt km 22 bis 24

Das potenzielle Baggergut ist hier überwiegend feinsandig, je nach Position mit geringen Anteilen Feinkorn ($< 63 \mu\text{m}$) oder Mittelsand (Abbildung 15). Bei den stark mittelsandigen Proben ist davon auszugehen, dass hier nicht ausschließlich seitliche Eintreibungen sondern anteilig die anstehende Gewässersohle erfasst wurde. Dies zeigen die Proben, die bei der Kampagne im Dezember 2014 / Februar 2015 auf der gegenüberliegenden Seite entlang des grünen Tonnenstrichs (kein Baggerschwerpunkt) genommen wurden (Abbildung 16). Hier ist

die Gewässersohle von einem sehr heterogenen Sedimentinventar geprägt. Hauptbestandteile sind fein- und mittelsandige Sedimente, denen abhängig von der Position unterschiedlich große Anteile feinkörniger (< 63 µm) Sedimente oder auch noch grobkörnigere Sedimente wie Grobsand und geringe Anteile Feinkies beigemischt waren.

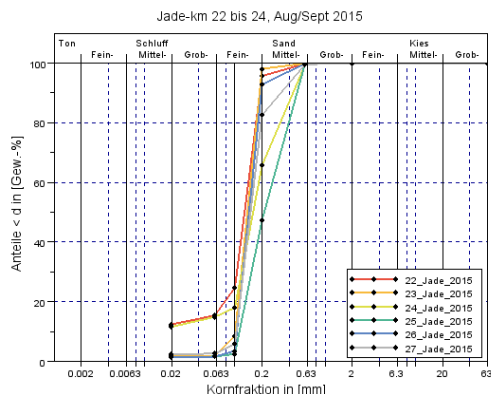


Abbildung 15: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, hier erster Teilbereich (zwischen km 22 und 24); Probennahmekampagne August / September 2015.

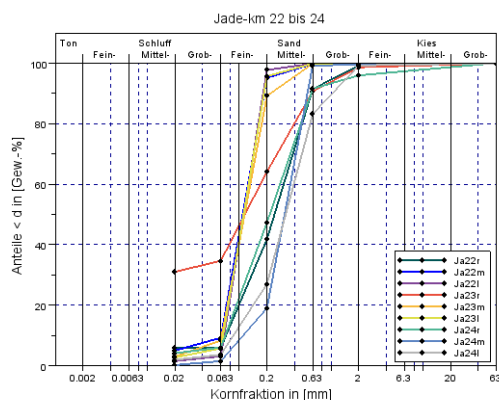


Abbildung 16: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank (km 22 – 24); Probennahmekampagne Dezember 2014 / Februar 2015.

2. Teilabschnitt km 18 bis 22

Bei den zu baggernden Sedimenten handelt es sich um Feinsande mit einem Mittelsandanteil in der Spannweite von 10 bis 30 Gew.-% (Abbildung 17, links). Die in den Proben enthaltenen Feinkornanteile haben ihre Ursache in Schlicklinsen (Abbildung 17, rechts). Die Gewässersohle außerhalb der Baggerfelder ist zumeist durch mittelsandige Sedimente geprägt, darin enthalten sind auch grobkörnigere Sedimente von Grobsand bis hin zu geringen Anteilen Kies (Abbildung 18).

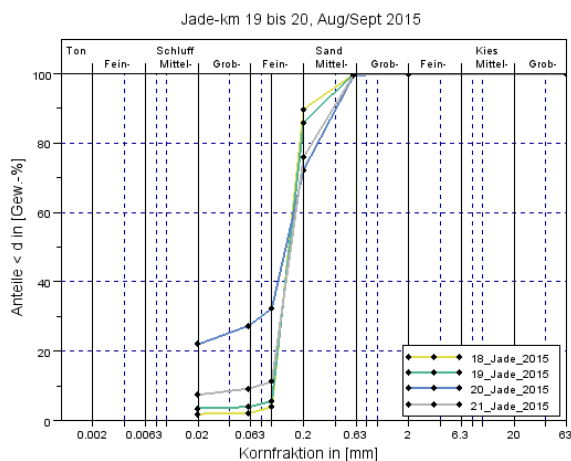


Abbildung 17: (links) Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, hier zweiter Teilbereich (zwischen km 18 und 21); (rechts) Probe 20 mit aufliegenden Schlicklinsen; Probennahmekampagne August / September 2015.

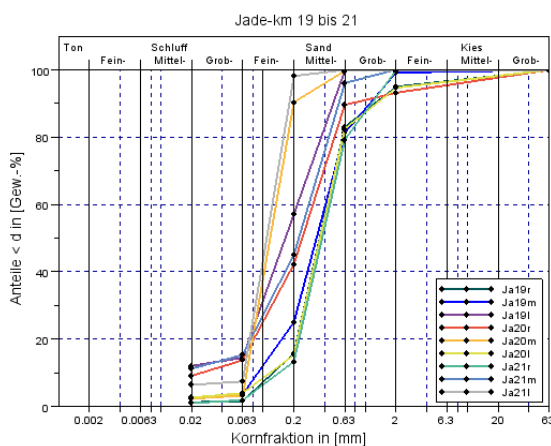


Abbildung 18: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank, Abschnitt (km 19 – 21); Probennahmekampagne Dezember 2014 / Februar 2015.

Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port

In BfG (2003) ist das Sedimentinventar in diesem Teilabschnitt südlich des heutigen Jade-Weser-Ports je nach Position als Feinsand mit Mittelsandanteilen bzw. Schluffanteilen sowie bereichsweise auch das Auftreten von Schlickfeldern beschrieben.

Im Abschnitt km 8 bis 9 ist bei der Probennahme potenzielles Baggergut angetroffen worden, das sich aus Sedimenten mit dem Hauptbestandteil Feinsand und Feinkornanteilen ($< 63 \mu\text{m}$) in der Größenordnung von 30 bis 50 Gew.-% zusammensetzt (Abbildung 19). Die umgebende Gewässersohle ist durch Sedimente mit einem höheren Anteil Feinsand und dafür einem geringeren Feinkornanteil geprägt (Abbildung 20). Der Mittelsandanteil im Baggergut liegt bei wenigen Gew.-%, ansonsten kann dieser in diesem Abschnitt auch bei etwa über 10 Gew.-% betragen.

Im Abschnitt km 10 bis 11 ist die Zusammensetzung des potenziellen Baggerguts etwas heterogener. Der Anteil Feinsand liegt hier in einer Bandbreite zwischen 35 und 90 Gew.-%, der Feinkornanteil schwankt je nach Position zwischen 5 und 65 Gew.-%. Die in diesem Bereich angetroffenen Sedimente können abhängig von der Entnahmeposition innerhalb dieser Bandbreite jede Zusammensetzung annehmen. Bei der Beprobung der anstehenden Gewässersohle ist wie in den vorangehend beschriebenen Gewässerabschnitten ein sehr heterogenes und vor allem gröberes Sedimentinventar aus Mittel- und Grobsanden sowie Kiesanteilen erfasst worden. Für den gesamten Abschnitt zwischen km 8 und 11 wiesen in der Tendenz die auf der Seite des grünen Tonnenstrichs entnommenen Sedimentproben höhere Feinkornanteile als die auf Seite des roten Tonnenstrichs entnommenen Proben auf.

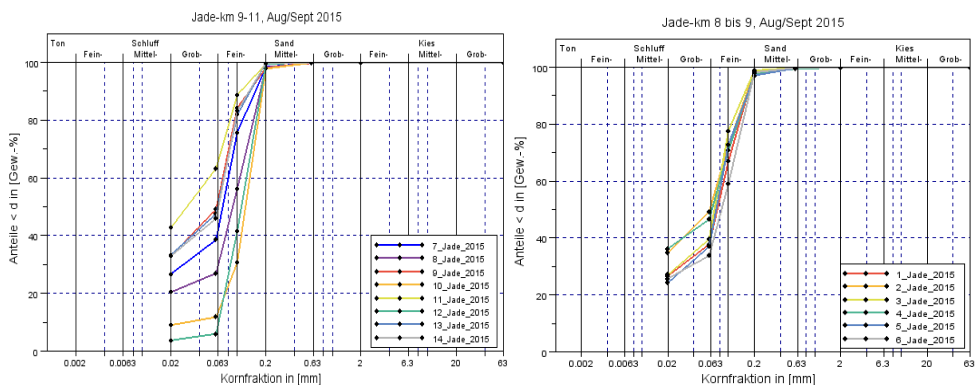


Abbildung 19: Korngrößenverteilung potenzielles Baggergut im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (zwischen km 8 und 11); Probennahmekampagne August / September 2015.

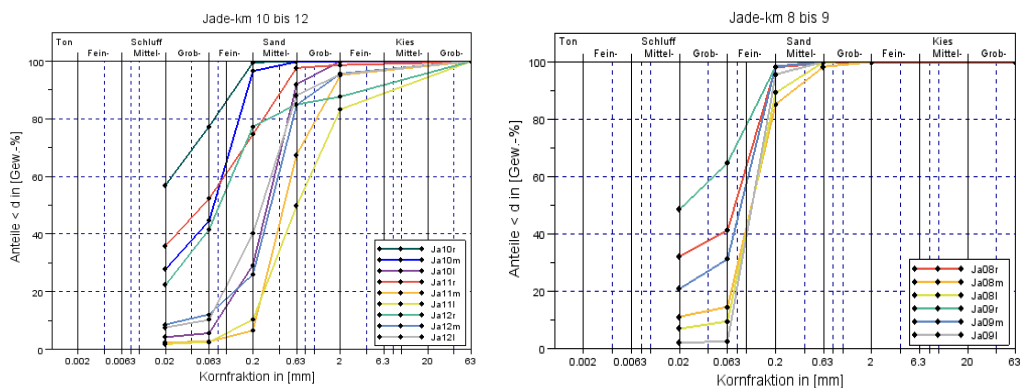


Abbildung 20: Korngrößenverteilung Sedimente der Gewässersohle im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port (zwischen km 8 und 12); Probennahmekampagne Dezember 2014 / Februar 2015.

Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen

Das potenzielle Baggergut im Neuen Vorhafen ist sehr feinkörnig mit einem Anteil der Fraktionen Ton und Schluff (Fraktionen < 63 µm) in der Regel von 80 – 90 Gew.-% (Abbildung 21). Die restlichen Anteile entfallen auf Feinsand, vereinzelt kann der Feinsandanteil auch 20 bis 30 Gew.-% betragen. Bei der Probe 3 ist die anstehende Gewässersohle mit einer breiten Korngrößenverteilung von tonig, schluffigen Anteilen bis hin zu kiesigen Anteilen erfasst

worden. Eine Veränderung bei der Zusammensetzung des potenziellen Baggerguts, wie in BfG (2003) beschrieben, ist nicht zu erkennen.

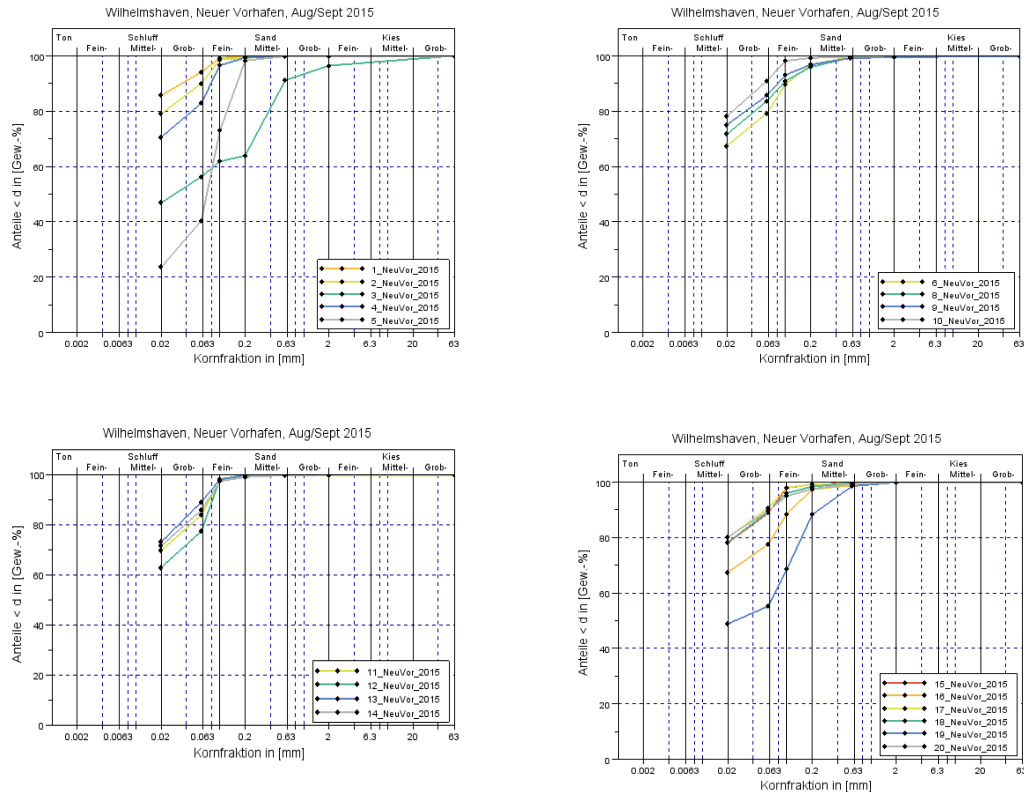


Abbildung 21: Korngrößenverteilung Sediment des Gewässerbodens im Baggerschwerpunkt Neuer Vorhafen, Probennahmekampagne August 2015 / September 2015.

7.2.2. Unterbringungsstellen

Beschrieben wird der Ist-Zustand durch Angaben zum sedimentologischen Zustand der Gewässersohle, der Gewässerbettentwicklung, der morphologischen Sohlstrukturen und deren Dynamik, was einen Hinweis auf die Sedimenttransportverhältnisse gibt. Für die Erfassung des sedimentologischen Zustands sind Proben entnommen worden (s. Kapitel 6.3). Die Beschreibung der Gewässerbettentwicklung hat Differenzmodelle zur Grundlage, die durch Auswertung aufeinander folgender Fächerlotpeilungen berechnet worden sind. Ergänzt wird diese Beschreibung durch Angaben zu Menge und Art des Baggerguts, das auf die verschiedenen Stellen verbracht worden ist.

Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle

Zusammengefasst in Tabelle 12 sind die sedimentologischen Eigenschaften der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen. Auf jeder Unterbringungsstelle wurden im Rahmen der Makrozoobenthosuntersuchung (Kampagne 3) acht Proben genommen und auf Korngrößen analysiert (s. Kapitel 6.3). Alle Angaben erfolgen als Mittelwert (gerundet auf Ganzzahl) für die Gewichtsanteile der Einzelproben in jeder Sedimentfraktion.

Tabelle 12: Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen (Datengrundlage: Korngrößenanalyse im Rahmen der Kampagne 3).

	Feinkorn ^{*1}	Feinsand ^{*2}	Mittelsand ^{*2}	Grobsand ^{*2}	Kies
	< 63 µm [%]	63 bis 250 µm [%]	250 bis 500 µm [%]	500 bis 2000 µm [%]	> 2000 µm [%]
K01	4	90	5	1	0
Jade Weser	5	45	35	14	1
Mellumplate Mitte	2	11	46	38	4
Mellumplate Nord	2	19	51	22	6
Mellumplate Nord 2	20	51	20	8	1
Südreede 2	54	32	6	6	2
Vareler Fahr- wasser II	51	35	8	4	2

*1 Fraktionen Ton und Schluff

*2 Einteilung der Sedimentfraktionen Feinsand und Mittelsand nicht gemäß DIN EN ISO 14688-1, sondern abweichend nach den verwendeten Sieben 250 µm (Grenze Feinsand) bzw. 500 µm (Grenze Mittelsand)

Auf der Unterbringungsstelle **K01** wird die Gewässersohle fast ausschließlich durch feinsandiges Sediment geprägt, wohingegen auf der Unterbringungsstelle **Jade Weser** fein- und mittelsandige Sedimente, teils auch mit Anteilen Grobsand angetroffen werden können. Das Sedimentinventar auf der Unterbringungsstelle **Mellumplate Mitte** ist geprägt durch sandige Sedimente, Hauptbestandteil ist je nach Einzelprobe Mittel- oder Grobsand; vergleichbares trifft auf die Gewässersohle der Unterbringungsstelle **Mellumplate Nord** zu, hier dominiert etwas mehr der Mittelsand. Auf der unmittelbar benachbarten Unterbringungsstelle **Mellumplate Nord 2** ist das Sedimentinventar deutlich stärker von Feinsanden mit Feinkornanteilen von im Mittel 20 Gew.-% geprägt. Das feinkörnigste Sedimentinventar weisen die Gewässersohlen auf den Unterbringungsstellen **Südreede 2** und **Vareler Fahrwasser II** auf. Es handelt sich hierbei um stark feinsandige Feinsedimente (Fraktionen Ton und Schluffe, < 63 µm). Bei Einzelproben können auch Mittelsandanteile von 10 bis 20 Gew.-% auftreten. Im Mittel über alle Proben liegt der Anteil von Sedimenten > 250 µm bei etwa 14 Gew.-%.

Im Vergleich zu früheren Daten – hier die Sedimentproben aus der Probenahme im April 2000, beschrieben in BfG (2003) – kann auf keiner der untersuchten Unterbringungsstellen ein wesentlich verändertes Sedimentinventar festgestellt werden. Die Sedimentverhältnisse sind gemäß den vorliegenden Daten über viele Jahre unverändert geblieben.

Gewässerbettentwicklung

Wenn Anteile der verbrachten Baggergutmengen im Bereich der Unterbringungsstelle längerfristig zur Ablagerung kommen, resultieren daraus ein Aufwuchs und eine veränderte Höhen-

lage der Gewässersohle. Die sich tatsächlich einstellenden Veränderungen sind von verschiedenen Faktoren abhängig: Menge und Korngrößenzusammensetzung des Baggerguts, Intensität und Dauer der Beaufschlagung mit Baggergut, Strömungsverhältnisse, Erosionsstabilität der Sedimente und lokale Sedimenttransportverhältnisse. Verbleibt das Volumen der Gewässersohle trotz der kontinuierlichen Verbringung größerer Mengen Baggergut unverändert, spricht man in diesem Fall von einer Durchgangs-Unterbringungsstelle. Im Allgemeinen trifft dieses nur auf Unterbringungsstellen zu, auf denen überwiegend bindige und damit in der Tendenz sehr feinkörnige Sedimente verbracht werden.

In Tabelle 13 sind maßgebliche Kennzahlen für eine Beschreibung der Gewässerbettentwicklung und ihrer möglichen Einflussfaktoren zusammengestellt. In der letzten Spalte „Veränderung Gewässersohle total“ wird angenommen, dass die Sedimentauflage gleichverteilt ist und damit überall auf der Unterbringungsstelle stets dieselbe Mächtigkeit aufweist. In der Realität bilden sich jedoch häufig Ablagerungskörper, da das Baggergut zumeist auf einer kleineren Teilfläche innerhalb der Unterbringungsstelle in die Wassersäule eingebracht wird und dann dort bevorzugt die sandigen Baggergutanteile konzentriert zur Ablagerung kommen; auch solche Entwicklungen werden nachfolgend noch beschrieben. Die Einteilung der Zeiträume in Tabelle 13 erfolgte für jede Unterbringungsstelle individuell abhängig von dem Aufnahmezeitpunkt der ersten und letzten Peilung, welche die Eingangsdatensätze für die Erstellung der Differenzmodelle bilden. Diese wiederum wurden genutzt, um die Veränderung der mittleren Lage der Gewässersohle zu berechnen (letzte Spalte in Tabelle 13).

Die in Tabelle 13 enthaltenen Daten zu Baggergutmengen und -zusammensetzung stammen aus unterschiedlichen Datenquellen. Alle Daten zu den WSV-eigenen Baggerungen (Unterhaltung Fahrwinne) inklusive der Unterhaltungsbaggerungen im Neuen Vorhafen sind in der WSV-Datenbank MoNa (Monitoring Nassbaggergut) erfasst. Ab 2017 werden dort alle Baggermengen einheitlich als m^3 Aufmaßvolumen geführt, in früheren Jahren sind die Mengen im Jaderevier zum Teil auch als m^3 Laderaumvolumen erfasst worden. Beide Volumeneinheiten unterscheiden sich in der Art ihrer Erfassung auf dem Hopperbagger. Der wesentliche Unterschied ist die verbesserte Erfassung der tatsächlich gebaggerten Feststoffvolumina im Fall von m^3 Aufmaßvolumina (weitere Erläuterungen in HMT (2012)). Um dennoch einen Überblick über Gesamtbaggermengen und die Intensität der Nutzung der verschiedenen Unterbringungsstellen zu erhalten, sind für die Jahre vor 2017 die Volumina trotz unterschiedlicher Volumeneinheiten in vereinfachter Weise und ohne Umrechnungsfaktor aufsummiert worden. Nicht erfasst in der MoNa Datenbank sind sämtliche Baggerungen Dritter. Gemäß den Angaben des WSA Wilhelmshaven lagen diese im Zeitraum 2013 bis 2014 bei nur wenigen Tausenden bis Zehntausenden m^3 pro Jahr. Mit der Inbetriebnahme des Jade Weser Ports fallen seit 2015 wieder regelmäßig größere Mengen an Unterhaltungsbaggergut Dritter an. Verbracht wird dieses Baggergut überwiegend auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte; in Tabelle 13 werden diese Mengen gesondert aufgeführt. Gemäß IMP (2019) handelt es sich hierbei um bindiges Baggergut mit einem hohen Feinkornanteil.

Tabelle 13: Bindige (BOB) und nicht-bindige (NB) Baggergutmengen zur Verbringung auf Unterbringungsstellen im Analysezeitraum und resultierende Veränderung der Gewässersohle. Datenquelle: WSV-Datenbank sowie Angaben des WSA Wilhelmshaven zu Mengen Baggergut Dritter.

	Fläche [ha]	Zeitraum von - bis	Σ NB [Mio. m ³]	Σ BOB [Mio. m ³]	Intensität (Σ NB + BOB) [m ³ /d/ha]	Veränderung Gewässersohle total [cm]
K01	520,4	02.12.2013 - 23.08.2016 (31.12.2018)	8,5 (13,8)	0,01 (0,01)	16,4 (14,3)	135 (unbekannt)
Jade Weser	106,6	15.01.2013 - 23.07.2018	2,887	1,729	21,5	5
Mellumplate Mitte	33,5	09.04.2013 - 13.09.2018	2,455	4,980 + 1,785*	138,7	117
Mellumplate Nord	46,7	09.04.2013 - 13.09.2018	0,163	0,177	3,6	-108
Mellumplate Nord 2	30,6	09.04.2013 - 13.09.2018	0,428	4,37	79,1	167
Südreede 2	13,5	04.04.2013 - 09.10.2018	0,029	1,845	63,1	46
Vareler Fahr- wasser II	17	01.01.2013 - 31.12.2018	0	0	0	keine Daten verfügbar

* Baggergutmengen Dritter, v. a. aus der Unterhaltung der Liegeplätze am Jade Weser Port

Auf die Unterbringungsstelle **K01** werden fast ausschließlich nicht-bindige Sedimente verbracht. In der Statistik ist K01 mit rd. 8,5 Mio. m³ im Zeitraum 12/2013 bis 8/2016 die Unterbringungsstelle mit den größten Baggergutmengen; bis 12/2018 liegt die Gesamtmenge bei 13,8 Mio. m³. Zugleich ist sie mit 520 ha mit Abstand die größte Stelle im Jaderevier, so dass sie mit einer Beaufschlagungsintensität von nur 14,3 m³/(d*ha) einen im Vergleich zu den anderen Stellen geringen Wert aufweist. Im analysierten Zeitraum von 12/2013 bis 8/2016 hat die mittlere Sohlage auf der Unterbringungsstelle um 135 cm zugenommen. Die Differenzpläne zeigen im Zentrum der Unterbringungsstelle den weiteren Aufwuchs eines großen Ablagerungskörpers. Die Analysen zeigen auch, dass nur wenig Erosion im Bereich der Unterbringungsstelle stattfindet und hier verbrachtes Baggergut zu einem großen Anteil dauerhaft verbleibt; das Volumen der Gewässersohle hat im Zeitraum von 12/2013 bis 8/2016 um 7 Mio. m³ [Sohlvolumen] zugenommen bei einer verbrachten Baggergutmenge von 8,5 Mio. m³ [Aufmaßvolumen]. Von einer solchen deutlichen Zunahme des Volumens der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle wird bereits in BfG (2003) berichtet.

Die Unterbringungsstelle **Jade Weser** wird mit einer zur K01 vergleichbaren Intensität von $21,5 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ mit Baggergut beaufschlagt. Bei etwa 40 % der auf die Unterbringungsstelle Jade Weser verbrachten Mengen handelt es sich jedoch um bindiges (BOB) Baggergut. Die mittlere Sohllage auf der Unterbringungsstelle hat hier um nur 5 cm zugenommen. Die resultierende Erhöhung von insgesamt nur 5 cm ist vor allem auf den Zeitraum 2013 bis Mitte 2015 zurückzuführen; damals wurde die Stelle mit nur geringer Intensität genutzt und das Volumen der Gewässersohle hat um 26 cm abgenommen. In letzter Zeit ist die Stelle mit bis zu $41,2 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ bzw. $4.400 \text{ m}^3/\text{d}$ über den Zeitraum eines Jahres deutlich intensiver beaufschlagt worden. Seitdem hat das Volumen der Gewässersohle durchgängig wieder zugenommen. Für den Zeitraum von 1992 (Einrichtung der Unterbringungsstelle und erstmals Verbringung von Baggergut) bis etwa 2000/2001 berichtet BfG (2003) von einer Volumenzunahme der Gewässersohle von 9 Mio. m^3 , umgelegt auf die Fläche ergäbe dies einen mittleren Zuwachs von rd. 8 cm. Zeitgleich sind von 1992 bis 2001 dort insgesamt 28 Mio. m^3 Baggergut verbracht worden, was einer mittleren Intensität von $72 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ entspricht und damit deutlich über den aktuellen Werten liegt.

Die dritthöchsten Baggergutmengen werden auf der Unterbringungsstelle **Mellumplate Mitte** verbracht. Deren relativ kleine Fläche macht diese Unterbringungsstelle mit durchschnittlich $138,7 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ zu der am intensivsten beaufschlagten Unterbringungsstelle im Jade Revier. Der Zuwachs der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte beträgt 117 cm seit 2013. Nach einer kurzen Phase einer Abnahme in 2013 wächst seit 2014 die Gewässersohle kontinuierlich an, den stärksten Zuwachs erfuhr die Stelle im Zeitraum von 10/2015 bis 5/2018 mit 103 cm, hier wurde die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte mit durchschnittlich $192,8 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ auch deutlich intensiver mit Baggergut beaufschlagt als im Zeitraum (04/2013 – 10/2015) zuvor mit $62,6 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$. Seit 2015 verbringt der Jade Weser Port sein Unterhaltungsbaggergut dorthin, was ebenfalls zu dieser verstärkten Nutzung der Unterbringungsstelle beigetragen hat. Bei 2/3 des Baggerguts handelt es sich um bindige Sedimente, 1/3 entfällt auf nicht-bindige Baggergutsedimente. In den letzten Jahren hat der Anteil bindigen Baggerguts stark zugenommen. Aufgrund des geringen Feinkornanteils bei den Sedimenten der Gewässersohle (vgl. Tabelle 12) ist davon auszugehen, dass bindiges Baggergut (BOB) schnell verdriftet und sich nicht auf der Gewässersohle abgelagert. Für bindiges Baggergut (BOB) kann man bei der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte von einer Durchgangs-Unterbringungsstelle sprechen.

Die Unterbringungsstelle **Mellumplate Nord** ist die einzige Unterbringungsstelle im Jade Revier, bei der seit 2013 eine kontinuierliche Abnahme des Sohlvolumens stattgefunden hat. Zugleich ist diese Stelle in den vergangenen Jahren auch nur mit geringen Mengen Baggergut ($0,34 \text{ Mio. m}^3$ bzw. $3,6 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$) beaufschlagt worden. Das Verhältnis bindiger zu nicht-bindiger Baggergutmengen ist etwa gleich groß. Die anderen Stellen im Jade Revier werden erheblich intensiver genutzt. In BfG (2003) wird noch über eine durchschnittliche Nutzung von $42,3 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ ¹ für die Jahre 1994 bis 2001 berichtet.

¹ Zur Erläuterung und Nachvollziehbarkeit: siehe BfG (2003), dort Tabelle auf S. 14; ergibt für die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord eine durchschnittliche Jahresmenge von 720.875 m^3 , welche durch 365 Tage/Jahr und die Flächengröße der Verbringungsstelle geteilt wird.

Die Unterbringungsstelle **Mellumplate Nord 2** ist eine Erweiterung der Stelle Nord in Richtung Osten. Im Gegensatz zur Stelle Nord ist diese sehr intensiv in den Jahren seit 2013 mit Baggergut beaufschlagt worden. Die mittlere Intensität für den Gesamtzeitraum 04/2013 bis 9/2018 liegt bei $79,1 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$. Bei rd. 4,3 Mio. m^3 , was einem Anteil von mehr als 90 % entspricht, handelt es sich um bindiges Baggergut (BOB). Im Gesamtzeitraum 04/2013 bis 9/2018 ist die mittlere Sohlage um 167 cm aufgewachsen. Seit 2013 sind nur geringe Mengen an nicht-bindigen Sedimenten auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 verbraucht worden. Diese Menge hat jedoch erkennbar in den Differenzenplänen jeweils zu einem flächigen Volumenzuwachs beigetragen.

Die Unterbringungsstelle **Südreede 2** ist mit $0,135 \text{ km}^2$ die kleinste Unterbringungsstelle und wird fast ausschließlich mit bindigem (BOB) Unterhaltungsbaggergut beaufschlagt. Seit 2013 hat die mittlere Lage der Gewässersohle um 46 cm zugenommen, was einer Volumenzunahme von etwa 60.000 m^3 entspricht. Diese Veränderung ist gering im Vergleich zu den hier verbrachten Baggergutvolumina von rd. 1,9 Mio. m^3 im Zeitraum 04/2013 bis 10/2018; dies entspricht einer mittleren Intensität von $69 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$. In BfG (2003) wird berichtet, dass trotz der Verbringung größerer Mengen Baggergut (mittlere Intensität $73,5 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$) im Zeitraum 1994 bis 2001 bei der Lage der Gewässersohle keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden konnten. Trotz der aktuell beobachteten Aufsedimentation kann man auch weiterhin im Fall der Unterbringungsstelle Südreede 2 von der Funktion einer Durchgangs-Unterbringungsstelle sprechen.

Morphologische Sohlstrukturen, Dynamik der Gewässersohle

Die wichtigsten Kenngrößen für eine Beschreibung der Morphodynamik der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen sind in Tabelle 14 zusammengefasst und werden im Folgenden kurz erläutert.

„Intensität Erosion“ $[\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})]$ (Spalte 3 in Tabelle 14): Berechnet man das Differenzvolumen zwischen zwei zeitlich aufeinanderfolgende Peilungen, addiert dann ausschließlich die negativen Volumina (= Erosion) und bezieht diese auf den Zeitabstand zwischen den Peilungen in [d] sowie auf die Gesamtfläche der Unterbringungsstelle [ha] erhält man die dargestellte Kenngröße „Intensität Erosion“ $[\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})]$. Dargestellt ist hier die mittlere Erosionsrate über einen mehrjährigen Zeitraum von 2013 bis 2019; Ausnahme ist nur die Unterbringungsstelle K01 mit Daten für einen Zeitraum von 12/2013 bis 08/2016. Diese Kenngröße gibt einen ersten Hinweis darauf, wie gut die auf der Gewässersohle abgelagerten Baggergutsedimente wieder erodiert werden.

Quotient aus „Baggergutvolumen“ und „Summe der positiven Volumina bei der Gewässersohle“ [-] (Spalte 4 in Tabelle 14): Diese Kenngröße beschreibt den Anteil am Baggergut, der im Bereich der Unterbringungsstelle zur Ablagerung kommt. Je kleiner der Quotient, desto geringer ist der Anteil des Baggerguts, der sich hier abgelagert hat. Ein Quotient nur wenig größer als 1 weist darauf hin, dass der überwiegende Anteil des Baggerguts sich auf der Gewässersohle abgelagert haben muss, z. B. wenn $1,3 \text{ m}^3$ Baggergut eine Aufsedimentation von 1 m^3 bewirken würden. Ein großer Zahlenwert für den Quotienten ist umgekehrt ein Hinweis darauf, dass sich der überwiegende Anteil des Baggerguts nicht abgelagert, sondern verdriftet oder schnell abtransportiert wird; z. B. besagt der Wert 5 für den Quotienten

ten, dass 5 m³ Baggergut eine Aufsedimentation von 1 m³ bewirkt hat. Weil nicht-bindiges Baggergut (NB) aufgrund seiner größeren Korngröße verstärkt zur Ablagerung auf der Gewässersohle kommt, wird zusätzlich noch der Anteil nicht-bindigen Baggerguts an der Gesamtmenge Baggergut genannt. Der restliche Anteil zu 100 % entfällt auf bindiges Baggergut (BOB).

Sohlstrukturen (Spalten 5 und 6 in Tabelle 14): Die Beschreibung der morphologischen Sohlstrukturen erfolgt durch Berechnung der mittleren Höhe aller Transportkörperstrukturen entlang eines Längsprofils und zu ausgewählten Zeitpunkten. Die hierzu gewählten Längsprofile sind in den Abbildung 23 ff. dargestellt. Für die Analyse der Transportkörperhöhen wurde die Software RhenoBT verwendet. Die Sedimenttransportrichtung kann für gröbere Sedimente ab der Sandfraktion anhand der Richtung abgeschätzt werden, in der die Transportkörperstrukturen sich sichtbar bewegen (Geschiebetransport).

Unterbringungsstelle K01

Verglichen mit allen anderen Unterbringungsstellen im Jaderevier weist die K01 mit nur -1 m³/(d*ha) den geringsten Wert für die Kenngröße „Intensität Erosion“ auf. Das ist ein Hinweis darauf, dass das hier verbrachte nicht-bindige Baggergut langfristig im Bereich der K01 zur Ablagerung kommt und nur langsam abtransportiert wird. Bestätigt wird dies nochmals durch die im Vergleich zu den anderen Unterbringungsstellen geringen Strömungsgeschwindigkeiten auf der K01. Sowohl die mittleren als auch maximalen Geschwindigkeiten bei Flut und Ebbe liegen zum Teil deutlich unter den Werten der anderen Stellen (Tabelle 10).

Entsprechend hat sich auf der K01 ein lagestabiler und mehrerer Meter hoher Ablagerungskörper gebildet; ein zweiter, etwas kleinerer Ablagerungskörper hat sich im östlichen Bereich der Stelle gebildet. Als Beispiel und zur Verdeutlichung werden hier in Abbildung 22 (links) der Differenzenplot für den Zeitraum von 06/2014 bis 11/2015 sowie in Abbildung 22 (rechts) die dazugehörige Bathymetrie vom 11/2015 gezeigt.

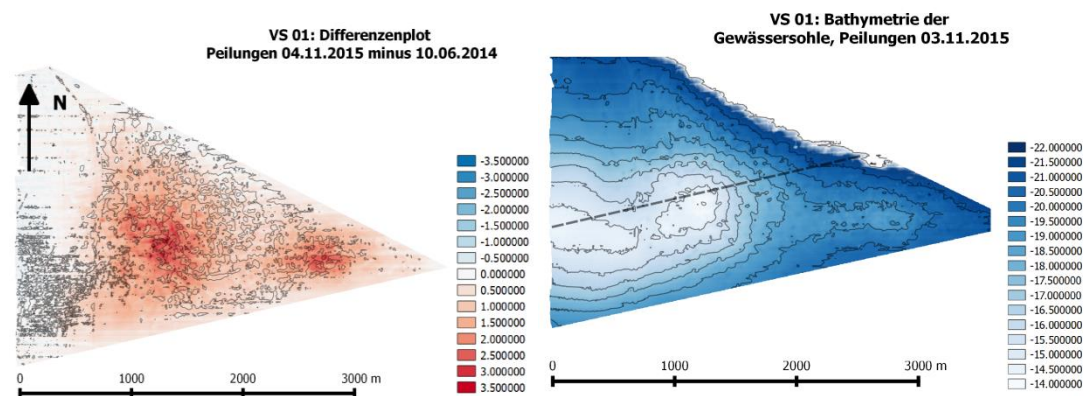


Abbildung 22: Unterbringungsstelle K01. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts), alle Angaben in [m] bzw. in [m unter NN].

Tabelle 14: Kenngrößen für die Beschreibung der Morphodynamik im Bereich der Unterbringungsstellen.

Unterbringungsstelle	Morphologische Strukturen	Intensität Erosion	Verhältnis Baggergut /Gewässersohle	Anteil NB	Transportkörper (TK)	Sedimenttransport richtung
	<i>bei zeitgleicher Verbringung von Baggergut</i>	$m^3 / (d \cdot ha)$	(m^3 / m^3)	[%]	<i>mittlere Höhe in [m]</i>	<i>Geschiebetransport (sandige und größere Sedimente)</i>
K01	Ablagerungskörper	-1	1	100	keine TK	
Jade Weser	teilweise Ablagerungskörper, teilweise Transportkörper	-4	5	63	0,75 m	östliche Richtung (BfG 2003)
Mellumplate Mitte	Transportkörper	-13	7	27	1,22 m	nördliche Richtung
Mellumplate Nord	Transportkörper	-14	kein Wert berechnet*		1,06 m	nördliche Richtung
Mellumplate Nord 2	Teilweise flächenhafte Ablagerung, teilweise Transportkörper	-3	7	9	keine TK	
Südreede 2	Flächenhafte Ablagerung, ebene Sohle	-2	15	2	keine TK	
Vareler Fahrwasser II	keine Peildaten für die Analyse verfügbar					

* im Zeitraum von 04/2013 bis 09/2018 sind hier nur 0,34 Mio. m^3 an Baggergut verbracht worden. Diese Menge ist zu gering und die Aussagekraft der Kenngröße würde aufgrund der intensiven Morphodynamik in diesem Bereich deutlich überprägt sein.

Nach Osten fällt die Gewässersohle in tiefes Wasser ab, auf diesem Hang hat sich weiteres Baggergut abgelagert. In Abbildung 23 dargestellt sind Längsprofile zu drei Zeitpunkten von Ost nach West über die Unterbringungsstelle K01, für den Verlauf der Längsprofile siehe Abbildung 22 (rechts) und dort die gestrichelte Linie. Die Längsprofile zeigen nochmals die Entwicklung des großen Ablagerungskörpers, welcher sich auf der nach Osten in die Tiefe abfallende Gewässersohle weiter ausgebildet hat.

Auf der Unterbringungsstelle K01 hat die durchgeführte Analyse der Sohlstrukturen keine Transportkörper identifiziert; ein Zusammenhang mit der intensiven Nutzung der Teilflächen entlang der gewählten Profilachse und der geringen Erosionneigung ist möglicherweise gegeben.

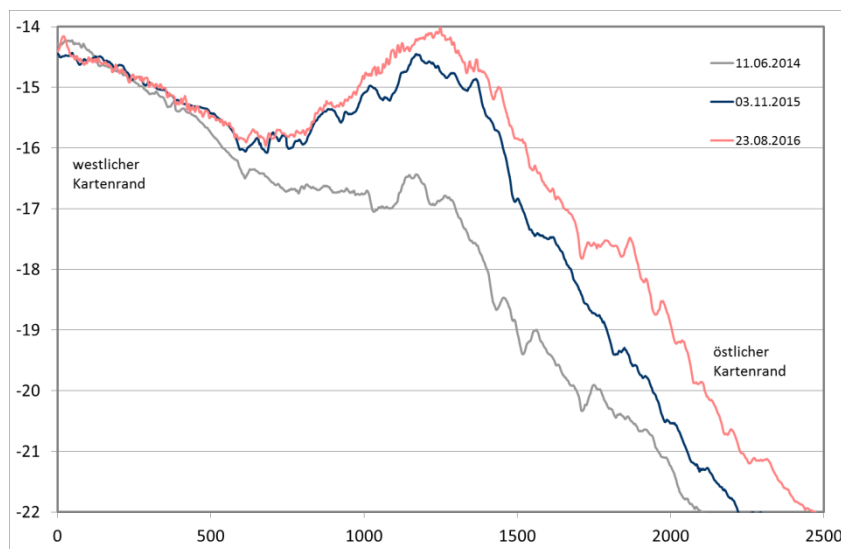


Abbildung 23: Unterbringungsstelle K01. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für den Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 22, rechts), Höhenbezug y-Achse: Normalhöhennull (NHN), x-Achse: Angaben in [m].

Unterbringungsstelle Jade Weser

Abbildung 24 zeigt die zuletzt auf der Unterbringungsstelle Jade Weser erfasste Bathymetrie. Vergleichbar zur K01 hat sich auch hier ein großer, mehrerer Meter mächtiger Ablagerungskörper ausgebildet, welcher sich über die gesamte Fläche der Unterbringungsstelle erstreckt und auch weiter angewachsen ist, wie der aktuellste Differenzplot zeigt (Abbildung 25). Die Gewässersohle fällt nach allen Seiten ab, die höchste Stelle befindet sich inmitten der Unterbringungsstelle.

Anders als auf der Unterbringungsstelle K01 ist die Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Jade Weser morphologisch durch im Mittel 0,75 m hohe Transportkörperstrukturen geprägt, in denen die Sohlsedimente in östlicher Richtung abtransportiert werden; in Übereinstimmung damit ist in Tabelle 10 ein Verhältnis von $v_{\text{Flut}}/v_{\text{Ebbe}}(\text{Maximum}) = 1,4$ (Flutstromdominanz) und eine mittlere Richtung für den Flutstrom von 108° angegeben. In Abbildung 26 dargestellt sind die Längsprofile entlang der gestrichelten Achse, wie diese in Abbildung 24 eingezeichnet ist und entlang derer die mittleren Höhen der Transportkörperstrukturen berechnet worden sind.

Der Abtransport von Sedimenten an der Unterbringungsstelle Jade-Weser ist jedoch relativ langsam. Hier wurde für die Erosionsintensität ein Wert von $-4 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ berechnet. Im Vergleich dazu wurden auf den Unterbringungsstellen Mellumplate Mitte und Nord Werte von -13 bzw. $-14 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ berechnet. Bindiges Baggergut (BOB), das auf der Unterbringungsstelle Jade Weser verbracht wird (Anteil von 37 % am Gesamtbaggergut), verdriftet hingegen rasch. Das wird durch die Ergebnisse der Sedimentproben bestätigt, welche weiterhin eine sandige Gewässersohle erfasst haben.

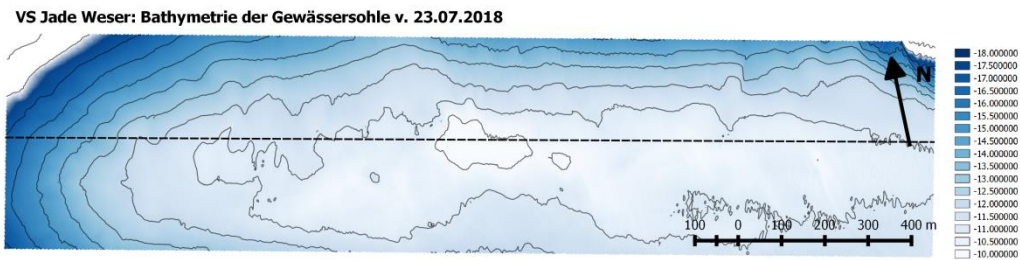


Abbildung 24: Unterbringungsstelle Jade Weser. Bathymetrie der Gewässersohle, alle Angaben in [m unter NN].

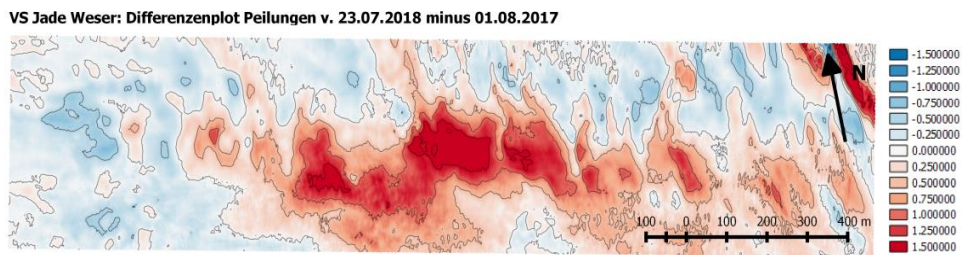


Abbildung 25: Unterbringungsstelle Jade Weser. Differenzenplots für den Zeitraum 08/2017 bis 07/2018.

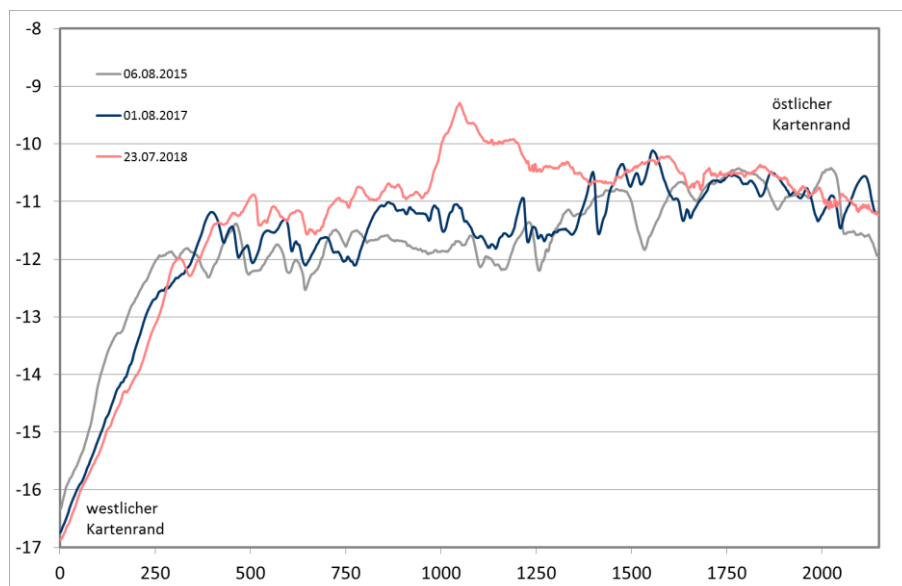


Abbildung 26: Unterbringungsstelle Jade Weser. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für den Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 24), Höhenbezug y-Achse: Normalhöhennull (NHN), x-Achse: Angaben in [m].

Unterbringungsstellen Mellumplate Mitte und Mellumplate Nord

Die Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen Mellumplate Mitte und Nord ist morphologisch von großen Transportkörperstrukturen geprägt. Die mittleren Höhen dieser Strukturen betragen 1,22 m (Mitte) bzw. 1,06 m (Nord).

Besonders intensiv wird die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte mit Baggergut beaufschlagt. Trotz der großen Baggergutmengen kommt es nicht zur Bildung eines Ablagerungskörpers, wie dies z. B. auf der Unterbringungsstelle K01 oder auf der Unterbringungsstelle Jade Weser geschehen ist. Zum einen entfallen nur 27 % auf die Klassifizierung als nicht-bindige Baggergutsedimente, zum anderen wurde mit $-13 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ für diese Stelle eine sehr intensive Erosion und damit ein rascher Abtransport von frisch abgelagerten Sedimenten berechnet. Die Migration der Transportkörperstrukturen zeigt einen Abtransport in nördliche Richtung und damit in Richtung des Ebbestroms. Gemäß den Angaben in Tabelle 10 liegen im Bereich Mellumplate verglichen zu allen anderen Stellen die größten mittleren Strömungsgeschwindigkeiten für Flut- und Ebbestrom vor; bei Ebbestrom sogar auch die größte maximale Geschwindigkeit. In Abbildung 27 links dargestellt ist beispielhaft der Differenzplot für den Zeitraum 05/2017 bis 05/2018, hier wurde die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte sehr intensiv mit Baggergut beaufschlagt ($160 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$). In derselben Abbildung rechts ist die Bathymetrie zum Zeitpunkt 05/2018 dargestellt. In Abbildung 27 rechts ebenfalls eingezeichnet ist der Verlauf der Profillinien, welche in Abbildung 28 das Profil der Gewässersohle auf über die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte zu vier Zeitpunkten zeigt.

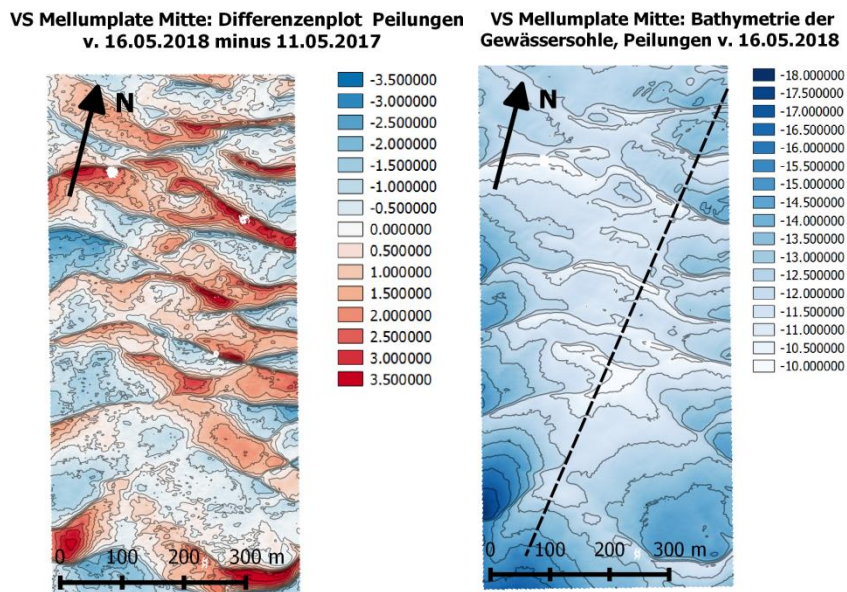


Abbildung 27: Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte: Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts); alle Angaben in [m] bzw. in [m unter NN].

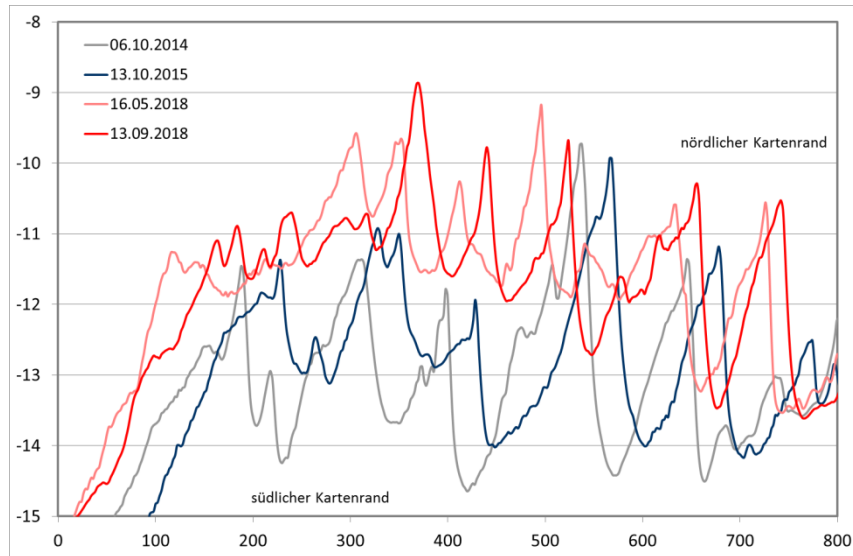
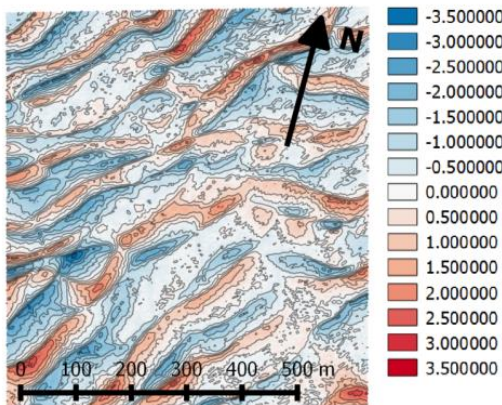


Abbildung 28: Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 27, rechts); Höhenbezug y-Achse: Normalhöhennull (NHN), x-Achse: Angaben in [m].

Für beide Vergleichszeiträume 10/2014 (grau) zu 10/2015 (dunkelblau) und 05/2018 (rosa) zu 09/2018 (rot) in Abbildung 28 weist die eindeutig in Richtung Norden gerichtete Bewegung der Transportkörper auf einen ebbstromdominierten Abtransport der Sohl-sedimente hin. Sandige Baggergutsedimente, die sich auf der Gewässersohle ablagern, bilden keinen Ablagerungskörper, sondern werden rasch in diesen Sedimenttransport eingemischt und mittransportiert. Im Zeitraum 10/2015 bis 05/2018 ist die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte so intensiv wie nie zuvor mit Baggergut beauschlagt worden (durchschnittliche Intensität $209 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$). Dies hat entlang des gesamten Profils zu einem Aufwuchs der Gewässersohle, teilweise um mehrere Meter, geführt. Die Transportkörperstrukturen sind weiter erhalten geblieben, die Ergebnisse der Analyse weisen jedoch auf eine deutliche Verkleinerung der Strukturen von durchschnittlich 1,56 m (Oktober 2014) auf 1,07 bis 1,15 m in den nachfolgenden Zeiträumen hin.

Im Unterschied zur Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte wurde die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord in den vergangenen Jahren nur wenig für die Verbringung von Baggergut genutzt. Wie anfangs bereits erläutert, ist auch hier die Gewässersohle morphologisch von großen Transportkörperstrukturen geprägt (siehe Abbildung 29), die aber, wie schon auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte beobachtet, in den vergangenen Jahren kleiner geworden sind; hier könnte eine Ursache die intensive Nutzung auf der unmittelbar benachbarten Unterbringungsstelle Nord 2 sein. Die Migration dieser Strukturen zeigt ebenfalls einen Sedimenttransport in nördliche Richtung an und damit in Richtung des Ebbestroms (Abbildung 30); auch für den Kenngröße „Intensität Erosion“ wurde mit $-14 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ ein im Vergleich zur Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte fast identischer Wert berechnet.

**VS Mellumplate Nord: Differenzenplot
Peilungen 11.05.2017 minus 17.03.2016**



**VS Mellumplate Nord: Bathymetrie der
Gewässersohle, Peilungen 17.03.2016**

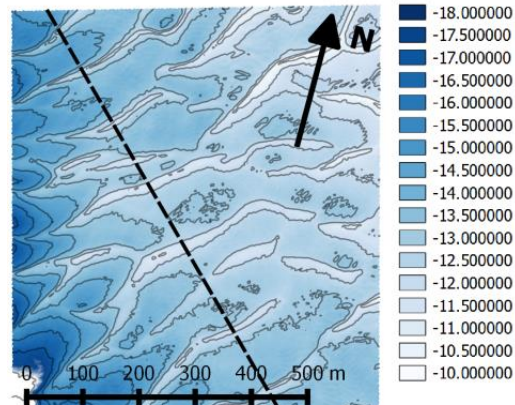


Abbildung 29: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts); alle Angaben in [m] bzw. in [m unter NN].

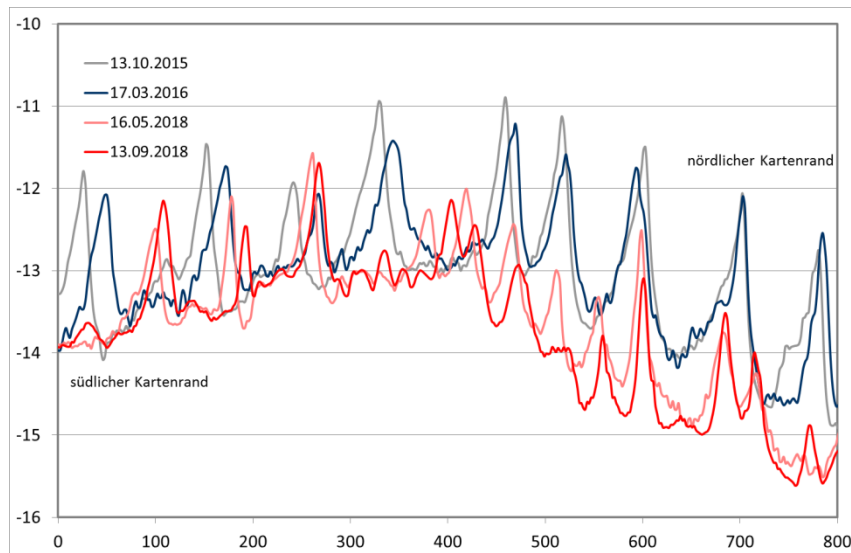


Abbildung 30: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 29 rechts), Höhenbezug y-Achse: Normalhöhennull (NHN), x-Achse: Angaben in [m].

Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2

Die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zur Unterbringungsstelle Mellumplate Nord und wurde in den vergangenen Jahren intensiv für die Verbringung von Baggergut genutzt. Trotz der räumlichen Nähe unterscheiden sich beide Flächen morphologisch. Transportkörperstrukturen sind nur entlang der östlichen und westlichen Ränder zu erkennen (Abbildung 31).

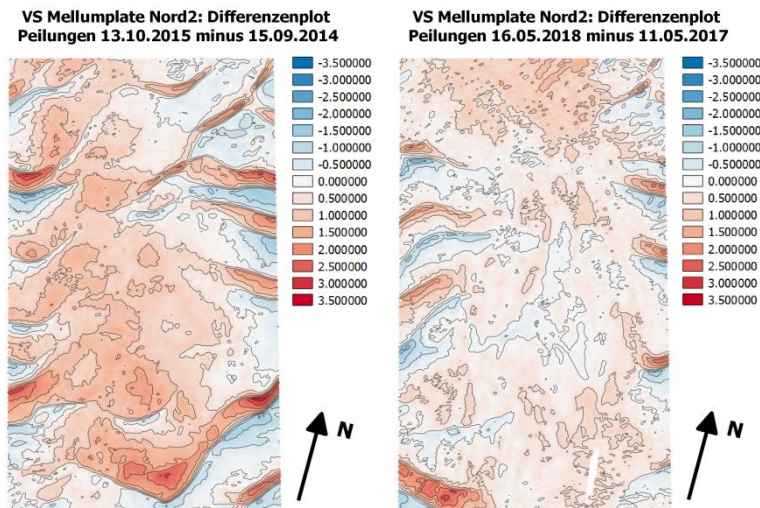


Abbildung 31: Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2. Differenzenplots für die Zeiträume 09/2014 bis 10/2015 (links) sowie 05/2017 bis 05/2018 (rechts).

Die restliche Fläche unterliegt einer starken und vor allem flächenhaften Sedimentation auch von bindigen Baggergutsedimenten (167 cm Aufwuchs). Bestätigt wird diese Entwicklung auch durch die geringe „Intensität Erosion“ von nur $-3 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ und durch den verhältnismäßig geringen Wert von 7 für die Kenngröße „Baggergut / Gewässersohle“, da das auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 verbrachte Baggergut nur zu 7 % aus nicht-bindigem Baggergut bestanden hat.

Unterbringungsstelle Südreede 2

Die Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Südreede 2 ist eben und morphologisch nicht durch Transportkörperstrukturen geprägt. In östlicher und nördlicher Richtung fällt die Gewässersohle etwas ab. Im südlichen Teil der Stelle hat sich ein flacher Ablagerungskörper von geringer Höhe gebildet (Abbildung 32 und Abbildung 33). Der Differenzenplot für den kurzen Zeitraum 08/2018 bis 10/2018 bestätigt eine eher flächenhafte Sedimentation der Baggergutanteile, die nicht verdriften (Abbildung 32, links). Die Mächtigkeit dieser Ablagerung liegt in allen Differenzenplots zumeist deutlich unter 1 Meter.

Für die Intensität Erosion wird mit $-2 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{ha})$ wird auch für diese Stelle ein nur sehr geringer Wert berechnet. Da aber überwiegend bindiges Baggergut auf der Unterbringungsstelle Südreede 2 verbracht wird (Anteil nicht-bindigen Baggerguts liegt bei 2 %), welches weitgehend verdriftet, hat es im Verhältnis zu den großen Baggergutmenge eine nur geringe Aufsedimentation gegeben. Dies wird durch den hohen Wert von 15 für die Kenngröße „Baggergut / Gewässersohle“ bestätigt.

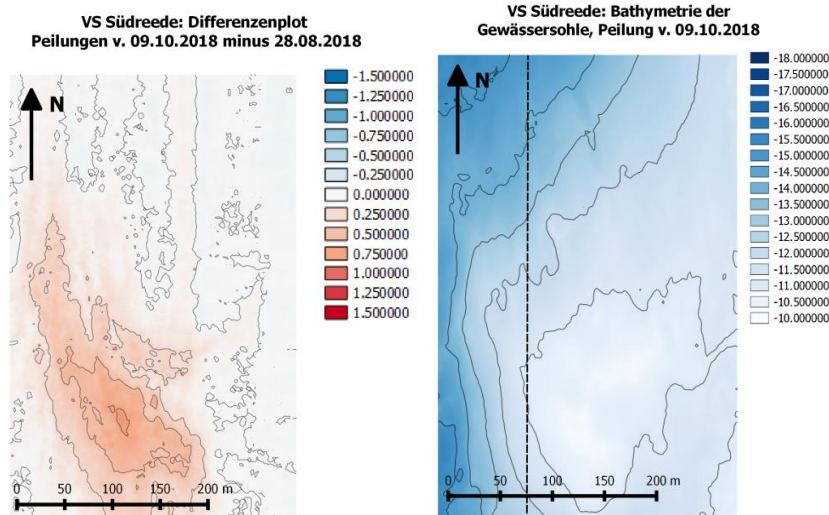


Abbildung 32: Unterbringungsstelle Südreede 2. Differenzenplot (links) und Bathymetrie der Gewässersohle (rechts); alle Angaben in [m] bzw. in [m unter NN].

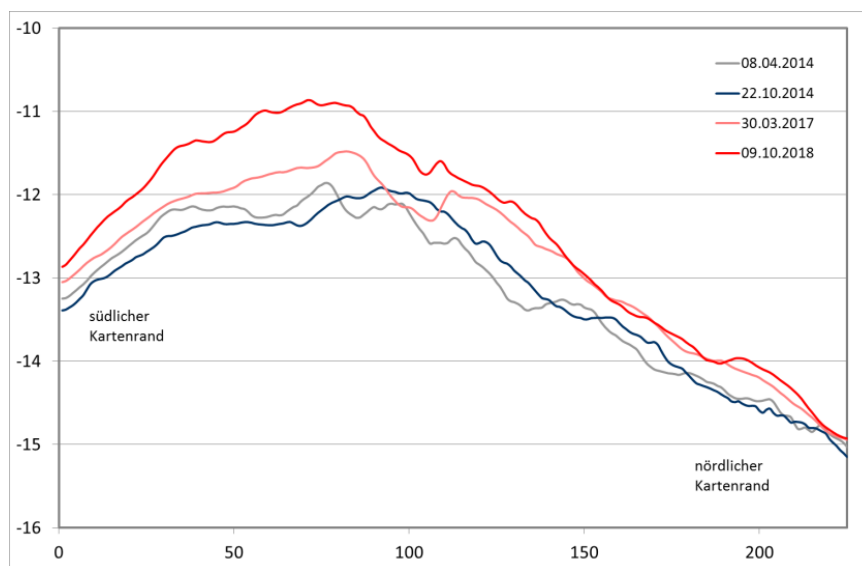


Abbildung 33: Unterbringungsstelle Südreede 2. Längsprofile quer über Unterbringungsstelle (für Verlauf der Profile siehe gestrichelte Linie in Abbildung 32, rechts), Höhenbezug y-Achse Normalhöhennull (NHN), x-Achse Angaben in [m].

Trübungsverhältnisse

Dargestellt in Abbildung 34 sind die mittleren Schwebstoffgehalte (SPM = Suspended Particulate Matter) in der Deutschen Bucht, darin auch enthalten die Messstationen im Bereich des Jade Revierts und damit der hier betrachteten Orte von Unterhaltungsbaggerungen und Unterbringungsstellen.

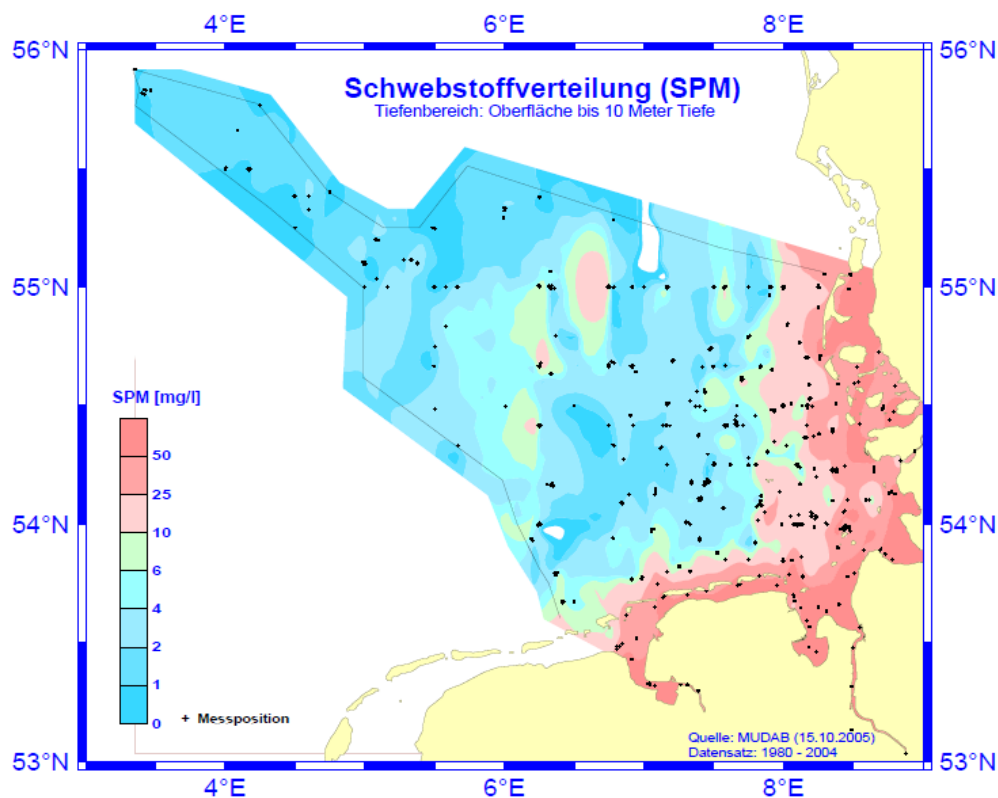


Abbildung 34: Mittlere Schwebstoffverteilung in der Deutschen Bucht inklusive Jade Revier aus BSH (2019). Grundlage für die Darstellung sind alle in der Meeresumwelt-Datenbank (MUDAB) mit Stand vom 15.10.2005 gespeicherten SPM-Werte. Der Datensatz wurde auf den Bereich „Oberfläche bis 10 Meter Tiefe“ und auf Werte ≤ 150 mg/L reduziert.

Charakteristisch für die küstennahen Bereiche in der Deutschen Bucht sind die höheren Schwebstoffgehalte im Vergleich zu der offenen See. Die küstennahen Schwebstoffgehalte liegen im Mittel bei über 50 mg/L, teilweise auch über 150 mg/L. Deutlich in Abbildung 34 zu erkennen ist der Gradient kontinuierlich ansteigender Schwebstoffgehalte, je mehr man sich der Küsten nähert. Zugleich unterliegen die Schwebstoffgehalte auch einer starken Variabilität (BSH 2019).

Die Unterbringungsstellen K01 und Jade Weser liegen seewärts von Wangerooge, für diese Bereiche können der Abbildung 34 mittlere Schwebstoffgehalte im Bereich von etwa 25 mg/L entnommen werden. Die Unterbringungsstellen bei Mellumplate (Mitte, Nord und Nord 2) liegen küstennäher, entsprechend Abbildung 34 kann man hier im Mittel von rund 50 mg/L an Schwebstoffen ausgehen.

Im Bereich der Innenjade ist nochmals mit höheren Schwebstoffgehalten zu rechnen. In früheren Modelluntersuchungen in BAW (2006) erreichten die mittleren Schwebstoffkonzentrationen Maximalwerte von bis zu 150 mg/L im Fahrrinnenabschnitt zwischen km 5 und km 20, hier vor allem im Bereich westlich der Fahrrinne; östlich der Fahrrinne in diesem Abschnitt wurden wieder signifikant geringere Werte berechnet. Weiter aufwärts im Jadebusen zeigen die Modellergebnisse dann wieder abnehmende Schwebstoffgehalte, so dass im

Bereich der Unterbringungsstelle Südreede 2 von vergleichbaren Verhältnissen (im Mittel von rd. 50 mg/L) wie auf Höhe Mellumplate auszugehen ist.

7.3. Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

7.3.1. Wassersäule

Für die Beschreibung des Ist-Zustandes werden Nährstoff-, Sauerstoff- und Phytoplanktonkonzentrationen (bzw. Chlorophyll *a* Konzentrationen) dargestellt. Nährstoffe sind essentiell für die Primärproduktion und somit auch für die nachfolgenden Trophieebenen. Bei erhöhten Nährstoffkonzentrationen kann das darauffolgende starke Phytoplanktonwachstum jedoch auch zur Beeinträchtigung des Ökosystems führen. Die Biomasse wird nach dem Absterben durch Bakterien zersetzt, was zu erhöhter Sauerstoffzehrung und nachfolgend zu Sauerstoffarmut führen kann. Die Konzentrationen von Sauerstoff, Nährstoffen und Phytoplankton sind somit eng gekoppelt und können das Ökosystem bis hin zu komplexen Organismen beeinflussen.

Es wurden vier Stationen betrachtet (Abbildung 5), welche zwischen 2013 und 2016 mindestens viermal jährlich nahe der Wasseroberfläche beprobt wurden. Die gleichbleibende Salinität von circa 29 - 33 PSU und die Strömungen lassen auf durchmisches Meerwasser schließen. Die drei Stationen Jade_W_1, Jade_W_2 und AuWe_W_1 umschließen großräumig das Bagger- und Unterbringungsgebiet (Untersuchungsgebiet). Etwas außerhalb zwischen Wangerooge und Spiekeroog befindet sich die Station Spog_W_2, welche hinzugezogen wurde, um das Gebiet weitläufig abzudecken und aktuelle Chlorophyll *a* Konzentrationen, die nur an Station Spog_W_2 vorliegen, einzubinden.

Temperatur und Sauerstoffkonzentrationen

Die Wassertemperaturen schwankten von November bis Mai zwischen 0,6 und 12,1 °C und in den Monaten Juni bis Oktober zwischen 8,2 und 21,5 °C mit fast identischen Temperaturen an den verschiedenen Stationen. Sauerstoffkonzentrationen überstiegen an den Beprobungstagen zwischen 2013 und 2016 immer 6 mg/L. Unter der Annahme, dass die Wassermassen nicht geschichtet sind (siehe Kapitel 7.1, vertikale Schichtung), waren die Sauerstoffkonzentrationen somit unkritisch, da in der Nordsee erst eine Sauerstoffkonzentration ≤ 6 mg/L auf ein Sauerstoffdefizit hinweist (OSPAR Commission 2013) (Tabelle 15). Zwischen den Stationen waren die jahreszeitlichen Schwankungen der Sauerstoffkonzentrationen sehr ähnlich. Im Juni und Juli wurden 6,3 bis 7,8 mg/L Sauerstoff gemessen und von August bis November variierten die Sauerstoffkonzentrationen zwischen 6,9 und 10,4 mg/L. Noch höhere Konzentrationen von maximal 12,8 mg/L Sauerstoff wurden im März und Mai erreicht (Abbildung 35, Abbildung 36).

Tabelle 15: Ergebnisse der Wasseranalyse im Bagger- und Unterbringungsgebiet.

Station	Sauerstoff				gesamt Stickstoff				Nitrat-N			
	mg/L											
	n	mw	min	max	n	mw	min	max	n	mw	min	max
AuWe_W_1	16	9,55	7,06	12,72	16	0,49	0,22	1,10	16	0,18	< 0,01	0,68
Jade_W_1	15	9,48	7,06	12,80	16	0,46	0,14	0,94	16	0,14	< 0,01	0,50
Jade_W_2	16	9,13	6,30	12,52	16	0,64	0,29	1,10	16	0,22	< 0,01	0,62
Spog_W_2	14	9,50	7,14	12,61	33	0,56	0,22	1,00	33	0,11	< 0,01	0,42
Station	gesamt Phosphor				Phosphat-P				Schwebstoffe			
	mg/L											
	n	mw	min	max	n	mw	min	max	n	mw	min	max
AuWe_W_1	16	0,04	0,02	0,06	16	0,02	<0,01	0,04	16	52	33	81
Jade_W_1	16	0,04	0,03	0,08	16	0,02	<0,01	0,05	15	53	41	88
Jade_W_2	16	0,06	0,03	0,09	16	0,04	<0,01	0,05	16	52	37	67
Spog_W_2	33	0,07	0,02	0,17	33	0,02	<0,01	0,08	33	95	9	203

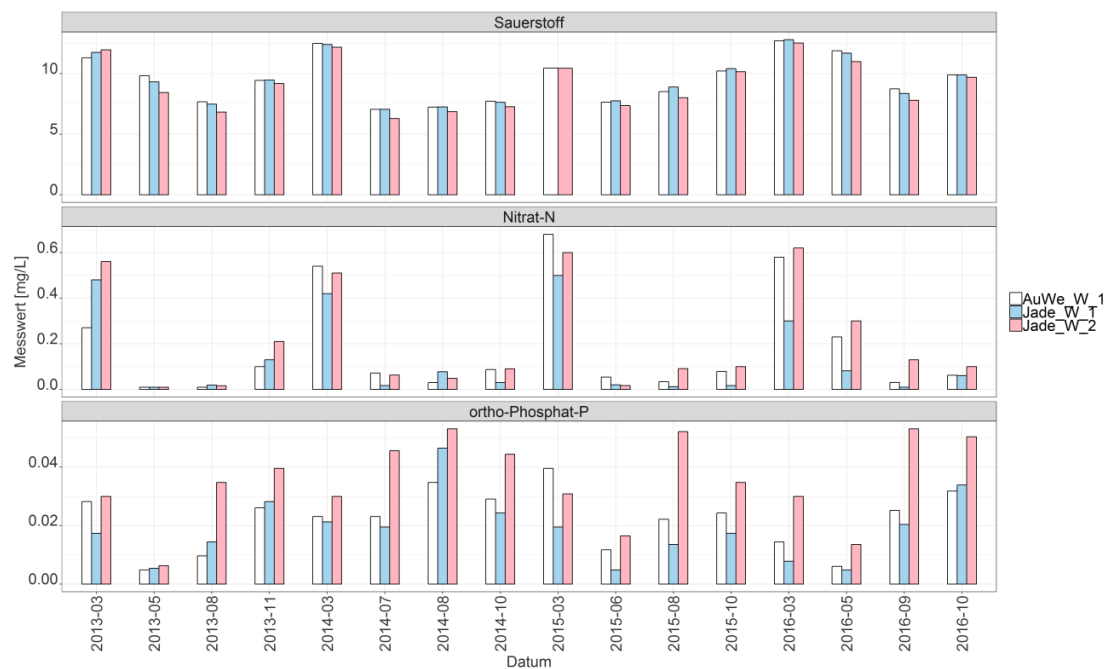


Abbildung 35: Jahreszeitlicher Verlauf von Sauerstoff-, Nitrat und ortho-Phosphatkonzentrationen in der Wassersäule im Bagger- und Unterbringungsgebiet.

Nährstoff- und Schwebstoffkonzentrationen

Die durchschnittlichen Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen über den Probenahmezeitraum von drei Jahren überstiegen die vorgegebenen Grenzwerte der Wasserrahmenrichtlinie für einen guten Zustand im euhalinen Wattenmeer (gesamt Stickstoff: 0,32 mg N/L, gesamt Phosphor: 0,031 mg P/L) (Gewässerbewertung 2019) (Tabelle 15). Folglich kann das Gewässer als eutrophiert eingestuft werden, da der gute ökologische Zustand nicht erreicht ist. Stickstoffkonzentrationen schwankten von 0,1 bis 1,1 mg/L. Unter der Annahme, dass der größte Anteil des Nährstoffeintrags von Land und aus Flüssen stammt, wäre eine Abnahme des Stickstoffgehalts vom Baggerbereich im Hafengebiet (Jade_W_2) über den Bereich zwischen Mellum und dem Festland (Jade_W_1) zu der Messstation nördlich von Mellum (AuWe_W_1) zu erwarten. Den Erwartungen folgend, waren die Stickstoffkonzentrationen fast ausnahmslos an der Station Jade_W_2 ($0,64 \pm 0,27$ mg/L) am höchsten, während die Stickstoffkonzentrationen an der Station AuWe_W_1 ($0,49 \pm 0,26$ mg/L) häufig die Konzentrationen an der Station Jade_W_1 ($0,46 \pm 0,23$ mg/L) überschritten. Den größten Anteil an dem gelösten anorganischen Stickstoff repräsentiert das Nitrat. Die höchsten Nitrat-N-Konzentrationen wurden im März detektiert (0,3 bis 0,68 mg/L). In den verbleibenden Monaten schwankten die Nitrat-N-Konzentrationen zwischen 0,01 und 0,3 mg/L mit etwas erhöhten Konzentrationen im November 2013 und Mai 2016 (Abbildung 35, Abbildung 36, Tabelle 15).

Der Gesamt-Phosphorgehalt an den untersuchten Stationen betrug im Mittel 0,04 bis 0,07 mg/L. Die höchsten Konzentrationen waren überwiegend an der Station Spog_W_2 und an der Station Jade_W_2 zu finden. Das gelöste ortho-Phosphat-P zeigte zwischen den Stationen einen ähnlichen Trend wie das Gesamt-Phosphor. Nahe des Jade-Weser Ports (Jade_W_2) ($0,04 \pm 0,01$ mg/L) traten im Vergleich zu den anderen Stationen ($< 0,01 - 0,08$ mg/L) fast durchgängig die höchsten ortho-Phosphat-P-Konzentrationen auf. Das ortho-Phosphat-P wies an allen Stationen einen Jahresgang mit höheren Gehalten vorwiegend zwischen August und November und minimalen Konzentrationen zwischen April und Juni, während der Frühjahrsentwicklung des Phytoplanktons, auf (Abbildung 35, Abbildung 36, Tabelle 15).

Die Schwebstoffkonzentrationen waren im Bereich des Untersuchungsgebietes ähnlich hoch mit Mittelwerten von 52 mg/L (s. auch Kapitel 7.2, Trübungsverhältnisse). An der Station Spog_W_2 wurden Schwebstoffkonzentrationen von bis zu 203 mg/L detektiert (Tabelle 15).

Phytoplankton

Lediglich an der Station Spog_W_2 lagen zeitlich genügend aufgelöste Messdaten vor, um den jahreszeitlichen Verlauf der Phytoplanktonbiomasse darzustellen. Jahreshöchstwerte von jeweils maximal 32 und 40 $\mu\text{g/L}$ traten im April und Mai auf. In den übrigen Monaten schwankten die Chlorophyll-*a*-Konzentrationen zwischen 3 und 22 $\mu\text{g/L}$ (Abbildung 36). Das 90-Perzentil der Messreihe 2013 bis 2016 mit 24 Beprobungen zwischen März und September lag bei 21,5 $\mu\text{g/L}$ und ist laut der Wasserrahmenrichtlinie (Gewässerbewertung 2019) somit als „unbefriedigend“ einzustufen. Die relativ hohen Chlorophyll-*a*-Konzentrationen spiegelten somit den eutrophierten Zustand des Gewässers wider. Bei weiteren 12 Chlorophyllmessungen in den Jahren 2013 bis 2016 nördlich von Wangerooge (53,8°N, & 7,9°O) in 5 Meter Wassertiefe waren die maximalen Chlorophyll-*a*-Konzentration 4 $\mu\text{g/L}$ im Juli 2013 und 5 bzw. 6 $\mu\text{g/L}$ im September 2014 und 2016 wobei keine Messungen in den Monaten

April und Mai vorliegen (ICES 2014). Verglichen mit den mittleren Chlorophyll-*a*-Konzentrationen im Juli und September an der Station Spog_W_2 (8,2 µg/L und 13,3 µg/L) waren die Chlorophyll-*a*-Konzentrationen südlich von Wangerooge geringer. Eine Abnahme der Chlorophyll-*a*-Konzentrationen zwischen der Station Spog_W_2 und der Station nördlich von Wangerooge konnte auch durch Satellitenaufnahmen am 8. Mai und 7. Juni 2016 bestätigt werden (Spog_W_2: 8,5 und 16,1 µg/L; Wangerooge: 5,0 und 4,3 µg/L).

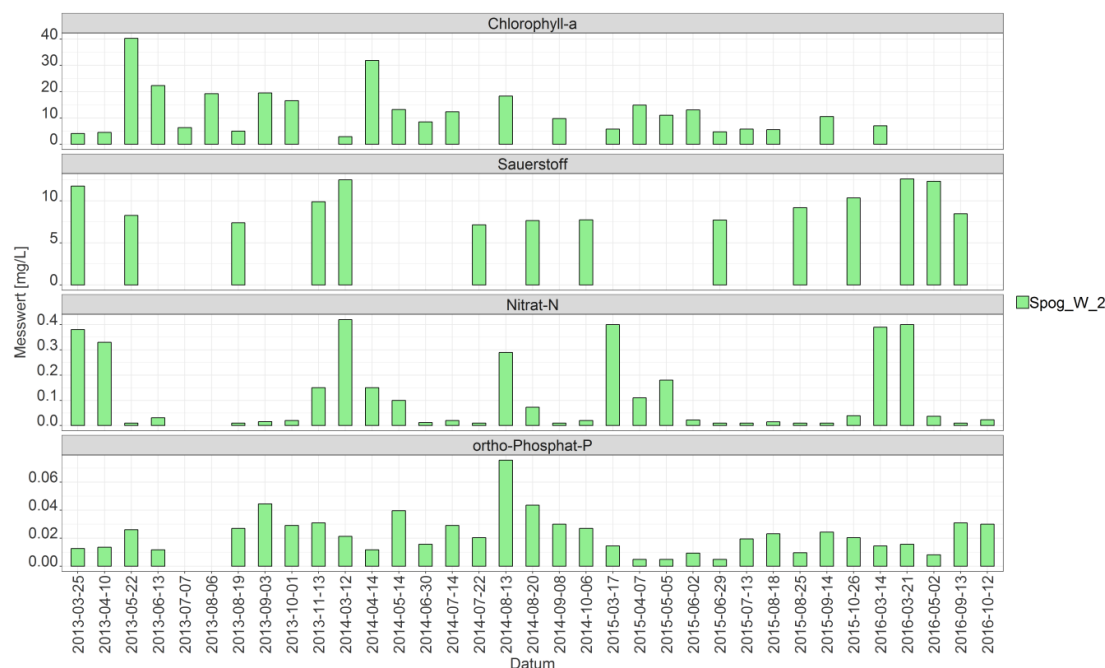


Abbildung 36: Jahreszeitlicher Verlauf der Chlorophyll-*a*-, Sauerstoff-, Nitrat- und ortho-Phosphatkonzentrationen in der Wassersäule an der Station Spog_W_2.

7.3.2. Sediment

Zur Charakterisierung der Sedimente im Baggerbereich und zur allgemeinen Einordnung der Sedimente im Verbringbereich wurden Sedimentproben genommen um u. a. die Sauerstoffzehrung und den Nährstoffgehalt zu erfassen. Es lagen Proben für die Unterbringungs- und die zugehörigen Referenzgebiete der Mellumplate (Zusammenfassung aus den Unterbringungsstellen Mellumplate Mitte, Nord und Nord 2), Südreede 2 und dem Vareler Fahrwasser II aus dem August 2016 (Kampagne 3), sowie Proben aus den Baggerschwerpunkten aus dem September 2015 (Kampagne 2) vor (s. Kapitel 6.4). Bei den übrigen Unterbringungsstellen (K01, Jade-Weser) herrschen sandige Sedimente vor, so dass eine Untersuchung des Sediments auf Nährstoffe nicht durchgeführt wurde, da Sedimente mit einem Feinkornanteil < 10 % als nährstoffarm gelten (s. auch Kapitel 7.2.2, Tabelle 12).

Sauerstoffzehrung

Heterotrophe aerobe Mikroorganismen zersetzen organisches Material und reduzieren währenddessen Sauerstoff. Auch die mikrobielle Nitrifizierung von Ammonium und die chemische Oxidation von reduzierten Verbindungen wie Eisen oder Mangan tragen zur Sauerstoffzehrung bei. Neben der direkten Bestimmung des Anteils an organischem Kohlenstoff im Sediment, ermöglicht die Messung der Sauerstoffzehrung über einen bestimmten Zeitraum

eine Abschätzung der mikrobiellen und chemischen oxidativen Prozesse des vorhandenen abbaubaren Materials.

Der mittlere Gehalt von organischem Kohlenstoff im Sediment nahm von 0,1 Gew. % TS an den Unterbringungsstellen Mellumplate bis zu 2,8 Gew. % TS im neuen Vorhafen zu (Tabelle 16, Tabelle 17). Die Sauerstoffzehrung folgte diesem Trend mit durchgängig geringen Raten ($< 1,5 \text{ g O}_2/\text{kg}$, Müller et al. 1998) an den Unterbringungsstellen Mellumplate und entlang der Fahrrinne der Innen- und Außenjade. An den Stationen der Südreede 2 war die Sauerstoffzehrung deutlich stärker und schwankte zwischen 0,5 und $1,7 \text{ g O}_2/\text{kg}$. Im Bereich der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II, innerhalb des Jadebusens, wurden geringe Zehrungsraten zwischen 1,2 und $1,3 \text{ g O}_2/\text{kg}$ detektiert. Im neuen Vorhafen waren die Zehrungsraten zum Teil erhöht ($< 3,0 \text{ g O}_2/\text{kg}$) oder stark erhöht ($> 3,0 \text{ g O}_2/\text{kg}$, Müller et al. 1998) und stiegen auf bis zu $3,3 \text{ g O}_2/\text{kg}$ an. Eine Erhöhung der Sauerstoffzehrung an den Unterbringungsstellen im Vergleich zu den jeweiligen Referenzstellen konnte nicht festgestellt werden (Tabelle 17, Tabelle 18).

Tabelle 16: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) aus den Baggerschwerpunkten mit Anzahl der Proben (n), Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > \text{RW}$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Der Richtwert für eine geringe (und erhöhte) Sauerstoffzehrung sind $1,5 \text{ g/kg}$ ($3,0 \text{ g/kg}$). Für Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen im Sediment sind die Richtwerte 1500 bzw. 500 mg/kg .

Sediment										
Gebiet	Sauerstoffzehrung					gesamt Stickstoff				
	g/kg					mg/kg				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Innen- & Außenjade	15	0	0,37	0,02	0,95	16	6 (km 8,28 / 8,74 / 9 / 9,95 / 11,14 / 13,92)	1150	200	2600
neuer Vorhafen	5	0 (1)	1,44	0,79	3,30	5	5	3840	3600	4400
	gesamt Phosphor					gesamt organischer Kohlenstoff				
	mg/kg					Gew% TS				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Innen- & Außenjade	16	5 (km 8,28 / 8,74 / 9,95 / 11,04 / 13,92)	362	50	840	22	Keine Richtwerte	0,8	< d. l.	2,4
neuer Vorhafen	5	5	1122	1030	1190	10	Keine Richtwerte	2,8	2,2	3,1

Tabelle 17: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) an den Unterbringungsstellen mit Anzahl der Proben (n), Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > RW$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Der Richtwert für eine geringe (und erhöhte) Sauerstoffzehrung sind 1,5 g/kg (3,0 g/kg). Für Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen im Sediment sind die Richtwerte 1500 bzw. 500 mg/kg.

Sediment										
Gebiet	Sauerstoffzehrung [g/kg]					gesamt Stickstoff [mg/kg]				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	6	0	0,05	0,02	0,06	6	0	< d. l.	< d. l.	< d. l.
Südreede 2	3	1	0,90	0,49	1,70	3	3	2667	2500	2900
Vareler Fahrwasser II	3	0	1,27	1,20	1,30	3	3	2300	2100	2500
	gesamt Phosphor [mg/kg]					Ges. organ. Kohlenstoff [Gew% TS]				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	6	0	75	40	141	6	Keine Richtwerte	0,1	0,1	0,1
Südreede 2	3	3	710	640	830	3	Keine Richtwerte	1,8	1,6	2,2
Vareler Fahrwasser II	3	2	567	490	610	3	Keine Richtwerte	1,6	1,5	1,6

Tabelle 18: Ergebnisse der Sedimentanalyse (Sauerstoffzehrung, gesamt N, gesamt P, gesamt C) an den Referenzstellen. mit Anzahl der Proben (n), Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > RW$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Der Richtwert für eine geringe (und erhöhte) Sauerstoffzehrung sind 1,5 g/kg (3,0 g/kg). Für Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen im Sediment sind die Richtwerte 1500 bzw. 500 mg/kg.

Sediment										
Gebiet	Sauerstoffzehrung [g/kg]					gesamt Stickstoff [mg/kg]				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	7	0	0,06	0,02	0,08	7	0	< d. l.	< d. l.	< d. l.
Südreede 2	3	1	1,13	0,50	1,60	3	2	2000	1500	2400
Vareler Fahrwasser II	3	1 (1)	1,86	0,37	3,50	3	3	2867	2300	3500
	gesamt Phosphor [mg/kg]					Ges. organ. Kohlenstoff [Gew% TS]				
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	7	0	68	23	97	7	Keine Richtwerte	0,1	0,1	0,1
Südreede 2	3	0	407	290	470	3	Keine Richtwerte	1,3	0,9	1,5
Vareler Fahrwasser II	3	3	670	570	730	3	Keine Richtwerte	2,1	1,5	2,6

Nährstoffkonzentrationen im Sediment

Die Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen im Sediment (< 2000 µm) variierten sehr stark zwischen den verschiedenen Gebieten und waren tendenziell höher, je näher die Probennahmepunkte am Festland bzw. innerhalb des Jadebusens lagen. Mit abnehmendem Abstand zum Ufer stieg auch der Feinkornanteil (< 63 µm) in den Sedimenten, so dass auch die überwiegend an diese Sedimentfraktionen gebundenen Nährstoffe zunahmen. Der durchschnittliche Feinkornanteil stieg von maximal 1 % im Bereich der Unterbringungsstellen Mellumplate über die Baggerstrecken der Innen- und Außenjade (Baggerstreckenschwerpunkte) (25 %), der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II (53 %) und der Unterbringungsstelle Südreede 2 (61 %) bis zum Neuen Vorhafen mit 84 % an. Den Erwartungen folgend, unterschritten im Bereich der Unterbringungsstellen Mellumplate die Stickstoffkonzentrationen das Detektionslimit und die Phosphorkonzentrationen betragen maximal ≤ 141 mg/kg. Entlang der Baggerstreckenschwerpunkte waren die Stickstoff- (≤ 1000 mg/kg) und Phosphorkonzentrationen (≤ 230 mg/kg) im Sediment ab dem Gewässerkilometer 19 gering (Abbildung 37). Weiter südlich, in der Innenjade waren die Stickstoff- (≤ 2600 mg/kg) und Phosphorkonzentrationen (≤ 840 mg/kg) z. T. höher als die jeweiligen Richtwerte (GÜBAK 2009; Gesamtphosphor: 500 mg/kg, Gesamtstickstoff 1500 mg/kg) (Abbildung 37, Tabelle 16). In der Südreede 2 und dem Vareler Fahrwasser II waren die Stickstoffkonzentrationen durchweg erhöht (2100 bis 2900 mg/kg) und auch die Phosphorkonzentrationen überschritten den Richtwert fast durchgängig mit maximal Konzentrationen von 830 mg/kg. Noch höhere Konzentrationen von maximal 1190 mg/kg Phosphor und 4400 Stickstoff mg/kg wurden im Neuen Vorhafen gemessen. Ein Vergleich zwischen den Unterbringungs- und den Referenzstellen zeigte teilweise eine Erhöhung der mittleren Nährstoffkonzentrationen im Sediment (Tabelle 17, Tabelle 18).

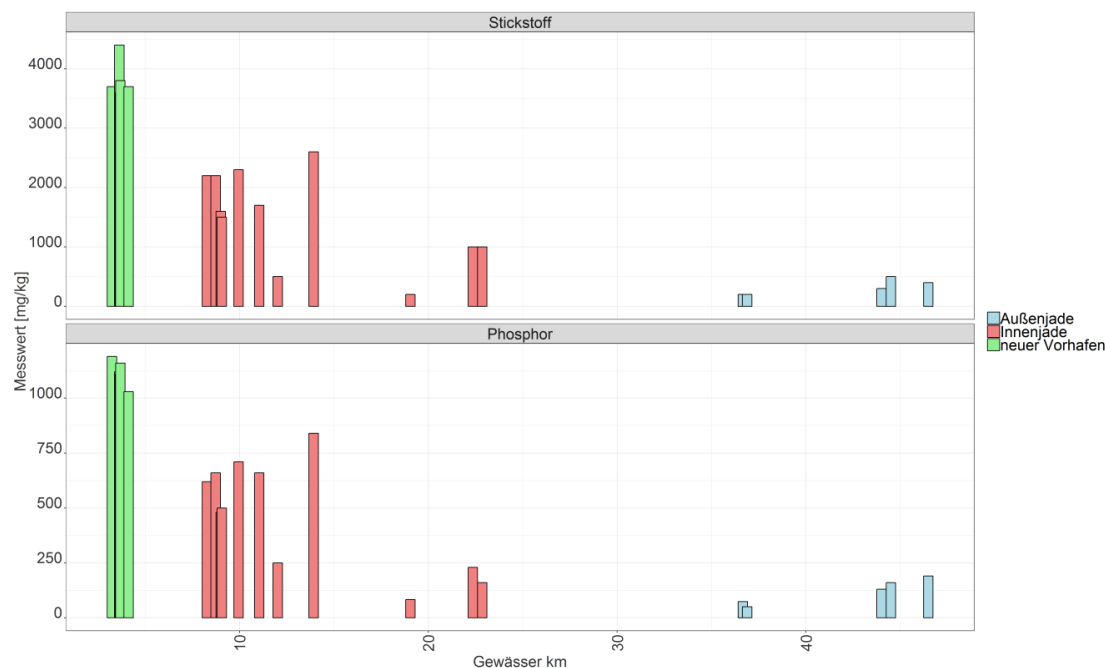


Abbildung 37: Nährstoffkonzentrationen im Sediment der Baggerstellen entlang der Flusskilometer.

Nährstoffkonzentrationen im Eluat

Die Nährstoffkonzentrationen, welche im Porenwasser des Sediments vorhanden sind, können im Labor als Konzentrationen im Eluat gemessen werden. Ähnlich wie bei den Nährstoffkonzentrationen im Sediment waren die Konzentrationen im Eluat an den Unterbringungsstellen an der Mellumplate sehr gering mit Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen von $\leq 0,1$ mg/L bzw. $\leq 1,7$ mg/L. Entlang der Innen- und Außenjade (Baggerschwerpunkte), der Südreede 2 und dem Vareler Fahrwasser II stiegen die Phosphor- und vor allem die Stickstoffkonzentrationen weiter an. Bis im neuen Vorhafen teilweise Stickstoffkonzentrationen von maximal 23 mg/L, also weit oberhalb des Richtwertes (GÜBAK 2009, 6 mg/L), erreicht wurden. Die Phosphorkonzentrationen im Eluat überschritten an keiner Station den vorgegebenen Richtwert (GÜBAK 2009, 2 mg/L) und stiegen maximal auf 0,78 mg/L an (Tabelle 19, Tabelle 20). Im Vergleich zu den entsprechenden Referenzstellen waren Phosphor und die Ammoniumkonzentrationen an der Unterbringungsstelle Südreede 2 im Mittel etwas erhöht. An den Unterbringungsstellen der Mellumplate und dem Vareler Fahrwasser II waren die mittleren ortho-Phosphatkonzentrationen höher als an den Referenzstellen (Tabelle 21). Zudem war die mittlere Phosphorkonzentration an der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II gegenüber der Referenzstelle leicht erhöht. Im Mittel wurden die Richtwerte für die Nährstoffkonzentrationen im Eluat jedoch an keiner der Unterbringungsstellen überschritten.

Tabelle 19: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P) an den Baggerstellen mit Anzahl der Proben (n), Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > RW$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Für (Ammonium-) Stickstoffkonzentrationen im Eluat ist der Richtwert 6 mg/L. Der Richtwert für ortho-Phosphat und Phosphor liegt bei 2 mg/L.

Eluat										
Gebiet	gesamt Stickstoff					Ammonium-N				
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Innen- & Außenjade	16	7 (km 8,27 / 8,74 / 9 / 9,95 / 11,04 / 13,92 / 44,50)	5	1	12	16	3 (km 9,95 / 11,04 / 13,92)	3	< d. l.	9
neuer Vorhafen	5	5	19	14	23	5	5	14	11	17
	gesamt Phosphor									
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max					
Innen- & Außenjade	16	0	0,22	< d. l.	0,34					
neuer Vorhafen	5	0	0,60	0,43	0,78					

Tabelle 20: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P, Phosphat P) an den Unterbringungsstellen. Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > RW$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Für (Ammonium-) Stickstoffkonzentrationen im Eluat ist der Richtwert 6 mg/L. Der Richtwert für ortho-Phosphat und Phosphor liegt bei 2 mg/L.

Eluat										
Gebiet	gesamt Stickstoff					Ammonium-N				
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	6	0	1,2	1,0	1,7	6	0	< d. l.	< d. l.	< d. l.
Südreede 2	3	0	4,0	2,1	5,3	3	0	4,3	3,6	5,3
Vareler Fahrwasser II	3	1	4,9	3,6	6,7	3	0	3,8	2	6,0
	gesamt Phosphor					Phosphat-P				
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	6	0	0,06	< d. l.	0,10	6	0	102	40	220
Südreede 2	3	0	0,09	< d. l.	0,11	3	0	153	120	210
Vareler Fahrwasser II	3	0	0,07	< d. l.	0,10	3	0	233	210	260

Tabelle 21: Ergebnisse der Eluatanalyse (gesamt N, Ammonium N, gesamt P, Phosphat P) an den Referenzstellen. Anzahl der Proben über dem Richtwert (GÜBAK 2009, Müller et al. 1998) ($n > RW$) sowie dem Mittelwert (mw) und den minimalen (min) und maximalen (max) Analyseergebnissen. Für (Ammonium-) Stickstoffkonzentrationen im Eluat ist der Richtwert 6 mg/L. Der Richtwert für ortho-Phosphat und Phosphor liegt bei 2 mg/L.

Eluat										
Gebiet	gesamt Stickstoff					Ammonium-N				
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	7	0	1,1	1,0	1,2	7	0	0,29	< d. l.	0,5
Südreede 2	3	0	4,3	3,9	4,5	3	0	2,3	1,2	3,2
Vareler Fahrwasser II	3	1	5,5	4,4	6,1	3	0	4,6	3,1	5,4
	gesamt Phosphor					Phosphat-P				
	mg/L									
	n	n > RW	mw	min	max	n	n > RW	mw	min	max
Mellumplate	7	0	0,06	< d. l.	0,10	7	0	60	10	110
Südreede 2	3	0	0,07	< d. l.	0,11	3	0	210	150	280
Vareler Fahrwasser II	3	0	< d. l.	< d. l.	< d. l.	3	0	155	76	270

7.4. Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

7.4.1. Schadstoffe

Die in ausgewählten Proben der in den Jahren 2015 (Baggerschwerpunkte; Kampagne 2) und 2016 (Unterbringungs- und Referenzstellen; Kampagne 3) erfolgten Probenahmen ermittelten Schadstoffgehalte werden im Folgenden anhand der Richtwerte der GÜBAK (2009) klassifiziert. In diesem Kapitel sind die Mittelwerte der einzelnen Baggerabschnitte dargestellt. Diese werden entsprechend der Richtwerte eingestuft.

Baggerbereiche:

Neuer Vorhafen

Im Neuen Vorhafen wurden 19 Proben entnommen. Von den 19 Proben wurden 7 Einzelproben und 6 Mischproben untersucht. Die Bewertung der Schadstoffbelastungen im Baggergut aus dem Neuen Vorhafen erfolgt mit dem Vergleich der angegebenen Nordsee Richtwerte R1 und R2 nach GÜBAK (2009). Für eine weitergehende Einordnung der Sedimente im Neuen Vorhafen enthält die Tabelle 22 die 3-Jahresmittelwerte (2013 bis 2015) und (2016 bis 2019) von der Dauermessstation (DMS) im Neuen Vorhafen. Hierbei handelt es sich um schwebstoffbürtige Sedimentproben entnommen vom WSA Wilhelmshaven aus dem Neuen Vorhafen. Für die Bewertung wurden von allen untersuchten Schadstoffgehalten Mittelwerte über den gesamten Bereich berechnet; siehe Tabelle 23.

Die mittleren Gehalte für Arsen und die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber und Zink liegen unter dem Richtwert R1. Die Gehalte für Kupfer überschreiten den Richtwert R1 bei 5 von 13 Proben. Der Richtwert R1 für Kupfer von 30 mg/kg wird mit dem Mittelwert jedoch eingehalten.

Auch die 3-Jahresmittelwerte von 2013 bis 2015 und 2016 bis 2019 an der DMS im neuen Vorhafen liegen mit Ausnahme von Kupfer unter dem Richtwert R1. Die Schwermetallgehalte von 2015 zeigen vergleichbare Konzentrationen wie die 3-Jahresmittelwerte an der DMS im neuen Vorhafen.

Im Vergleich der Schwermetallgehalte der Kampagne 2 mit den Messwerten vom April 2000 (BfG 2003) wurden bei den Schwermetallen Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink im April 2000 geringere Gehalte festgestellt. Aus diesem Grund wurden die Proben vom April 2000 noch einmal auf Schwermetallgehalte in der BfG untersucht.

Aufgrund der Nachuntersuchung konnte kein Anstieg für Arsen- und Schwermetallgehalte - mit Ausnahme von Chrom - festgestellt werden.

Mit Berücksichtigung einer Messunsicherheit von 15 % wurde festgestellt, dass die Chromgehalte um ca. 5 % geringfügig gestiegen sind; siehe Tabelle 22.

Tabelle 22: Vergleich Schwermetallgehalte (mg/kg) im Neuen Vorhafen aus dem Jahr 2000 (BfG 2003) mit 2015 (Kampagne 2).

Parameter	Mittelwerte September 2015	3-Jahresmittelwerte DMS 2013-2015	3-Jahresmittelwerte DMS 2016-2019	Mittelwerte April 2000	Mittelwerte April 2000 Nachuntersuchung	R1	R2
Arsen (<20µm)	25	25	22	25	25	40	120
Blei (<20µm)	55	51	49	47	54	90	270
Cadmium (<20µm)	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	1,5	4,5
Chrom (<20µm)	99	94	89	68	82	120	360
Kupfer (<20µm)	30	35	22	21	27	30	90
Nickel (<20µm)	39	38	36	27	38	70	210
Quecksilber (<20µm)	0,3	0,3	0,2	0,3	n. b.	0,70	2,10
Zink (<20µm)	178	169	152	155	167	300	900

Die Mittelwerte für alle organischen Schadstoffe liegen unter dem Richtwert R1. An der Dauermessstelle im Neuen Vorhafen (DMS) liegen die 3-Jahresmittelwerte für alle organischen Parameter ebenfalls unterhalb des Richtwertes R1 und stimmen mit den Mittelwerten aus dem Jahr 2015 (Kampagne 2), im Rahmen der Messunsicherheit, überein.

Die mittleren organischen Schadstoffgehalte vom September 2015 (Kampagne 2) sind im Vergleich zu den Gehalten vom April 2000 (BfG 2003) nicht angestiegen, sondern leicht gesunken (s. Tabelle 23).

Zusammenfassende Beurteilung für den Neuen Vorhafen Wilhelmshaven

Die Mittelwerte der Schwermetalle mit Arsen und die organischen Schadstoffe liegen im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven unter dem Richtwert R1. Die mittleren Gehalte der Schwermetalle und der organischen Schadstoffe lassen sich gut mit den 3-Jahresmittelwerten an der DMS im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven (2013 bis 2015 und 2016 bis 2019) vergleichen. In Anbetracht der Messunsicherheit liegen die Schadstoffgehalte der DMS im Neuen Vorhafen und in den Proben vom September 2015 (Kampagne 2) in vergleichbarer Größenordnung.

Das Baggergut im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven kann nach GÜBAK (2009) mit Fall 1 bewertet werden. Das Baggergut im Neuen Vorhafen entspricht dem Belastungszustand im Küstenbereich und kann aufgrund der geringen Schadstoffgehalte in die Jade umgelagert werden.

Tabelle 23: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Sediment des Neuen Vorhafens Wilhelmshaven aus der Kampagne 2 (September 2015) inkl. Vergleich mit April 2000 (BfG 2003).

Meßstelle	Einheit	MP_5/6	MP8/10	MP_13/14	MP_15/16	MP_17/18	MP_19/20	1_NeuVor	2_NeuVor	3_NeuVor	4_NeuVor	9_NeuVor	11_NeuVor	12_NeuVor	Mittelwerte September 2015	3-Jahresmittelwerte DMS 2013-2015	Mittelwerte April 2000	Mittelwerte April 2000 Nachuntersuchung	R1	R2	
Parameter																					
Trockensubstanz	% TS	48,2	33,9	35,1	36,1	35,8	43	33,3	21,1	42,4	34,9	34,5	32,3	37,8	36,0						
Übers Korn (<2mm)	%	0	0	0	0	0	0,3	0	0	3,6	0	0,3	0	0	1,4						
Fraktion 60-200µm	%	0,2	2,7	0,3	0,2	0,3	0	0	0	5,3	0	0,4	0	0,2	0,6						
Fraktion 200-600 µm	%	3,1	2,7	0,9	0,9	0,2	8,6	0	0,6	27,2	0,6	2,3	0	0	3,6						
Fraktion 60-200 µm	%	47,3	9,4	10,9	13	8,5	23,9	5,8	9,3	7,7	16,5	11,2	16	22,4	15,5						
Fraktion 20-60 µm	%	12,5	15	15,7	12,7	10,8	8,6	8,5	10,9	9,4	12,3	10,6	14,2	14,4	12,0						
Fraktion <63 µm	%	49,4	87,6	87,8	85,8	91,1	66,9	94,2	90	56,3	82,9	85,7	83,9	77,4	79,9						
Fraktion <20µm	%	36,9	72,6	72,1	73,1	80,3	59,3	85,7	79,1	46,9	70,6	75,1	69,7	63	68,0						
TOC	% TS	1,5	2,9	2,9	2,8	3	2,4	3,1	3	2,2	3	2,8	3	2,8	2,7						
Arsen (<20µm)	mg/kg TS	25	23	24	25	25	26	27	26	26	26	26	25	24	25	25	25	25	40	120	
Blei (<20µm)	mg/kg TS	54	54	55	55	54	56	53	52	53	52	60	55	56	55	51	47	54	90	270	
Cadmium (<20µm)	mg/kg TS	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	1,5	4,5	
Chrom (<20µm)	mg/kg TS	100	95	99	100	98	99	101	99	101	99	102	100	100	99	94	68	82	120	360	
Kupfer (<20µm)	mg/kg TS	37	30	28	25	23	34	31	24	30	28	32	30	33	30	35	21	27	30	90	90
Nickel (<20µm)	mg/kg TS	39	38	39	40	40	40	39	38	39	38	39	39	40	39	38	27	38	70	210	
Quecksilber (<20µm)	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	n. b.	0,70	2,10	
Zink (<20µm)	mg/kg TS	174	170	174	180	177	186	190	178	179	169	184	177	180	178	169	155	167	300	900	
Kohlenwasserstoffe (<63µm)	mg/kg TS	57	74	69	43	48	72	38	50	57	46	68	49	53	56	71	56	n.b.	200	600	
PAK EPA Summe (<63µm)	mg/kg TS	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	1,2	0,9	0,7	0,7	0,7	1,1	0,8	0,8	0,8	0,7	2,0	n.b.	1,8	5,5	
PCB Summe (<63µm)	µg/kg TS	4	6	5	7	7	16	7	6	6	6	10	6	6	7	5	13	n.b.	13	40	
alpha-HCH (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	n.b.	0,5	1,5	
gamma-HCH (Lindan) (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	n.b.	0,5	1,5	
P,p'-DDE (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	n.b.	2	6	
P,p'-DDE (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	n.b.	1	3	
P,p'-DDT (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	n.b.	1	3	
Hexachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	n.b.	1	3	
Hexachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	1,3	n.b.	2	6	
Tributylzin Kation (<2mm)	µg/kg TS	<1	1	2	7	6	8	3	6	1	6	8	3	2	4	3	7	n.b.	20	300	
Stickstoff (Gesamt-N)	mg/kg TS								4400		3700	3800			3967	2600		n.b.	1500		
Phosphor	mg/kg TS								1120		1030	1160			1103	827		n.b.	500		

Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port

Im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port wurden im Rahmen der Kampagne 2 17 Proben von km 8,2 bis 13,9 entnommen. Von den 17 Proben wurden 5 Einzelproben analysiert und von den restlichen 12 Proben wurden 4 Mischproben gebildet und nach GÜBAK (2009) untersucht.

Von den 17 Proben wurden 9 Proben auf Arsen und Schwermetalle untersucht. Alle 9 Messwerte für Arsen und die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Kupfer, Quecksilber und Zink liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 24). Für Kupfer überschreiten 2 von 9 Messwerten den Richtwert R1, bleiben aber im Mittel unter dem Richtwert R1. Im Rahmen der Messunsicherheit stimmen die Schwermetallgehalte vom September 2015 (Kampagne 2) mit den Konzentrationen vom April 2000 (BfG 2003) überein. Ein Anstieg der Schwermetallgehalte kann nicht festgestellt werden.

Die Mittelwerte für alle organischen Schadstoffe liegen im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port unter dem Richtwert R1.

Ein Anstieg der organischen Schadstoffgehalte vom April 2000 (BfG 2003) zum September 2015 (Kampagne 2) konnte im Rahmen der Messunsicherheit nicht festgestellt werden.

Zusammenfassende Beurteilung Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port

Die Mittelwerte der Schwermetalle mit Arsen und der organischen Schadstoffe liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 24). Ein Anstieg von Arsen, Schwermetallen und den organischen Schadstoffen konnte im Baggerschwerpunkt Südlich Jade Weser Port unter Berücksichtigung der Messunsicherheit nicht festgestellt werden. Das Baggergut kann nach GÜBAK (2009) mit Fall 1 bewertet werden und entspricht somit dem Belastungszustand im Küstenbereich. Aufgrund der geringen Schadstoffgehalte kann in die Jade umgelagert werden.

Tabelle 24: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Sediment des Baggerschwerpunkts Südlich Jade Weser Port aus der Kampagne 2 (September 2015) inkl. Vergleich mit April 2000 (BfG 2003).

Meisstelle	Einheit	MP_1/2	MP_3/4	MP_5/6	MP_7/8	9	11	13	14	17	Mittelwerte September 2015	Mittelwerte April 2000	R1	R2
Parameter														
Trockensubstanz	%	52,1	51,6	56,2	60	54,8	52,9	47,5	50,8	49,3	52,8			
Überkorn (>2mm)	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,0			
Fraktion 600-2000µm	%	0,5	0,6	0,2	0,7	0,3	0	0	0	1,2	0,4			
Fraktion 200-600 µm	%	3,9	4,1	2	1,2	1,7	0,5	0,2	0,2	5,2	2,1			
Fraktion 60-200 µm	%	53,6	50,6	61,2	63	48,9	36,2	52,2	53,8	28,2	49,7			
Fraktion 20-60 µm	%	12,5	12,1	11	9,4	16,3	20,6	14,3	13,1	12,6	13,5			
Fraktion <20µm	%	29,5	32,6	25,6	25,7	32,9	42,7	33,3	32,9	52,6	34,2			
Fraktion <63µm	%	42	44,7	36,6	35,1	49,2	63,3	47,6	46	65,2	47,7			
TOC	% TS	1,3	1,3	1	0,93	1,4	1,7	1,3	1,6	2,4	1,4			
Arsen (<20µm)	mg/kg TS	25	25	26	26	28	25	28	22	28	26	23	40	120
Blei (<20µm)	mg/kg TS	50	50	49	50	53	50	52	48	68	52	46	90	270
Cadmium (<20µm)	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	1,5	4,5
Chrom (<20µm)	mg/kg TS	98	97	96	98	102	101	104	99	97	99	62	120	360
Kupfer (<20µm)	mg/kg TS	33	19	29	32	19	17	16	19	18	22	20	30	90
Nickel (<20µm)	mg/kg TS	37	38	37	37	39	39	40	38	37	38	27	70	210
Quecksilber (<20µm)	mg/kg TS	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,70	2,10
Zink (<20µm)	mg/kg TS	161	165	161	162	175	167	174	163	184	168	150	300	900
Kohlenwasserstoffe (<63µm)	mg/kg TS	100	107	98	88	112	52	82	72	75	87	116	200	600
PAK EPA Summe (<63µm)	mg/kg TS	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	1,0	0,8	1,5	1,8	5,5
PCB Summe (<63µm)	µg/kg TS	5	5	3	4	5	8	4	11	8	6	7	13	40
alpha-HCH (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,5	1,5
gamma-HCH (Lindan) (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,5	1,5
p-p DDD (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,6	0,3	0,8	2	6
p-p DDE (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,6	0,4	0,3	0,7	1	3
p-p DDT (<63µm)	µg/kg TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	1	3
Pentachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,4	1	3
Hexachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6	0,3	0,7	0,4	0,4	1,0	2	6
Tributylzinn Kation (<2mm)	µg/kg TS	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	20	300
Stickstoff (Gesamt-N) (<2mm)	mg/kg TS				1600		2300		1700	2600	2050		1500	
Phosphor (<2mm)	mg/kg TS				430		710		660	840	660		500	

Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank

Im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank wurden im Rahmen der Kampagne 2 im Bereich von km 19,0 bis km 23,6 insgesamt 10 Proben entnommen.

Von den 10 entnommen Proben konnten nur 1 Einzelprobe und 2 Mischproben untersucht werden, weil die restlichen Proben nur einen sehr geringen Schluffanteil aufwiesen. Aus 2 Einzelproben wurde 1 Mischprobe hergestellt.

Nach GÜBAK (2009) ist eine Untersuchung von Proben, die zu mehr als 90 % aus Sand bestehen nicht erforderlich, wenn keine erhöhten Schadstoffgehalte zu erwarten sind; siehe GÜBAK (2009) Kapitel 3, Ausnahmeregelung.

Die Schwermetallkonzentrationen liegen bei allen Proben unter dem Richtwert R1. Im Rahmen der Messunsicherheit stimmen die Schwermetallgehalte vom September 2015 (Kampagne 2) mit den Konzentrationen vom April 2000 (BfG 2003) überein (s. Tabelle 25).

Auf organische Schadstoffe konnten nur 2 Proben untersucht werden. Die Messwerte für alle organischen Schadstoffe liegen im Baggerbereich ebenfalls unter dem Richtwert R1.

Aufgrund der geringen Schadstoffgehalte kann das Baggergut aus dem Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank nach GÜBAK (2009) mit Fall 1 bewertet werden. Das Baggergut entspricht dem Belastungszustand im Küstenbereich und kann aufgrund der geringen Schadstoffgehalte in die Jade umgelagert werden.

Tabelle 25: Schadstoff-, Gesamt-Stickstoff- und Phosphatgehalte im Baggerschwerpunkt Störtebeker Bank aus der Kampagne 2 (September 2015) inkl. Vergleich mit April 2000 (BfG 2003).

Meisstelle	Einheit	MP_20-21	22	MP_23-24	Mittelwerte September 2015	Einzelprobe April 2000	R1	R2
Parameter								
Trockensubstanz	%	64,1	64,9	73,3	67,4			
Überkorn (>2mm)	%	0	0	0	0,0			
Fraktion 600-2000µm	%	0,5	0,1	0,2	0,3			
Fraktion 200-600 µm	%	23	4,1	12,7	13,3			
Fraktion 60-200 µm	%	58,4	80,3	80,4	73,0			
Fraktion 20-60 µm	%	3,2	3	1,2	2,5			
Fraktion <20µm	%	14,9	12,4	5,5	10,9			
Fraktion <63µm	%	18,1	15,4	6,7	13,4			
TOC	% TS	0,71	0,57	0,26	0,5			
Arsen (<20µm)	mg/kg TS	21	25	21	22	33	40	120
Blei (<20µm)	mg/kg TS	43	47	51	47	42	90	270
Cadmium (<20µm)	mg/kg TS	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	1,5	4,5
Chrom (<20µm)	mg/kg TS	80	100	101	94	59	120	360
Kupfer (<20µm)	mg/kg TS	17	21	19	19	20	30	90
Nickel (<20µm)	mg/kg TS	33	40	41	38	28	70	210
Quecksilber (<20µm)	mg/kg TS	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,70	2,10
Zink (<20µm)	mg/kg TS	144	168	170	161	146	300	900
Kohlenwasserstoffe (<63µm)	mg/kg TS	111	130	n.b	120		200	600
PAK EPA Summe (<63µm)	mg/kg TS	1,0	1,0	n.b	1,0		1,8	5,5
PCB Summe (<63µm)	µg/kg TS	4	3	n.b	4		13	40
alpha-HCH (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		0,5	1,5
gamma-HCH (Lindan) (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		0,5	1,5
p-p DDD (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		2	6
p-p DDE (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		1	3
p-p DDT (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		1	3
Pentachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,3	0,3	n.b	0,3		1	3
Hexachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,4	0,3	n.b	0,3		2	6
Tributylzinn Kation (<2mm)	µg/kg TS	1	1	1	1	1	20	300
Stickstoff (Gesamt-N) (<2mm)	mg/kg TS		1000				1500	
Phosphor (<2mm)	mg/kg TS		230				500	

Baggerschwerpunkte Umfahrung Minsener Oog und Außenjade/Langes

Im Baggerschwerpunkt Umfahrung Minsener Oog wurden 7 Proben im Rahmen der Kampagne 2 zwischen km 36,7 und km 38,3 entnommen. Im Baggerschwerpunkt Außenjade/Langes Riff wurden 21 Proben entnommen zwischen km 42,4 und km 46,5 genommen.

Da die Proben in beiden Baggerschwerpunkten zu über 90 % aus Sand bestehen, müssen nach GÜBAK (2009) keine chemischen Untersuchungen durchgeführt werden, wenn keine erhöhten Schadstoffgehalte zu erwarten sind. Diese sind in keinem der beiden Baggerschwerpunkt zu erwarten.

Das Baggergut aus beiden Baggerschwerpunkten kann somit in die Jade umgelagert werden.

Unterbringungsstellen

Südreede 2

Auf der Unterbringungsstelle Südreede 2 wurden 3 Proben im Rahmen der Kampagne 3 entnommen (SR-K1 bis SR-K3) und auf Schwermetalle, Arsen und organische Schadstoffe untersucht. Der Schluffanteil liegt im Bereich von 52 % bis 70 %. Die Gehalte von Schwermetallen, Arsen und organischen Schadstoffen liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 26). Die Mittelwerte von der Unterbringungsstelle Südreede 2 stimmen mit den Mittelwerten von der Deutschen Bucht (Tonne E3) und den Dauermessstellen Schillighörn und Harlesiel und Neuer Vorhafen überein. Die Schadstoffkonzentrationen entsprechen somit dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

Südreede 2 Referenzstelle

Die Referenzstelle Südreede 2 wurde im Rahmen der Kampagne 3 auf Schadstoffgehalte untersucht um die Schadstoffgehalte mit den Unterbringungsstellen zu vergleichen.

Auf der Referenzstelle Südreede 2 wurden 3 Proben entnommen (SR-R1 bis SR-R3) und auf Schwermetalle, Arsen und organische Schadstoffe untersucht. Der Schluffanteil liegt im Bereich von 29 % bis 48 % und ist somit geringer als an der Unterbringungsstelle Südreede 2. Die Gehalte von Schwermetallen, Arsen und organischen Schadstoffen liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 26). Die Messwerte von der Referenzstelle Südreede 2 stimmen mit den Mittelwerten von der Deutschen Bucht (Tonne E3) und den Dauermessstellen Schillighörn und Harlesiel überein. Die Schadstoffgehalte von der Unterbringungsstelle Südreede 2 unterscheiden sich nicht von der Referenzstelle Südreede 2. Die Schadstoffkonzentrationen entsprechen somit dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

Tabelle 26: Schadstoffgehalte der Unterbringungs- und Referenzstelle Südreede 2 inkl. Vergleich mit Messwerten der Dauermessstationen.

Probe (ID#)	SR-K1	SR-K2	SR-K3	SR-R1	SR-R2	SR-R3	Mittelwerte Südreede	Mittelwerte Südreede Referenzstellen	Mittelwerte Neuer Vorfluten	Mittelwerte Deutsche Bucht E3	ostfries. Watt (Schlichtflöhen, Harleisel 2007-2017)	R1	R2
Entnahmedatum von	08.08.2016.00:00	08.08.2016.00:00	08.08.2016.00:00	08.08.2016.00:00	08.08.2016.00:00	08.08.2016.00:00							
Entnahmestelle (ID#)	SR-K1	SR-K2	SR-K3	SR-R1	SR-R2	SR-R3							
Entnahmestelle	KS Südreede 2	KS Südreede 2	KS Südreede 2	Ref Südreede 2	Ref Südreede 2	Ref Südreede 2							
Feinkornanteil (<0,063 mm)	70,0	51,5	60,7	28,7	47,7	42,9							
	%	%	%	%	%	%							
TOC (<2 mm)	2,2	1,6	1,6	0,94	1,5	1,5							
Gew.% TS													
Arsen (<20µm)	24	24	24	25	25	25	24	25	25	26	23	40	120
mg/kg TS													
Blei (<20µm)	53	54	52	64	55	51	53	57	55	66	55	90	270
mg/kg TS													
Cadmium (<20µm)	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,40	0,37	0,38	0,5	0,7	1,5	4,5
mg/kg TS													
Chrom (<20µm)	88	90	90	88	90	85	93	91	99	69	86	120	360
mg/kg TS													
Kupfer (<20µm)	23	24	23	23	22	20	23	22	30	27	31	30	90
mg/kg TS													
Nickel (<20µm)	38	38	38	38	40	36	38	38	39	34	40	70	210
mg/kg TS													
Quecksilber (<20µm)	0,25	0,27	0,25	0,32	0,24	0,22	0,26	0,26	0,26	0,43	0,31	0,70	2,10
mg/kg TS													
Zink (<20µm)	171	173	169	181	166	160	171	169	178	192	182	300	900
mg/kg TS													
KW (C10 bis C40) (<63µm)	46	39	33	70	42	47	39	53	56	91	132	200	600
mg/kg TS													
PAK Summe 16 nach EPA (<63µm)	0,84	0,97	0,82	1,36	0,82	1,10	0,88	1,09	0,84	0,9	1,0	1,8	5,5
µg/kg TS													
PCB Summe 7 (<63µm)	4,54	5,07	4,58	6,48	3,94	5,08	4,73	5,17	7,13	7	4	13	40
µg/kg TS													
a-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	0,07	0,10	0,08	0,17	0,10	0,12	0,08	0,13	0,07	0,2	0,2	0,5	1,5
µg/kg TS													
g-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	0,07	0,10	0,08	0,17	0,10	0,12	0,08	0,16	0,07	0,2	0,2	0,5	1,5
µg/kg TS													
p,p'-DDT (<63µm)	0,07	0,10	0,08	0,17	0,10	0,12	0,08	0,13	0,07	0,2	0,2	0,5	1,5
µg/kg TS													
p,p'-DDD (<63µm)	0,57	0,83	0,54	0,73	0,82	0,42	0,65	0,66	0,30	0,8	0,3	1	3
µg/kg TS													
p,p'-DDE (<63µm)	0,46	0,25	0,59	0,17	0,44	0,58	0,43	0,40	0,11	0,7	0,2	1	3
µg/kg TS													
Penachlorbenzol (<63µm)	0,31	0,33	0,28	0,59	0,31	0,42	0,31	0,44	0,21	0,7	0,2	1	3
µg/kg TS													
Hexachlorbenzol (<63µm)	0,46	0,54	0,35	0,56	0,42	0,51	0,45	0,50	0,36	0,8	0,5	2	6
µg/kg TS													
Tributylzinn Kation (<2mm)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	4	2	2	20	300
µg/kg TS													

Vareler Fahrwasser II

Auf der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II wurden 3 Proben im Rahmen der Kampagne 3 entnommen (VF-K1Ö bis VF-K3Ö) und auf Schwermetalle, Arsen und organische Schadstoffe untersucht. Der Schluffanteil liegt im Bereich von 50 % bis 57 %. Die Gehalte von Schwermetallen, Arsen und organischen Schadstoffen liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 27). Die Mittelwerte von der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II stimmen mit den Mittelwerten von der Deutschen Bucht (Tonne E3) und den Dauermessstellen Schillighörn und Harlesiel überein. Die Schadstoffkonzentrationen entsprechen somit dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

Vareler Fahrwasser II Referenzstelle

Die Referenzstelle Vareler Fahrwasser II wurde auf Schadstoffgehalte untersucht um die Schadstoffgehalte mit den Unterbringungsstellen zu vergleichen.

Auf der Referenzstelle Vareler Fahrwasser II wurden 3 Proben im Rahmen der Kampagne 3 entnommen (VF-R1 bis VF-R3) und auf Schwermetalle, Arsen und organische Schadstoffe untersucht. Der Schluffanteil liegt im Bereich von 53 % bis 82 % und somit höher als an der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II. Die Gehalte von Schwermetallen, Arsen und organischen Schadstoffen liegen unter dem Richtwert R1 (s. Tabelle 27). Die Mittelwerte von der Referenzstelle Vareler Fahrwasser II stimmen mit den Mittelwerten von der Deutschen Bucht (Tonne E3) und den Dauermessstellen Schillighörn und Harlesiel überein. Die Schadstoffgehalte von der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II unterscheiden sich nicht von der Referenzstelle Vareler Fahrwasser II. Die Schadstoffkonzentrationen entsprechen somit dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

An den folgenden Unterbringungsstellen und Referenzstellen wurde keine Schadstoffuntersuchung durchgeführt, weil die Proben zu mehr als 90 % aus Sand bestehen und keine erhöhten Schadstoffgehalte zu erwarten sind:

- Mellumplate Mitte
- Mellumplate Nord
- Mellumplate Nord 2
- K01 Unterbringungsstelle
- Jade Weser Unterbringungsstelle

Tabelle 27: Schadstoffgehalte der Unterbringungs- und Referenzstelle Vareler Fahrwasser II inkl. Vergleich mit Messwerten der Dauermessstationen.

Probe (ID#)	VF-K10	VF-K20	VF-K30	VF-R1	VF-R2	VF-R3	VF-R3DB	Mittelwerte Deutsche Bucht E3	ostfries. Watt (Schillinghörn, Hafesiel 2007-2017)	R1	R2
Entnahmedatum von	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00	09.08.2016 00:00				
Entnahmestelle (ID#)	VF-K10	VF-K20	VF-K30	VF-R1	VF-R2	VF-R3	VF-R3				
Entnahmestelle	Vareler Fahrw. II	Vareler Fahrw. II	Vareler Fahrw. II	Ref. Vareler Fahrw. II	Ref. Vareler Fahrw. II	Ref. Vareler Fahrw. II	Ref. Vareler Fahrw. II				
Feinkornanteil (<0,063 mm)	53,8	56,8	49,7	53,1	75,4	81,5	85,5	57,0	20,0		
TOC (<2 mm)	1,5	1,6	1,6	1,5	2,2	2,6	2,5	1,0	0,7		
Arsen (<20µm)	27	25	22	26	27	28	28	26	23	40	120
Blei (<20µm)	52	54	46	53	54	62	61	66	55	90	270
Cadmium (<20µm)	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	1,5	4,5
Chrom (<20µm)	83	82	74	83	86	92	97	69	86	120	360
Kupfer (<20µm)	21	21	18	21	20	13	21	27	31	30	90
Nickel (<20µm)	35	35	33	36	34	37	37	34	40	70	210
Quecksilber (<20µm)	0,25	0,24	0,21	0,24	0,25	0,27	0,27	0,43	0,31	0,70	2,10
Zink (<20µm)	172	155	144	158	155	170	174	192	182	300	900
KW (C10 bis C40) (<63µm)	37	35	40	38	27	25	23	91	132	200	600
K Summe 16 nach EPA (<63µm)	0,86	0,85	0,87	0,87	0,95	0,98	0,88	0,9	1,0	1,8	5,5
PCB Summe 7 (<63µm)	4,07	4,01	4,29	4,24	4,80	5,90	5,20	7	4	13	40
H-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	0,09	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06	0,06	0,2	0,2	0,5	1,5
p-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	0,09	0,09	0,10	0,11	0,07	0,06	0,06	0,2	0,2	0,5	1,5
p,p'-DDT (<63µm)	0,09	0,09	0,10	0,09	0,07	0,06	0,06	1,0	0,4	2	6
p,p'-DDD (<63µm)	0,50	0,48	0,56	0,45	0,54	0,44	0,48	0,8	0,3	1	3
p,p'-DDE (<63µm)	0,47	0,33	0,60	0,43	0,73	0,63	0,47	0,7	0,2	1	3
Pentachlorbenzol (<63µm)	0,30	0,39	0,36	0,26	0,38	0,44	0,35	0,7	0,3	1	3
Hexachlorbenzol (<63µm)	0,35	0,53	0,34	0,47	0,49	0,53	0,56	0,8	0,5	2	6
Tributylzinn Kation (<2mm)	<1	<1	<1	<1	3	5	7	2	2	20	300

7.4.2. Ökotoxikologische Wirkungen

Bioteste sind geeignet, den integralen Einfluss von Stoffen auf biologische Systeme zu erfassen. Das bedeutet, dass die Wirkungen der bioverfügbaren Stoffe gleichzeitig und gemeinsam erfasst werden und möglicherweise auftretende synergistische, additive oder antagonistische Effekte festgestellt werden. Dies stellt einen wichtigen Unterschied zu den Schadstoffuntersuchungen der chemischen Analytik dar, wo vorwiegend bestimmte Zielparameter quantifiziert werden und unbekannte Substanzen in der Regel nicht erfasst werden.

Zur Abschätzung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials der Jade wurden Sedimentproben mit ausreichend feinkörnigem Material untersucht.

Hierzu wurden gemäß GÜBAK (2009) Eluate (EL) mit zwei marinen Biotestverfahren (Leuchtbakterientest DIN EN ISO 11348-2; mariner Algentest DIN EN ISO 10253) untersucht:

- 21 Sedimentproben (Einzel- und Mischproben) aus 33 Stellen in der Baggerstrecke (Kampagne 2),
- 13 Sedimentproben (Einzel- und Mischproben) von 19 Stellen im Neuen Vorhafen (Kampagne 2),
- je sechs Sedimentproben (Umlagerungs- und Referenzstellen) aus Südreede 2 und Vareler Fahrwasser II (Kampagne 3),
- je eine Sedimentprobe (Umlagerungs- und Referenzstelle) aus Mellumplate Nord 2 und Mitte (Kampagne 3).

Die Unterbringungsstellen K01 und Jade-Weser wurden aufgrund des geringen Feinsedimentanteils nicht auf ökotoxikologische Wirkungen untersucht.

In Tabelle 28 und Tabelle 29 sind die Ergebnisse der Biotestverfahren und die Klassifizierung zusammengefasst. Die pH-Werte (pH), Sauerstoff (O₂)- und Ammoniumstickstoff (NH₄-N)-Konzentrationen der zu untersuchenden Testgüter lagen in Bereichen, die keine negativen Beeinträchtigungen der Testorganismen verursachten.

Die Untersuchungsergebnisse der beiden Biotestverfahren zeigten für die Baggerschwerpunkte pT-Werte von 0 an, bis auf zwei Ausnahmen im Neuen Vorhafen mit pT von 1 (NV02, MP-NV-17-18). Insgesamt handelt es sich dabei um keine bzw. sehr gering toxische Effekte. Aufgrund der Biotestergebnisse der Sedimentuntersuchungen ist das ökotoxikologische Potenzial der untersuchten Sedimente entsprechend der festgestellten pT-Werte der Toxizitätsklasse 0 „Toxizität nicht nachweisbar“ und in zwei Fällen der Toxizitätsklasse I „sehr gering toxisch belastet“ zuzuordnen und wird somit als unbedenklich eingestuft (s. Tabelle 9).

Tabelle 28: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Klassifizierung mit der marinen Bio-testpalette aus Kampagne 2. Entnahmestellen: Baggerstempel (NV = Neuer Vorhafen, MP = Mischprobe, EP = Einzelprobe).

Probe (ID#)	Probenotyp	Gewässer-km	TR (%)	Physikochemische Parameter im Testgut					mariner Algentest		Leuchtbakterientest (Anhang D)		Toxizitätsklasse
				pH-Wert	O ₂ (mg/l)	LF (mS/cm)	Salinität	NH ₄ -N (mg/l)	Hemmung (%) in GI	pT-Wert	Hemmung (%) in GI	pT-Wert	
646-09	EP	9,65	54,8	7,1	5,7	47,6	31	16	-86,2	0	5,8	0	0
646-11	EP	9,95	45,1	7	4,6	48	31,2	15	-94,9	0	7,5	0	0
646-13	EP	10,60	47,4	7,1	5,7	47,7	31	5,2	-173,1	0	6,1	0	0
646-14	EP	11,04	50,8	7	4,8	47,7	31,1	21	-48,4	0	3,2	0	0
646-16	EP	12,98	81,5	7,5	8,8	47	30,5	<0,5	-87,5	0	8,4	0	0
646-17	EP	13,92	49,3	7,2	6,4	47,4	30,9	31	-55,8	0	10,4	0	0
646-22	EP	22,35	64,9	7,2	6,9	47,3	30,7	1,2	-39,9	0	9	0	0
646-27	EP	23,59	79,5	7,7	8,9	47	30,5	<0,5	-67,2	0	-0,9	0	0
646-34	EP	38,25	80,4	7,5	8,4	48	31,2	1,6	-94,4	0	0,1	0	0
646-MP-NV05-06	MPH		48,2	7,1	5,1	47,7	31,1	11	-66,7	0	6,3	0	0
646-MP-NV08-10	MPH		33,9	7,5	4,3	46,8	30,5	39	18	0	10,5	0	0
646-MP-NV13-14	MPH		35,1	7,4	4,4	47,5	31	37	3,8	0	-0,4	0	0
646-MP-NV15-16	MPH		36,1	7,7	5,3	47,6	30,9	41	11,3	0	-1,2	0	0
646-MP-NV17-18	MPH		35,8	7,6	5,2	47,3	30,7	58	36,7	1	2,2	0	I
646-MP-NV19-20	MPH		43	7,8	5,2	47,1	30,6	33	-9	0	1	0	0
646-MP01-02	MPH		52,1	7,1	6,2	47,8	31,1	5,4	-101,3	0	2,9	0	0
646-MP03-04	MPH		51,6	7,1	5,8	47,7	31	6,8	-99,4	0	3,2	0	0
646-MP05-06	MPH		56,2	7,1	6,2	47,5	30,9	4,3	-99,5	0	6,8	0	0
646-MP07-08	MPH		60	7,3	7,9	47,6	31	10	-124,6	0	5,7	0	0
646-MP18-19	MPH		78,1	7,6	8,7	47,2	30,6	0,64	-106,1	0	-2,2	0	0
646-MP20-21	MPH		64,1	7,2	6,7	47,4	30,8	<0,5	-69,7	0	5,3	0	0
646-MP23-34	MPH		73,3	7,5	8,4	47,2	30,7	<0,5	-54,9	0	3,8	0	0
646-MP25-26	MPH		76,4	7,7	8,7	47,2	30,7	<0,5	-58,3	0	7,3	0	0
646-MP28-30	MPH		76,8	7,8	8,9	47	30,5	<0,5	-63,8	0	-2,9	0	0
646-MP31-33	MPH		77,9	7,8	8,9	47,6	30,9	<0,5	-102,5	0	1,5	0	0
646-MP41-43	MPH		78,6	7,6	9,1	47,9	31,1	1,2	-70,4	0	2,8	0	0
646-MP53-55	MPH		79	7,5	8,8	47,7	31	2,3	-102,1	0	-0,2	0	0
646-NV01	EP	3,39	33,3	7,7	5,1	46,5	30,3	40	-28,1	0	14,2	0	0
646-NV02	EP	3,63	21,1	7,6	5,5	47,2	30,6	41	46,7	1	16,9	0	I
646-NV03	EP	3,85	42,4	7,2	5,2	47,3	30,8	24	6	0	6,8	0	0
646-NV04	EP	4,13	34,9	7,4	4,2	46,9	30,6	40	14,1	0	10,5	0	0
646-NV09	EP	3,69	34,5	7,5	4,1	47,4	30,9	34	-23,5	0	-0,2	0	0
646-NV11	EP	4,02	32,3	7,4	4,2	47,7	31,1	28	-10,5	0	-0,7	0	0
646-NV12	EP	3,84	37,8	7,5	4,6	47,1	30,8	39	11,7	0	-6	0	0

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Tabelle 29: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse und Klassifizierung mit der marinen Biotestpalette. Untersuchung Kampagne 3 (Ref = Referenz, KS = Unterbringungsstelle).

Probe (ID#)	Entnahmestelle	Gewässer-km	TR (%)	physikochemische Parameter					Mariner Algentest		Leuchtbakterientest (Anhang D)		Toxizitätsklasse
				pH-Wert	O ₂ (mg/l)	LF (mS/cm)	Salinität	NH ₄ +N (mg/l)	Hemmung in G1 (%)	pT-Wert	Hemmung in G1	pT-Wert	
MM-R1	Ref Mellumplate Mitte	31,06	78,7	7,4	7,5	49,1	32,1	<0,5	-18,5	0	-0,2	0	0
MN2-K2	KS Mellumplate Nord 2	33,76	75,2	7,6	8,9	48,9	31,9	<0,5	-12,7	0	2,6	0	0
SR-K1	KS Südreede 2	1,92	46,4	7,1	4,6	48,8	31,9	20	-34,9	0	1,9	0	0
SR-K2	KS Südreede 2	1,99	50,9	6,8	4,4	49,3	32,2	13	-44,8	0	4,8	0	0
SR-K3	KS Südreede 2	2,04	50,2	6,9	4,1	49,3	32,2	13	-39,5	0	-2	0	0
SR-R1	Ref Südreede 2	2,74	56,9	7,2	7,1	49,1	32,1	<0,5	-34,4	0	3,8	0	0
SR-R2	Ref Südreede 2	2,68	49,8	7,1	3,8	48,9	32	8,3	-64,5	0	-0,3	0	0
SR-R3	Ref Südreede 2	2,55	54	7,1	3,5	48,8	31,9	11	-52,4	0	7,4	0	0
VF-K1Ö	KS Vareler Fahrw. II	3,56	50,7	7	3,8	49	32	6,9	-60,3	0	-1,4	0	0
VF-K2Ö	KS Vareler Fahrw. II	2,46	51,5	7,1	3,8	48,7	31,8	21	-23,7	0	9,5	0	0
VF-K3Ö	KS Vareler Fahrw. II	2,29	54,3	6,9	3,7	48,9	32	11	-59,4	0	3,7	0	0
VF-R1	Ref Vareler Fahrw. II	1,68	52,5	6,9	3,7	48,9	31,9	9,7	-39,8	0	-0,8	0	0
VF-R2	Ref Vareler Fahrw. II	1,75	48,1	7,1	4,1	48,7	31,8	20	-15,9	0	24,2	2	II
VF-R3	Ref Vareler Fahrw. II	1,62	41,8	7,4	6,8	48,7	31,8	20	-19,2	0	29,4	3	III

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Die Untersuchungsergebnisse der beiden Biotestverfahren zeigten für die Unterbringungsstellen Mellumplate Nord und Mitte, Südreede 2 und Vareler Fahrwasser II sowie für die dazugehörigen Referenzstellen vorwiegend pT-Werte von 0 an. Ausnahmen sind die Referenzstellen VF-R2 und VF-R3. Hier wurden pT Werte von 2 und 3 bestimmt. Aufgrund der Biotestergebnisse der Sedimentuntersuchungen ist das ökotoxikologische Potenzial der untersuchten Sedimente entsprechend der festgestellten pT-Werte hauptsächlich der Toxizitätsklasse 0 „Toxizität nicht nachweisbar“ zuzuweisen. Für VF-R2 gilt die Toxizitätsklasse II „gering toxisch belastet“ und für VF-R3 die Toxizitätsklasse III „mäßig toxisch belastet“ (s. a. Tabelle 9). Entsprechend der GÜBAK (2009) werden die Wirkungen der Toxizitätsklassen 0 bis II als unbedenklich eingestuft. Die Wirkungen der Toxizitätsklasse III werden als bedenklich eingestuft. Da es sich bei letzterem um ein singuläres Ergebnis aus nur einem Biotest handelt, noch dazu ohne eindeutige Dosis-Wirkungsbeziehung (Institut Dr. Nowak 2016), kann das Ergebnis unberücksichtigt bleiben.

7.5. Fauna

7.5.1. Makrozoobenthos

Im Rahmen der Untersuchung von KÜFOG (2017) konnten im Bereich der sieben Unterbringungsstellen sowie auf den jeweiligen Referenzbereichen insgesamt 126 Wirbellosentaxa nachgewiesen werden (Tabelle 30). Diese teilen sich wie folgt auf die taxonomischen Gruppen auf: 42 Crustacea, 45 Polychaeta, 14 Mollusca, 8 Hydrozoa, 4 Bryozoa, 5 Echinodermata

und 7 „Sonstige“ Arten (2 Pygogonida, 2 Oligochaeta, 1 Anthozoa, 1 Nemertea, 1 Nematoda).

Tabelle 30: Gesamtartenliste MZB mit ihrem Vorkommen in den Gebieten und ihrem Gefährdungsstatus nach der Roten Liste. Legende: JW: Jade Weser; MM: Mellum Mitte, MN: Mellum Nord; MN2: Mellum Nord 2, SR: Südreede 2; VF: Vareler Fahrwasser II; U: Unterbringungsstelle; R: Referenz RL: 2: stark gefährdet; G: Gefährdung anzunehmen, V: Vorwarnliste; D: Daten unzureichend, R: extrem selten, *: Ungefährdet.

	RL	K01 U	K01 R	JW U	JW R	MM U	MM R	MN U	MN R	MN2 U	MN2 R	SR U	SR R	VF U	VF R
Actinia															
Actinaria indet.							x							x	x
Hydrozoa															
<i>Clytia hemisphaerica</i>	D		x										x	x	x
<i>Hydromeduse indet.</i>						x	x						x		
<i>Leuckartiara octona</i>	R		x												
<i>Obelia bidentata</i>	D	x	x		x	x	x							x	x
<i>Obelia</i> sp.												x		x	
<i>Sertularia cupressina</i>	G					x						x		x	x
<i>Tubularia indivisa</i>	D														x
<i>Tubularia</i> sp.			x											x	
Anthozoa sp.					x										
Nematoda sp.						x									
Nemertea sp.		x	x				x								
Oligochaeta															
Oligochaeta indet.												x		x	x
<i>Tubificoides benedii</i>	*													x	x
Polychaeta															
<i>Chaetozone setosa</i>	*	x	x												
<i>Eteone longa</i>	*	x	x	x					x		x		x	x	x
<i>Eumida sanguinea</i>	*	x	x		x		x								
<i>Eunereis longissima</i>	*						x							x	
<i>Eunoe nodosa</i>	D						x								
<i>Glycera alba</i>	D		x												
<i>Goniada maculata</i>	*		x												
<i>Goniadella bobrezkii</i>	*					x	x								
<i>Goniadidae</i> sp.								x							
<i>Hesionura elongata</i>	D			x											
<i>Heteromastus filiformis</i>	*									x		x	x	x	x
<i>Lanice conchilega</i>	*	x	x				x							x	
<i>Magelona</i> cf. <i>mirabilis</i>	D	x	x	x	x				x	x	x				
<i>Magelona johnstoni</i>	*	x	x		x			x	x	x	x				
<i>Malmgrenia lunulata</i>	*						x								
<i>Micophthalmus aberrans</i>	*													x	

	RL	K01 U	K01 R	JW U	JW R	MM U	MM R	MN U	MN R	MN2 U	MN2 R	SR U	SR R	VF U	VF R
<i>Myrianida prolifera</i>	*		x		x										
<i>Nephtys assimilis</i>	*	x	x												
<i>Nephtys caeca</i>	*	x	x				x						x		
<i>Nephtys cirrosa</i>	*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		
<i>Nephtys hombergii</i>	*	x	x		x					x		x		x	x
<i>Nephtys longosetosa</i>	*	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x		
<i>Nereididae</i> sp.														x	
<i>Ophelia limacina</i>	*			x	x		x	x							
<i>Pectinaria koreni</i>	*						x							x	
<i>Phyllodoce</i> cf. <i>mucosa</i>	*						x								
<i>Phyllodoce mucosa</i>	*			x	x										
<i>Phyllodoce rosea</i>			x												
<i>Phyllodocidae</i> sp.											x				
<i>Poecilochaetus serpens</i>	*		x												
<i>Polydora ciliata</i>	*														x
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	*		x				x								
<i>Pygospio elegans</i>	*											x		x	
<i>Scolelepis bonnierii</i>	*	x	x	x					x						
<i>Scoloplos armiger</i>	*			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
<i>Sigalion mathildae</i>	3	x													
<i>Spio filicornis</i>	*	x	x												
<i>Spio goniocéphala</i>	*		x	x	x	x		x							
<i>Spio martinensis</i>	*			x					x					x	
<i>Spionidae</i> sp.								x				x			
<i>Spiophanes bombyx</i>	*	x	x	x	x										
<i>Sthenelais limicola</i>	*	x													
<i>Streblospio benedicti</i>	V											x		x	
<i>Syllidae</i> sp.														x	
<i>Tharyx killariensis</i>	D											x		x	x
Crustacea															
<i>Aora typica</i>	D						x								
<i>Apolochus neapolitanus</i>	V	x													
<i>Balanus crenatus</i>	*	x													
<i>Balanus</i> sp.												x		x	
<i>Bathyporeia elegans</i>	*	x	x	x	x			x	x		x				
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	*	x	x	x	x				x		x				
<i>Bathyporeia pelagica</i>	*								x						
<i>Bathyporeia sarsi</i>	*												x		
<i>Bathyporeia tenuipes</i>	*	x	x												
<i>Carcinus maenas</i>	*						x						x		
<i>Corophium volutator</i>	*											x	x	x	x
<i>Crangon crangon</i>	*				x	x	x		x			x	x	x	x

	RL	K01 U	K01 R	JW U	JW R	MM U	MM R	MN U	MN R	MN2 U	MN2 R	SR U	SR R	VF U	VF R
Diastylidae indet.		x											x		
<i>Diastylis bradyi</i>	*	x	x	x		x									
<i>Diogenes pugilator</i>	D	x	x	x	x			x	x						
<i>Gastrosaccus spinnifer</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		
<i>Iphinoe trispinosa</i>	*	x	x												
<i>Jassa falcata</i>	*													x	
<i>Jassa marmorata</i>	*											x			
<i>Jassa</i> sp.														x	
<i>Leucothoe incisa</i>	*	x	x												
<i>Liocarcinus holsatus</i>	*		x		x		x								
<i>Megaluropus agilis</i>	V	x	x	x											
<i>Mesopodopsis slabberi</i>							x	x				x	x	x	x
<i>Micropotopus maculatus</i>	*						x							x	x
<i>Monocorophium sextonae</i>	*						x								
Mysidaceae indet.															x
<i>Neomysis integer</i>												x	x	x	
<i>Nototropis falcatus</i>	*			x	x										
<i>Nototropis swammerdamei</i>	*				x										
<i>Pagurus bernhardus</i>	*			x	x		x				x				
<i>Pariambus typicus</i>	*	x	x												
<i>Perioculodes longimanus</i>	*	x	x												
<i>Philocheras trispinosus</i>	D	x	x												
<i>Pontocrates altamarinus</i>	*			x	x			x	x		x				
<i>Pontocrates arenarius</i>	*	x	x	x	x			x							
<i>Praunus flexuosus</i>													x		
<i>Pseudocuma longicorne</i>	D	x													
<i>Schistomysis kervillei</i>							x		x			x	x	x	x
<i>Stenothoe marina</i>	*						x								x
<i>Synchelidium maculatum</i>	D	x	x												
<i>Urothoe poseidonis</i>	*	x	x								x				
Mollusca															
<i>Abra alba</i>	*	x	x		x		x			x					
<i>Abra tenuis</i>	D		x												
<i>Cerastoderma edule</i>	*					x									
<i>Donax vittatus</i>	G	x	x												
<i>Ensis directus</i>	*		x				x								
<i>Fabulina fabula</i>	*	x	x		x						x				
<i>Kurtiella bidentata</i>	*						x								
<i>Limecola balthica</i>	*	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Nucula nitidosa</i>	*	x	x												
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	D						x						x		x

	RL	K01 U	K01 R	JW U	JW R	MM U	MM R	MN U	MN R	MN2 U	MN2 R	SR U	SR R	VF U	VF R
<i>Spisula elliptica</i>	2		x				x								
<i>Spisula solida</i>	G		x		x		x								
<i>Spisula</i> sp.		x													
<i>Tellimya ferruginosa</i>	*	x									x				
Bryozoa															
<i>Bowerbankia gracilis</i>	*	x													
<i>Conopeum reticulum</i>	*											x		x	x
<i>Electra pilosa</i>	*	x													
<i>Membraniporella nitida</i>	D													x	
Echinodermata															
<i>Echinocardium cordatum</i>	*	x	x								x				
<i>Amphiura filliformis</i>	*														x
<i>Ophiura albida</i>	*		x				x						x		
<i>Ophiura ophiura</i>	*	x	x									x			
Ophiuridae indet.										x					x
Pycnogonida															
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	*													x	
<i>Nymphon brevistre</i>	*													x	x

Insgesamt waren die einzelnen Untersuchungsgebiete z. T. sehr unterschiedlich besiedelt und werden im Folgenden getrennt beschrieben.

Unterbringungsstelle K01

Insgesamt wurden 64 Arten/Taxa ermittelt, wovon 37 Arten an allen Probennahmepunkten gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle K01 selbst wurden insgesamt 49 Arten im Vergleich zu 54 Arten an den Referenzstationen nachgewiesen. Die Biomasse war an den Unterbringungsstationen am größten und wurde in erster Linie bestimmt durch das Vorkommen der relativ großen Echinodermaten. Daneben wird die Biomasse dominiert von Polychaeten und Bivalvieren. Der Vergleich von Umlagerungsstelle und Referenz mittels ANOSIM zeigt keine signifikanten Unterschiede der Artenzusammensetzung. Auch die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – waren im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaproben kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Auch der Anteil der organischen Substanz war an der Unterbringungsstelle im Vergleich zu den Referenzproben ähnlich. Insgesamt ähnelt die Artenzusammensetzung in allen Gebieten der von Salzwedel et al. (1985) beschriebenen *Tellina-fabula*-Gemeinschaft, welche vorwiegend in Feinsand in Wassertiefen von 13 bis 31 m angetroffen wird. Einige Unterschiede im Vergleich der Stationsgruppen konnten in dem Bericht von Küfog (KÜFOG 2017) herausgearbeitet werden, die als Hinweis auf die Wirkung von Umlagerung gewertet werden könnten: An den Unterbringungsstation wurden weniger filtrierende Arten nachgewiesen und keine filtrierenden Arten aus den taxonomischen Gruppen Bryozoa, Anthozoa und Crustacea. Darüber hinaus wurden an der Unterbringungsstelle (1 Art) deutlich weniger filtrierende Hydrozoenarten im Vergleich zu der Referenz (4 Arten) gefunden.

Unterbringungsstelle Jade-Weser

Insgesamt wurden 35 Arten/Taxa ermittelt, wovon 17 Arten in allen Bereichen gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt 23 Arten im Vergleich zu 29 Arten an den Referenzstationen nachgewiesen. Der Vergleich der Stationsgruppen mittels ANOSIM zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen der Unterbringungsstelle und der Referenz. Die Biomasse war an den Unterbringungsstationen deutlich geringer als an den Referenzstationen. Dies wurde vor allem durch das fehlende Vorkommen von filtrierenden Bivalvieren bedingt. Es gab aber keine eindeutigen Hinweise auf einen besonderen Einfluss einzelner Arten oder Umweltvariablen auf die Anordnung der Stationsgruppen. Auch die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – waren im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaprobe kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Auch der Anteil der organischen Substanz war an der Unterbringungsstelle im Vergleich zu den Referenzproben ähnlich.

Unterbringungsstelle Mellumplate Nord

Insgesamt wurden 23 Arten/Taxa ermittelt, wovon 8 Arten in allen Bereichen gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt 15 Arten im Vergleich zu 16 Arten an den Referenzstationen nachgewiesen. Insgesamt werden alle Gebiete dominiert von vagilen Polychaeten und Crustaceen, die typisch für sandige Sedimente sind. Der Vergleich der Stationsgruppen mittels ANOSIM zeigte signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Referenz- und Unterbringungsstelle. Allerdings waren die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaprobe kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Auch der Anteil der organischen Substanz war an der Unterbringungsstelle im Vergleich zu den Referenzproben ähnlich. Das Artenspektrum wurde dominiert von vagilen Polychaeten und Crustaceen, die typisch sind für mittelsandige Gebiete. Die Artenzahl war an allen Stationsgruppen mit 14 Arten gleich und wird als relativ artenarm beurteilt. Die Biomasse war an den Unterbringungsstationen deutlich höher als an den Referenzstationen und wurde vor allem durch das Vorkommen von größeren Polychaeten bestimmt.

Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2

Insgesamt wurden 21 Arten/Taxa ermittelt, wovon 6 Arten in allen Bereichen gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt 11 Arten im Vergleich zu 16 Arten an den Referenzstationen nachgewiesen. Die Stationen der Unterbringungsstelle waren im Vergleich zu den Referenzstationen deutlich artenärmer. An der Unterbringungsstelle wurden mit Ausnahme von Hyperbenthosarten keine Crustacea nachgewiesen. Der Seeigel *Echinocardium cordatum* und die Muschel *Tellinomya ferrogina* kamen ausschließlich an den Referenzstationen mit hoher Stetigkeit (85 %) vor. Der Polychaet *Magelona cf. mirabilis* kam in allen Gebieten vor, hatte aber die höchste Stetigkeit und die höchsten Abundanzwerte an den Referenzstationen und ist hauptverantwortlich für die großen Abundanzwerte der Referenzstationen. Die Biomasse war an den Unterbringungsstationen reduziert. Auch die mittlere Taxazahl pro Greifer und die Abundanzwerte waren an der Unterbringungsstelle deutlich geringer. Der Vergleich der Stationsgruppen mittels ANOSIM zeigt signifikante Unterschiede der Artenzusammensetzung der Stationsgruppen zwischen der Unterbringungsstelle und der Referenz. Insgesamt wurden alle Bereiche von vagilen Polychaeten dominiert, wobei die Artenzahl und

die Abundanzen an der Unterbringungsstelle deutlich geringer waren. An der Unterbringungsstelle wurden keine Crustaceen nachgewiesen und auch die filtrierenden Muscheln *Tellimya ferroguinosa* und *Macomangulus tenuis* konnten nicht nachgewiesen werden. Die Sedimente der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 waren unterschiedlich im Vergleich zu ihren Referenzen: Die Sedimente der Unterbringungsstelle wiesen einen deutlich höheren Anteil insbesondere der sehr feinen Sedimentfraktion ($< 63\mu\text{m}$) auf und darüber hinaus war der Anteil der organischen Substanz an dieser Unterbringungsstelle deutlich größer. Nur auf diese und auf die Unterbringungsstelle Südreede 2 wurden die schlickigen Sedimente u.a. aus dem Vorhafen von Wilhelmshaven verbracht.

Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte

Insgesamt wurden 42 Arten/Taxa ermittelt, wovon 8 Arten in allen Bereichen gefunden wurden. Die Stationen der Unterbringungsstelle waren im Vergleich zu den Referenzstationen viel artenärmer (Unterbringungsstelle: 13 Arten, Referenz: 37 Arten). Verantwortlich für die hohe Artenzahl an der Referenz ist eine einzelne Greiferprobe, die geprägt ist von einer sehr hohen Abundanz von *Lanice conchilega*, die ein strukturreiches Biotop mit einer assoziierten meist artenreichen Begleitfauna ausbildet. Allerdings darf dieser Fund nicht überinterpretiert werden, da diese Fauna nur in einem von 10 Greifern gefunden wurde und somit keinesfalls als repräsentativ für die Umlagerungsstelle gelten kann. Die Sedimente dieser Greiferprobe wiesen darüber hinaus deutlich feinere Korngrößenfraktionen auf. Insgesamt waren Unterbringungsstelle und Referenz von vagilen Polychaeten dominiert, die typisch sind für sandige Sedimente. Der Vergleich der Stationsgruppen mittels ANOSIM zeigte signifikante Unterschiede der Artenzusammensetzung der Stationsgruppen zwischen der Unterbringungsstelle und der Referenz. Allerdings waren die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaproben kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Auch der Anteil der organischen Substanz war an der Unterbringungsstelle im Vergleich zu den Referenzproben ähnlich.

Unterbringungsstelle Südreede 2

Insgesamt wurden 32 Arten/Taxa ermittelt, wovon 7 Arten in beiden Bereichen gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt 19 Arten im Vergleich zu 20 Arten an den Referenzstationen nachgewiesen. Insgesamt waren sowohl die Unterbringungsstelle als auch die Referenzfläche von vagilen Polychaeten und Crustaceen dominiert, die typisch sind für feinsandig schlickige Sedimente. Die ortsfeste Bohrmuschel *Petricola pholadiformes* kam an der Unterbringungsstelle gar nicht und an der Referenz nur an einer Station vor. Die Bohrmuschel zeigt eine deutliche Vorliebe für feinere Sedimente mit einem hohen organischen Anteil und wird als sensibel gegenüber Umlagerung eingeschätzt. Die Biomasse war in beiden Bereichen mit Werten von $0,093\text{ g AFTG/m}^2$ an der Unterbringungsstelle und $0,088\text{ g AFTG/m}^2$ an den Referenzstationen sehr gering. Auch der Vergleich der Stationsgruppen von Unterbringungsstellen mit Referenzstellen mittels ANOSIM ergab nur schwach signifikante ($p = 0,019$) Unterschiede der Artenzusammensetzung der Stationsgruppen. Vor allem die an der Unterbringungsstelle in höherer Stetigkeit und höheren Abundanzen vorkommenden Arten *Corophium volutator* und *Heteromastus filiformes* dominierten an der Unterbringungsstelle und die Artenzusammensetzung war im Vergleich zur Referenz insgesamt heterogener. Die Sedimentproben der Unterbringungsstelle waren nicht unterschiedlich im Vergleich zu

ihren Referenzen. Nur auf diese und auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 wurden die schlickigen Sedimente u.a. aus dem Vorhafen von Wilhelmshaven verbracht.

Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II

Insgesamt wurden 43 Arten/Taxa ermittelt, wovon 18 Arten in beiden Bereichen gefunden wurden. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt 36 Arten im Vergleich zu der Referenzfläche mit 22 Arten nachgewiesen. Insgesamt werden sowohl die Unterbringungsstelle als auch die Referenzfläche dominiert von vagilen Polychaeten, die typisch sind für feinsandig schlickige Sedimente. An der Unterbringungsstelle wurden insgesamt mehr Aufwuchsorganismen nachgewiesen als an den Referenzstationen und die ANOSIM Analyse ergab signifikante Unterschiede zwischen Unterbringungsstelle und Referenz. Allerdings waren die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaproben kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Auch der Anteil der organischen Substanz war an der Unterbringungsstelle im Vergleich zu den Referenzproben ähnlich. Die Biomasse war an der Unterbringungsstelle deutlich größer. Dieses wurde allerdings bestimmt durch das Vorkommen der relativ großen Art *Actinaria indet.* in einer Greiferprobe. Die ortsfeste Muschel *Petricola pholadiformes* und der Schlickkrebs *Corophium volutator* kommen im Gegensatz zur Unterbringungsstelle an der Referenz in hoher Stetigkeit von jeweils 87,5 % vor. *Corophium volutator* und die Bohrmuschel *Petricola pholadiformes* zeigen eine deutliche Vorliebe für feinere Sedimente und einem hohen organischen Anteil. *Petricola pholadiformes* wird ebenso wie *Actinia indet.* als sensibel gegenüber Umlagerung eingeschätzt.

Baggerstrecke

Die Baggerbereiche in der Fahrrinne der Jade wurden im Rahmen der vorliegenden GÜBAK-Jade nicht beprobt. Stattdessen wurde bei der Beschreibung der Fahrrienenfauna auf eine Untersuchung von Gutperlet et al. (2015) zurückgegriffen. Unter anderem wurde in dieser Arbeit ein Vergleich von regelmäßig unterhaltenen Fahrrienenbereichen und nicht unterhaltenen Fahrrienenbereichen im Bereich der inneren Jade in Höhe des Jade-Weser Ports durchgeführt (Tabelle 31).

Im nicht unterhaltenen Bereich der Fahrrinne hatten Gutperlet et al. (2015) 18 Marozooobenthos Taxa festgestellt, während es in den durch Unterhaltungsbaggerungen beeinflussten Teilen der Fahrrinne 12 Marozooobenthos Taxa waren. Allerdings konnten Gutperlet et al. (2015) in ihren statistischen Modellen nur etwa 36 % der Variabilität der Makrofaunaabundanz mit der Häufigkeit der Baggeraktivitäten erklären während allein Unterschiede im Sandanteil der Proben schon über 17% der Variabilität der Makrofaunaabundanz erklärten.

Tabelle 31: Artenliste der von Gutperlet et al. (2015) in regelmäßig unterhaltenen Fahrrinnenbereichen und nicht unterhaltenen Fahrrinnenbereichen der Jade gefundenen Makrozoobenthosarten.

	regelmäßige Unterhaltung	keine Unterhaltung
<i>Bivalvia</i> spp. juv.	x	x
<i>Caprella</i> spp.	x	x
<i>Corophium volutator</i>	x	x
<i>Dyopedos monocantha</i>	x	x
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	x	x
<i>Gattyana</i> cf. <i>cirrhosa</i>		x
<i>Heteromastus filiformis</i>		x
<i>Mesopodopsis slabberi</i>		x
<i>Monocorophium acherusicum</i>		x
<i>Mytilidae</i> sp. juv.	x	x
<i>Nephtys caeca</i>	x	x
<i>Nephtys hombergii</i>		x
<i>Nephtys</i> spp. juv.		x
<i>Peringia ulvae</i>	x	x
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	x	x
<i>Photis reinhardi</i>		x
<i>Polydora cornuta</i>	x	x
<i>Pontocrates altamarinus</i>	x	
<i>Pygospio elegans</i>	x	x

7.5.2. Fische und Neunaugen

Im Wattenmeer einschließlich der Jade ist gemäß aktueller Referenzliste mit dem Vorkommen von etwa 150 Fischarten zu rechnen, von denen rund die Hälfte als häufig und die andere Hälfte als selten bis sehr selten eingestuft wird (Jager et al. 2009). Das derzeitige Artenspektrum umfasst nahezu alle ehemals vorkommenden Arten, wenn auch einige davon aufgrund von Überfischung und/oder Veränderungen der Wanderwege und Laichgebiete starke Bestandseinbußen erlitten haben und nur noch in Restbeständen, als Irrgäste oder in Folge von Wiedereinbürgerungsprojekten im Wattenmeer vorkommen. Dies trifft beispielsweise auf Nagelrochen (*Raja clavata*), Lachs (*Salmo salar*) und Atlantischen Stör (*Acipenser sturio*) zu (s. z. B. Thiel et al. 2013, Freyhof 2009). Einige wenige Arten wie die Schwarzgrundel (*Gobius niger*) und der Atlantische Umber (*Micropogonias undulatus*) sind erst in jüngerer Vergangenheit - vermutlich im Ballastwasser von Schiffen - in das Wattenmeer gelangt (Jager et al. 2009).

Für die meisten vorkommenden Fischarten stellt das Wattenmeer einen Teillebensraum innerhalb des Systems Nordsee-Wattenmeer-Ästuar-Flüsse dar, der saisonal unterschiedlich genutzt wird. Insbesondere im Sommerhalbjahr dient das Wattenmeer vielen Arten als Aufzucht- und Nahrungsgebiet. Zum Winter ziehen sich die meisten Arten in tiefere Bereiche des Wattenmeeres oder der angrenzenden Nordsee zurück (Behrends et al. 2004, Jager et al. 2009).

In der Jade und im Jadebusen wird die Fischfauna des Pelagials (Freiwasser) nach den Untersuchungen von Dänhardt (2015), Dänhardt et al. (2018) und Meyer et al. (2016) von Stinten (*Osmerus eperlanus*) und Heringen (*Clupea harengus*), diejenige des Benthals (Gewässergrund) von Plattfischen wie Scholle (*Pleuronectes platessa*), Seezunge (*Solea solea*) und Kliesche (*Limanda limanda*) dominiert. Häufig sind zudem einige Standfische bzw. Arten, die nur geringe Distanzen zwischen offener Nordsee und Wattenmeer wandern wie u. a. Sandgrundel (*Pomatoschistus minutus*), Steinpicker (*Agonus cataphractus*) und Großer Scheibenbauch (*Liparis liparis*).

Die genannten dominanten Arten weisen unterschiedliche Lebenszyklen auf. Der Stint vermehrt sich im zeitigen Frühjahr im limnischen Tidebereich großer Ästuarie wie denen von Elbe und Weser. Im Sommerhalbjahr sind Stinte aller Altersklassen in der Jade sehr häufig anzutreffen, welche sie als Nahrungsgebiet nutzen. Etwa ab August kommen die im Frühjahr geschlüpften, aus Elbe und Weser in das Wattenmeer einwandernden Jungfische hinzu (Dänhardt et al. 2018). Stinte sind küstennah (Jadebusen) sehr viel häufiger als in küstenfernen Gebieten (Außenjade) (Dänhardt 2015). In den vergangenen Jahren sind die in der Elbe reproduzierenden Stintbestände aus bislang nicht abschließend geklärten Gründen deutlich zurückgegangen (NDR 2019), was sich vermutlich auch auf die Menge an Stinten in der Jade ausgewirkt hat.

Im Gegensatz zum Stint wandern junge Heringe von der Nordsee in das Wattenmeer ein. Die Heringe der Jade stammen offenbar überwiegend aus winterlichen Laichereignissen vor der englischen Ostküste. Sie verdriften und wandern mit den vorherrschenden Strömungen in das Wattenmeer, welches sie im Sommerhalbjahr als Aufzuchtgebiet nutzen. Ältere Heringe sind deutlich seltener im Wattenmeer vertreten. Während der Stint im Jadebusen am häufigsten auftritt, ist der Hering häufiger in der Außenjade anzutreffen (Dänhardt et al. 2018).

Wie der Hering, nutzt auch die Scholle das Wattenmeer vorrangig als Aufzuchtgebiet. Die Schollen laichen in der zentralen und südlichen Nordsee, von wo die pelagischen Eier und Larven in Richtung Wattenmeer driften. Dort kommen sie im März/April an, wandeln sich zu bodenlebenden Jungfischen und suchen unter Ausnutzung der Gezeitenströmungen die Wattflächen zur Nahrungsaufnahme auf. Ältere Schollen kommen nur sporadisch in der Jade vor (Dänhardt 2015). Weitere, in tieferen Bereichen der Jade häufige Plattfische sind u. a. die Seezunge, welche in der Jade auch laicht (Dänhardt et al. 2018) und die Kliesche (BioConsult 2001b).

Bei den nach Vorberg & Breckling (1999) als Standfische bezeichneten Arten (Sandgrundel, Steinpicker, Großer Scheibenbauch, etc.) ist die Anpassung der Tiere an den Lebensraum des Wattenmeeres besonders ausgeprägt, was sich vor allem bei der Fortpflanzung bemerkbar macht. So betreiben die Standfische eine mehr oder minder stark ausgeprägte Brutpflege, indem sie z. B. ihre Eier unter Muscheln verstecken und bewachen, um sie vor Verdriften und Fraß zu schützen.

Naturschutzfachlich besonders relevant sind im Wattenmeer nach Jager et al. (2009) die FFH-Anhang II - Arten Maifisch (*Alosa alosa*), Finte (*Alosa fallax*), Lachs (*Salmo salar*) sowie die FFH-Anhang II- und Anhang IV-Arten Schnäpel (*Coregonus maraena*), Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*) und Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) (vgl. Kap. 9.1 und 9.4). Von diesen gelten Maifisch, Lachs und Schnäpel als nahezu ausgestorben. Potenziell bzw. in der-

zeit geringer Anzahl nutzen sie die großen Ästuare als Akklimatisationsraum an je nach Wanderrichtung ab- oder zunehmende Salzgehalte sowie als Wanderkorridore. Die Jade mit ihren nur sehr kleinen Süßwasserzuflüssen ist für diese Arten von nur geringer Bedeutung. Die in den limnischen Tidebereichen von Weser und Elbe reproduzierende Finte wird hingegen regelmäßig in der Jade nachgewiesen, im Frühjahr vorwiegend in den Vorjahren geschlüpfte, aber noch nicht geschlechtsreife Tiere und ab etwa August/September die im Frühjahr geschlüpfen und aus den Ästuaren abwandernden Jungfische (Dänhardt et al. 2018). Die Jungfische sind recht weiträumig im gesamten Wattenmeer sowie die älteren Exemplare auch in der gesamten südlichen Nordsee verteilt (Thiel et al. 2013), so dass die Jade als (kleiner) Teillebensraum der Elbe- und Weserpopulationen angesehen werden kann. Fluss- und Meerneunaugen nutzen die Ästuare als Wanderkorridore zu oder von Laichplätzen in Flüssen. Im Meer sind die Flussneunaugen im Allgemeinen küstennäher als die Meerneunaugen verbreitet, so dass die Jade insbesondere für Erstere eine Bedeutung als Teillebensraum zur Nahrungssuche (Parasitierung an Fischen) innehat.

Neben der oben für einzelne häufige Arten beschriebenen saisonalen Dynamik der Fischbesiedlung des Wattenmeeres sind auch ausgeprägte Unterschiede zwischen den Jahren zu verzeichnen. Beispielsweise suchen in einzelnen Jahren große Schwärme junger Wittlinge (*Merlangius merlangus*) das Wattenmeer einschließlich der Jade auf, wo sie einen erheblichen Fraßdruck auf Garnelen und andere Beuteorganismen ausüben können (Tulp et al. 2017, Dänhardt et al. 2018).

Langfristig beeinträchtigend wirken einige menschliche Einflüsse auf die Fischbestände ein. Bei den marinen Arten spielt die Fischerei eine große Rolle. Direkte Bestandsabnahmen resultieren dabei aus der Entnahme von Elterntieren der Arten, die das Wattenmeer als „Kinderstube“ nutzen, sowie aus den Beifängen kleiner Tiere in der Garnelenfischerei. Allein Letztere führen beispielsweise bei der Scholle zu einer um 12 – 17 % reduzierten Biomasse an Laichtieren (Tulp et al. 2017). Hinzu kommen indirekte Fischereieinflüsse wie die Beeinträchtigung benthischer Fischnährtiere durch die Fischerei mit Grundschleppnetzen, welche in einzelnen Gebieten der deutschen Nordsee bis zu 10 mal pro Jahr auf den gleichen Flächen ausgeübt wird (Thiel et al. 2013).

Die in den Ästuaren reproduzierenden Arten wie Stint und Finte unterliegen dort den Beeinträchtigungen wasserbaulicher Eingriffe wie den Vertiefungen von Fahrrinnen, die zu zeitweilig und lokal fishkritisch geringen Sauerstoffdefiziten sowie zu Beeinträchtigungen des Nahrungsangebotes für Fische beitragen können. Noch größeren menschlichen Beeinträchtigungen sind die noch weiter im Binnenland reproduzierenden Arten wie der Lachs ausgesetzt, die neben Beeinträchtigungen der Laichhabitats in den Flüssen auch von Unterbrechungen ihrer Wanderwege durch Staustufen betroffen sind.

In den vergangenen Jahren beobachtete Rückgänge (z. B. Aalmutter *Zoarces viviparus*) bzw. Verschiebungen von Fischbeständen aus dem Wattenmeer in Richtung Nordsee (z. B. junge Schollen) werden mit der Klimaerwärmung in Zusammenhang gebracht (Tulp et al. 2017). In der Jade beobachteten Dänhardt et al. (2018) ab einer Wassertemperatur von etwa 22 °C eine Abwanderung junger Heringe. Beobachtungen und Datenanalysen von Meyer et al. (2016) weisen zudem auf vermutlich klimabedingte Abundanzrückgänge von Scholle, Kliesche und Dorsch (*Gadus morhua*) sowie Abundanznahmen der Seezunge an einer seit 1972 beprobten Monitoringstation der Innenjade hin.

Weiterhin sind u. a. rückläufige Nährstoffeinträge in das Wattenmeer, Änderungen der Räuber-Beute-Verhältnisse durch Bestandsänderungen fischfressender Tiere sowie Habitatänderungen (Dynamik in der Verfügbarkeit von Muschelbänken und Seegraswiesen, Sedimentumlagerungen) mögliche Ursachen für langfristige Veränderungen der Fischbestände im Wattenmeer (Tulp et al. 2017, Thiel et al. 2013). Die genauen Ursache-Wirkungs-Beziehungen sind jedoch vielfach nur unzureichend bekannt, so dass in dieser Hinsicht ein erheblicher Forschungsbedarf besteht (Tulp et al. 2017).

7.5.3. Meeressäuger

In der Jade kommen als Vertreter der Meeressäuger regelmäßig die beiden Robbenarten Seehund (*Phoca vitulina*) und Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) sowie der Schweinswal (*Phocoena phocoena*) vor. Die drei Arten sind in Anhang II der FFH-RL gelistet, der Schweinswal zusätzlich in Anhang IV der FFH-RL (vgl. Kap. 9.1 und 9.4). Seehunde und Kegelrobben nutzen die Wattflächen als Ruhe- und Liegeplätze, wobei vor allem die Prielränder in der Regel hohe Tierdichten aufweisen. Seehunde nutzen im Gegensatz zu Kegelrobben die Wattflächen auch regelmäßig als Wurfplätze. Kegelrobben kommen im Vergleich zu Seehunden im Wattenmeer generell seltener vor, da sie ungestörte und im Winter überflutungsfreie Wurfplätze für die Geburt der Jungtiere benötigen, welche im Wattenmeer relativ selten sind (Schwarz & Heidemann 1994).

Im Betrachtungsraum (Abbildung 6) wurden im Untersuchungszeitraum pro Zähltag durchschnittlich 448 Seehunde auf Liegeplätzen erfasst, davon 58 Jungtiere. Die Anzahl der Kegelrobben lag mit durchschnittlich 2 Tieren (keine Jungtiere) pro Zähltag deutlich niedriger als die Anzahl der Seehunde. Seehunde nutzen im Betrachtungsraum nahezu alle verfügbaren Wattbereiche in Wassernähe östlich der Fahrrinne (Abbildung 38). Die Wattflächen westlich der Fahrrinne werden bis auf das Seegatt Blaue Balje nicht genutzt. Kegelrobbensichtungen konzentrieren sich im Betrachtungsraum auf die Wattbereiche zwischen Stromkilometer 22 und 33 (Blaue Balje und Mellumplate).

Im niedersächsischen Wattenmeer wurden in den Jahren 2008 und 2010 bei je zwei jährlichen Befliegungen durchschnittlich 34 Schweinswale pro Tag gezählt. Bei Zählungen aus dem Flugzeug wird jedoch die tatsächliche Anzahl der Individuen in der Regel deutlich unterschätzt, da die Tiere die meiste Zeit unter Wasser und damit nicht sichtbar sind. Die Anzahl der tatsächlich vorkommenden Schweinswale kann somit um ein Vielfaches höher sein (Laake et al. 1997).

Mit den C-PODs aufgezeichnete Schweinswalsignale werden im Folgenden als sogenannte schweinswal-positive-10-Minuten-Blöcke pro Tag angegeben. D. h. ein Tag (24 Std.) wurde in 144 10-Minuten-Blöcke aufgeteilt. Für jeden 10-Minuten-Block wurde dann ermittelt, ob mindestens ein Schweinswal-Signal detektiert wurde. War dies der Fall, handelte es sich um einen schweinswal-positiven-10-Minuten-Block. Die Angabe der schweinswal-positiven-10-Minuten pro Tag erfolgt dann als prozentualer Anteil an den 144 möglichen 10-Minuten-Blöcken. An der C-POD-Station im Jadebusen wurden von 2013 bis 2017 im Mittel 3,7 % (Min: 3,1 %, Max: 5,0 %) schweinswalpositive 10-Minuten pro Tag ermittelt, an der Station Minsener Oog waren es im gleichen Zeitraum 6,6 % (Min: 2,6 %, Max: 9,1 %). An beiden C-POD-Stationen waren die Detektionsraten von Mitte Februar bis Anfang Juni deutlich erhöht (Baltzer et al. 2018).

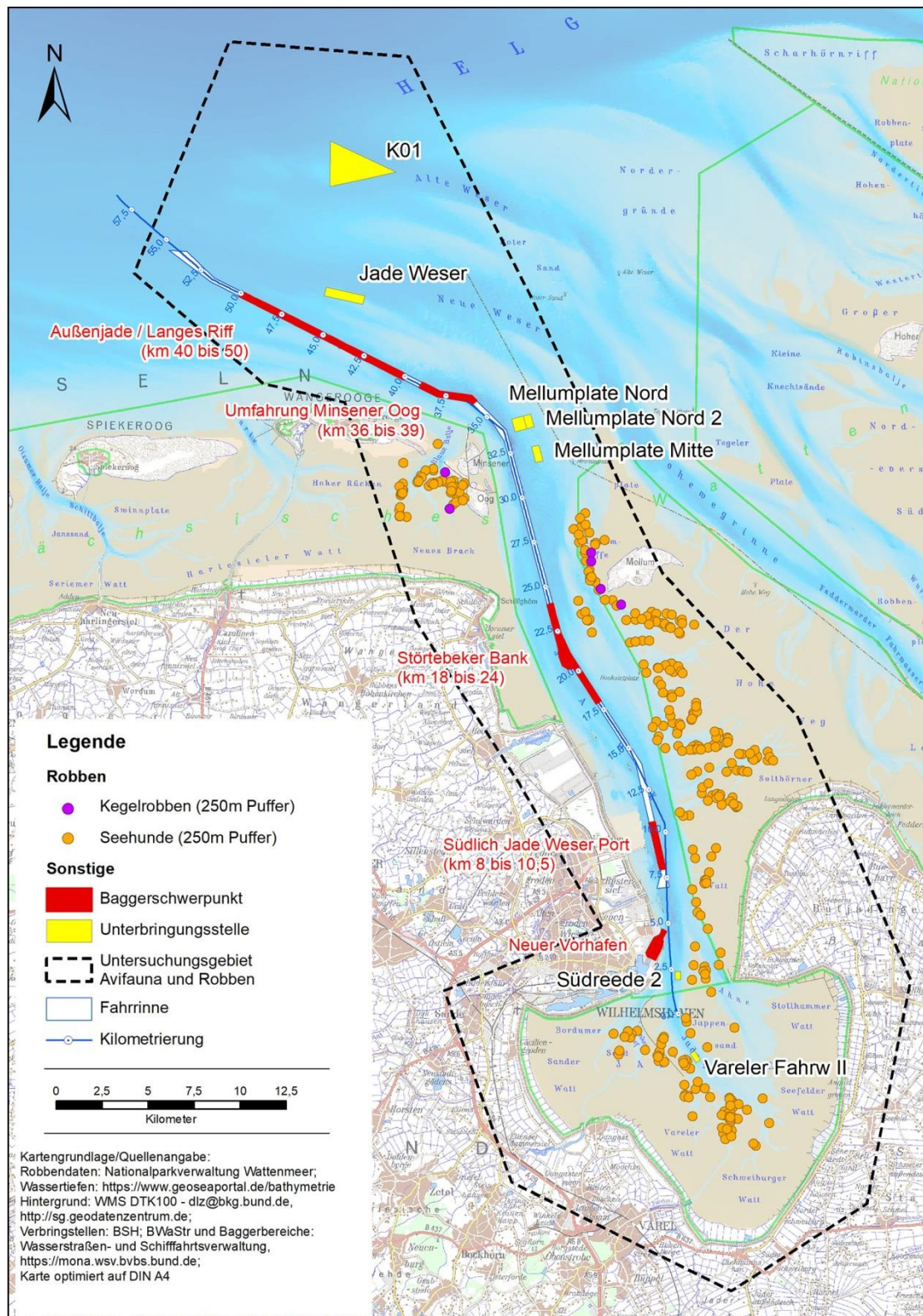


Abbildung 38: Liegeplätze von Seehunden und Kegelrobben im Untersuchungsgebiet (Betrachtungsräum).

7.5.4. Vögel

Das gesamte Wattenmeer ist für Vögel von internationaler Bedeutung, da es für viele Arten auf dem ostatlantischen Zugweg ein bedeutendes Nahrungs- und Rastgebiet darstellt. Jährlich rasten dort 10 bis 20 Millionen Zugvögel (Koffijberg et al. 2015). Auch die weitläufigen Wattflächen im Betrachtungsraum (Abbildung 6) werden von tausenden Vögeln zur Rast und Nahrungssuche genutzt und stellen einen wichtigen Überwinterungsraum dar. Zur Zeit des Frühjahrs- und Herbstzuges können dort generell alle typischen Rastvögel der Nordseeküste angetroffen werden. Bedeutende Bestände erreichen u. a. die Spießente (*Anas acuta*), der Löffler (*Platalea leucorodia*), Dunkler Wasserläufer (*Tringa erythropus*), sowie der Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*), der im Herbst zu tausenden in den Watten des Jadebusens zu finden ist (Moning & Weiß 2015). Der größte Teil der Uferbereiche des gesamten Jadebusens gelten als avifaunistisch wertvolle Bereiche für Gastvögel entweder von internationaler, nationaler, landesweiter, regionaler oder lokaler Bedeutung (NLWKN 2018a).

Bei Hochwasser ziehen sich viele Wasservögel auf höhergelegene Flächen, wie z. B. Sandbänke, Marschen oder Polder zurück. Wichtige Rückzugsplätze im Betrachtungsraum befinden sich entlang der Küstenlinie im Jadebusen, auf dem Minsener Oog, auf Alte Mellum sowie auf den Groden nördlich von Langwarden. Dort finden sich bei Hochwasser große Mengen von Wasservögeln ein (Laursen et al. 2009).

Auch die Vorländer haben eine hohe Bedeutung für die Avifauna. Sie dienen z. B. als Brutraum v. a. für Wat- und Möwenvögel (Charadriiformes). Charakteristisch ist hierbei v. a. der Rotschenkel (*Tringa totanus*), welcher einen sehr hohen Brutbestand in den Salzwiesen aufweist (Moning & Weiß 2015).

Die großen Wasserflächen im Betrachtungsraum werden von zahlreichen Wasser- und Seevögeln genutzt. Es können grundsätzlich alle zur Verfügung stehenden aquatischen Flächen, inklusive der Baggerstrecken und Unterbringungsstellen, genutzt werden, wobei Wasservögel häufig Flachwasserbereiche gegenüber tieferen Bereichen bevorzugen. Als bedeutsame Wasser- und Seevögel kommen auf den Wasserflächen im Betrachtungsraum u. a. Eiderente (*Somateria mollissima*), Haubentaucher (*Podiceps cristatus*), Kormoran (*Phalacrocorax carbo*), Lachmöwe (*Chroicocephalus ridibundus*), Sturmmöwe (*Larus canus*), Silbermöwe (*Larus argentatus*), Heringsmöwe (*Larus fuscus*), Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*), Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*), Trauerente (*Melanitta nigra*), Samtente (*Melanitta fusca*), Sterntaucher (*Gavia stellata*), Prachtaucher (*Gavia arctica*), Eissturmvogel (*Fulmarus glacialis*), Basstölpel (*Morus bassanus*), Tordalk (*Alca torda*), Trottellumme (*Uria aalge*), Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*), Zwergmöwe (*Hydrocoloeus minutus*), Mantelmöwe (*Larus marinus*) und Brandseeschwalbe (*Thalasseus sandvicensis*) vor (Gedeon et al. 2014, Guse et al. 2018, Mendel et al. 2008). Die o.g. Eiderente kommt im niedersächsischen Wattenmeer zahlreich im Winterhalbjahr als Rastvogel vor und nutzt große Bereiche im Sommer (Juli/August) zur Mauser (NPV 2019).

7.6. Vegetation

Die untergetaucht lebenden Seegraswiesen sind seit einigen Jahrzehnten an der niedersächsischen Küste nur auf den Wattflächen des Gezeitenbereichs, dem Eulitoral, anzutreffen

(Adolph 2010). Hier kommen zwei Seegrasarten, das häufigere Zwerg-Seegras (*Zostera noltii*) und das seltenere Gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*), vor (KÜFOG et al. 2014). *Zostera marina* kann im Wattenmeer submers von ≥ -4 m Wassertiefe bis zur Nipptide-Niedrigwasserlinie (nTNW) vorkommen. Letztmalig erreichte die Art die Tiefen von bis zu 4 m jedoch vor einem epidemischen Seegrassterben in den frühen 1930er Jahren, das vermutlich durch einen eingeschleppten Schleimpilz (*Labyrinthula zosterae*) hervorgerufen wurde. An der gesamten europäischen Wattenmeerküste blieb eine Wiederbesiedlung des Sublitorals durch *Z. marina* seither aus (Reise et al. 2005, zitiert in Kolbe 2006). Im Gezeitenbereich siedelt die Art nur in flachen Vertiefungen, wo sie durch Restwasser während der Niedrigwasserperiode vor Austrocknung geschützt ist. *Z. noltii* beschränkt sich im Nordseewatt auf den Gezeitenbereich und ist dort zwischen MTNW und Nipptide-Hochwasserlinie (nTHW) zu finden (Kolbe 2006). Beide Arten bewachsen sowohl schlickige als auch kiesig-sandige, relativ lagestabile Substrate.

Die beiden Seegrasarten gelten nach der Roten Liste Deutschlands (Metzing et al. 2018) als gefährdet und nach der Roten Liste Niedersachsens (Garve 2004) als stark gefährdet. Zudem ist der Lebensraumtyp „Flachwasserzonen und Seegraswiesen“ mit dem Code 1160 im Anhang I der FFH-Richtlinie gelistet. Weiterhin gehören Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände zu den gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und § 24 Abs. 2 des Niedersächsischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz (NAGBNatSchG).

Betrachtungsraum allgemein

Die Gesamtbestandserfassung des NLWKN wies im Jahr 2013 den Jadebusen wiederholt als einen Schwerpunktbereich der niedersächsischen Seegrasvorkommen aus. Dort konnte eine Seegras-Gesamtbestandsfläche von 13,5 km² erfasst werden, die mehr als ein Drittel des niedersächsischen Gesamtbestandes (37,57 km²) ausmacht. Den flächenmäßig größten Anteil nahm in 2013 die Seegraswiese im Seefelder und Stollhammer Watt ein (Abbildung 39). Diese bildete, überwiegend im Sandwatt, mit 8,50 km² das größte zusammenhängende Seegrasvorkommen an der niedersächsischen Küste (KÜFOG et al. 2014). Während die Gesamtfläche gegenüber 2008 zugenommen hat, hat sich die mittlere Gesamtdeckung der Wiese stark verringert von 38 % in 2008 auf nur 9 % in 2013.

Eine zweite große Seegraswiese wurde im Jadebusen mit einer Fläche von 3,43 km² auf dem Arngast Sand und im Vareler Watt im Misch- und Schlickwattbereich kartiert. Die Fläche der Seegraswiese hat in diesem Bereich seit 2008 zugenommen, die mittlere Gesamtdeckung jedoch deutlich abgenommen. Ein weiterer großer geschlossener und vitaler Seegrasbestand (0,66 km²) sowie wenige Einzelvorkommen konnten 2013 im Sander und Bockhorner Schlickwatt erfasst werden. 2008 war in diesem Gebiet kein Seegras gefunden worden. Im Süden des Jadebusens, im Schweiburger Watt, wurden 2013 drei Seegraswiesen im Schlickwatt kartiert. Im gesamten Jadebusen kam ausschließlich das Zwerg-Seegras vor.

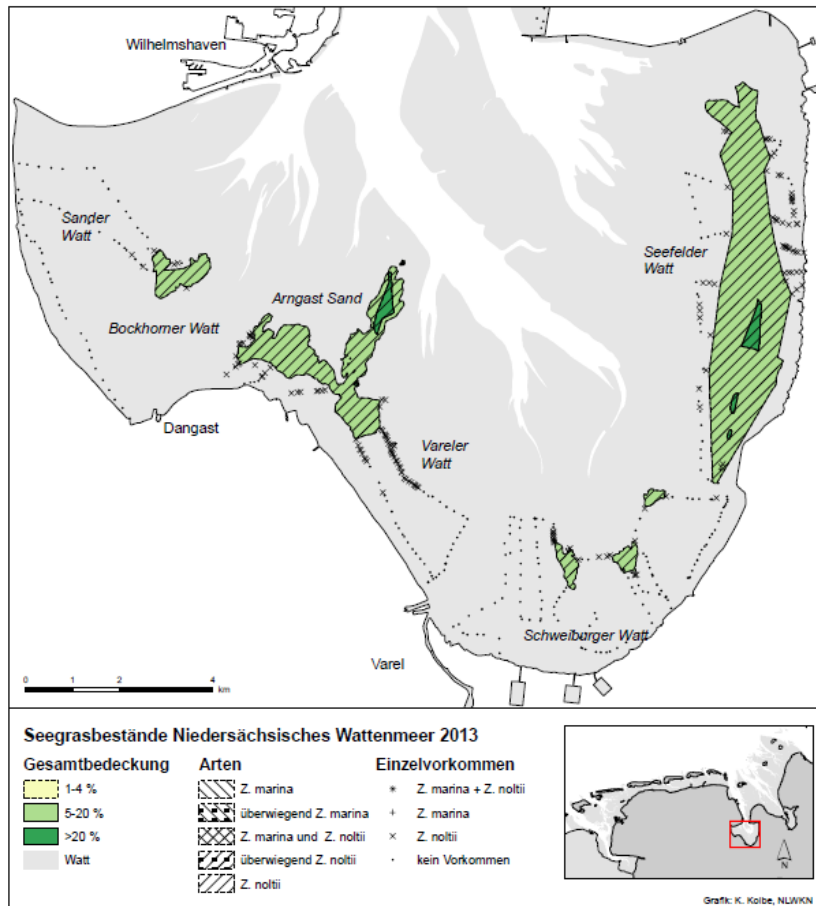


Abbildung 39: Seegrasbestände und Einzelvorkommen im Jadebusen 2013 (Graphik: K. Kolbe, NLWKN. In: KÜFOG et al. 2014).

Weiterhin wurden in den Vegetationsperioden 2008 und 2013 Seegrasbestände und Einzelvorkommen (fast ausschließlich *Zostera noltii*) im Mischwatt zwischen Horumersiel und Hooksiel erfasst. Auch hier hat sich die Fläche der Seegrasbestände im zeitlichen Verlauf vergrößert, während gleichzeitig eine Abnahme der mittleren Gesamtbedeckung im Vergleich zu 2008 festgestellt wurde.

Im östlichen Betrachtungsraum fanden sich im Solthörner Watt entlang der Butjadinger Küste eine große Seegraswiese von 1,94 km² sowie zahlreiche kleinere Seegrasbestände und Einzelvorkommen. Der Schwerpunkt der Seegrasvorkommen lag dabei im südlichen Bereich des Solthörner Watt, nach Norden hin nahm die Seegrasfläche ab. Im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Gegebenheiten haben sich die Seegrasbestände im Solthörner Watt seit 2008 positiv entwickelt. Sowohl die Gesamtfläche als auch die mittlere Gesamtbedeckung sind angestiegen.

Im nördlichen Betrachtungsraum liegen Informationen zu kleinen Seegrasvorkommen im Bereich Mellumer Inselwatt und Hoher Weg vor. Im Mellumer Inselwatt bildete *Zostera marina* in 2013 einen vitalen geschlossenen Bestand von 0,05 km² mit einer Gesamtbedeckung von 6% im Mischwatt. Weitere Einzelvorkommen wurden in der Nähe der Wiese erfasst. Ca. 6,5 km südöstlich auf dem Hohen Weg wurden weitere Einzelvorkommen des Gewöhnlichen

Seegrases kartiert. 2008 war in diesem Gebiet kein Seegras gefunden worden (KÜFOG et al. 2014).

Im Wangerooger Inselwatt wurde weder 2008 noch 2013 Seegras nachgewiesen.

Baggerbereiche

Aufgrund der Tiefe der Baggerbereiche ist ein Seegrasvorkommen ausgeschlossen.

Unterbringungsstellen

Aufgrund der Tiefe der Unterbringungsstellen ist ein Seegrasvorkommen ausgeschlossen.

In der Gesamtbewertung der Seegrasbestände nach Wasserrahmenrichtlinie 2013 erhielten die Seegrasbestände im Wasserkörper „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ die Bewertung „mäßig“. Die Gesamtbewertung setzt sich dabei aus den Parametern „Flächengröße“, „Besiedlungsdichte“ und „Artenzusammensetzung“ zusammen. Dabei zeigt sich eine Verschlechterung der Gesamtbewertung im Vergleich zu 2008, als die Seegrasbestände mit „gut“ bewertet wurden. Zurückzuführen ist die schlechtere Bewertung in 2013 darauf, dass zwar ein Flächenzuwachs der Seegraswiesen erfasst werden konnte, diesem jedoch an den meisten Untersuchungsstationen eine Abnahme der Besiedlungsdichte gegenüberstand. Die geringe Bestandsdichte in vielen der untersuchten Seegraswiesen ist möglicherweise auf den langanhaltenden Winter 2012/2013 zurückzuführen (KÜFOG et al. 2014).

8. Auswirkungen und Auswirkungsprognose

Dieser Bericht gibt für die Unterbringungsstellen im Jaderevier eine Prognose der zu erwartenden Auswirkungen physikalischer, chemischer und biologischer Art auf die Umwelt an der jeweiligen Ablagerungsfläche. Für die Erstellung dieser Auswirkungsprognose wird angenommen, dass in den kommenden Jahren die in Tabelle 32 genannten Baggergutmengen weiterhin auf die Unterbringungsstellen verbracht werden (Verbringwege s. auch Kap. 5.1). Datengrundlage hierfür sind die WSV-Unterbringungsmengen der Jahre 2013 bis 2018. Einzige Ausnahme ist die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II, die im Untersuchungszeitraum von 2013 bis 2018 nicht beaufschlagt wurde. Für diese Unterbringungsstelle werden hypothetische Baggermengen zur Unterbringung angenommen.

Tabelle 32: Baggermengen und Baggergutzusammensetzung (bindig vs. nicht-bindig) der WSV als Basis für die Auswirkungsprognose, Bezugsreferenz sind die mittleren Mengen von 2013 bis 2018.

	Nicht-bindiges Baggergut		Bindiges Baggergut	
	mittelsandiger Feinsand		feinsandiger Schluff bis schluffiger Feinsand	
	Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Maximum
	[Mio. m ³ /Jahr]		[Mio. m ³ /Jahr]	
K01	2,4	3,8	0	0
Jade-Weser	0,4	0,5	0,2	0,6
Mellumplate Mitte	0,5	0,8	1,2*	1,5
Mellumplate Nord	0,05	0,1	0,05	0,1
Mellumplate Nord 2	0,1	0,2	0,9	1,7
Südreede 2	0	0	0,3	0,5
Vareler Fahrwasser II	0,01**	0,01**	0,04**	0,04**
Gesamt	3,5		2,7	

* Zeitraum 2015 bis 2018, da erst ab 2015 für Verbringung von bindigem WSV-Baggergut genutzt, in 2013 und 2014 wurden jeweils nur wenige Tausend m³ bindigen Baggerguts dort verbracht.

** Hypothetischer Wert, da die Unterbringungsstelle im Untersuchungszeitraum von 2013 bis 2018 nicht beaufschlagt wurde

Die nachfolgende Auswirkungsprognose für die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte basiert auf den Untersuchungsergebnissen der vergangenen Jahre, welche die zukünftige Mengensteigerung, verursacht durch das Baggergut Dritter, nicht weiter betrachtet. Die Auswirkungsprognose ist erstellt für das WSV-seitige Unterhaltungsbaggergut aus der Unterhal-

tung der Fahrrinne und des Neuen Vorhafens. Die zusätzlichen Auswirkungen Dritter sind durch ein gesondertes Gutachten zu beschreiben.

Weiterhin wird in der Auswirkungsprognose davon ausgegangen, dass sich die mittlere Korngrößenzusammensetzung des Baggerguts in den kommenden Jahren nicht maßgeblich verändern wird. Insgesamt geht die Auswirkungsprognose von einer WSV-Gesamtbaggermenge im Jaderevier in Höhe von rund 6,2 Mio. m³ pro Jahr aus, wobei das Baggergut zu etwas mehr als der Hälfte aus nicht-bindigen Sedimenten besteht.

8.1. Hydrologie und Salzgehalte

Baggerbereiche

Durch die Unterhaltungsbaggerungen werden keine Auswirkungen auf die Hydrologie im Baggerbereich erwartet. Die Wiederherstellung der planfestgestellten Tiefe in den Baggerbereichen verändert zwar theoretisch die Wasserstände, Strömungsgeschwindigkeiten und den Seegang, jedoch nur in einer lokal messbaren aber insgesamt vernachlässigbaren Größenordnung, insbesondere wenn die Schwankungsbreite der Strömungsdynamik beachtet wird. Auch auf die Salzgehalte sind keine Auswirkungen zu erwarten.

Unterbringungsstellen

Durch die Baggergutunterbringung im Rahmen der Unterhaltung werden keine Auswirkungen auf die Hydrologie im Bereich der Unterbringungsstellen erwartet. Teilweise auftretende morphologische Veränderungen der Unterbringungsstellen verändern zwar die Wassertiefen und damit durchaus theoretisch die Wasserstände, Strömungsgeschwindigkeiten und den Seegang, jedoch nur in einer insgesamt vernachlässigbaren lokal messbaren Größenordnung, insbesondere wenn die Schwankungsbreite der Strömungsdynamik beachtet wird. Auch auf die Salzgehalte sind keine Auswirkungen zu erwarten.

8.2. Morphologie

Zukünftig zu erwartende Baggerguteigenschaften

Die morphologischen Auswirkungen sind auf Seiten des Baggerguts abhängig von der Korngrößenzusammensetzung und der Menge. Die Annahmen bezüglich der zukünftig zu erwartenden Mengen sind in der Einleitung zu Kapitel 8 benannt worden (Tabelle 32). Für jeden der Baggerschwerpunkte besteht die Annahme, dass sich die mittlere Korngrößenzusammensetzung des Baggerguts in den kommenden Jahren nicht maßgeblich verändern wird.

Die Korngrößenzusammensetzung in den verschiedenen Baggerschwerpunkten entlang der Fahrrinne ist relativ homogen zueinander. In den Baggerschwerpunkten Außenjade / Langes Riff, Umfahrung Minsener Oog und Störtebecker Bank fallen sandige Sedimente an, es handelt sich dabei zumeist um Feindsand, teilweise auch mittelsandigen Feinsand. Einzig im Abschnitt Störtebecker Bank können geringe Anteile Schluff bzw. auch Schluffflinsen im Baggergut enthalten sein. Es sind in diesen Abschnitten vor allem seitliche Eintreibungen, die innerhalb der Fahrrinne zur Ablagerung kommen. Die hier anstehende Gewässersohle bzw. das Baggergut, das lokal bei Baggerungen von Einzeluntiefen (Riffelbaggerung) anfällt, un-

terscheidet sich sedimentologisch durch gröbere Korngrößen, höhere Anteile Mittelsand sowie Grobsand und teilweise auch kiesige Anteile. Bindige Baggergutsedimente hingegen fallen im Schwerpunkt Südlich Jade Weser Port (in der Bandbreite von stark feinsandigem Schluff und schluffigem Feinsand) und dem Neuen Vorhafen (leicht feinsandiger Schluff) an.

Die bei der Auswirkungsprognose zu berücksichtigende Korngrößenzusammensetzung des potentiellen Baggergutes orientiert sich an den im Rahmen dieses Berichtes durchgeführten Untersuchungen der WSV-Baggerbereiche (s. Kapitel 7.2). Der Fokus dieser Auswirkungsprognose liegt auf den WSV-seitig durchgeführten Unterhaltungsbaggerungen. Vor allem für die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte ist zu beachten, dass hier zusätzlich zum WSV-Baggergut größere Mengen an Baggergut durch Dritte verbracht werden. Seit 2015 stammen die größten Mengen aus der Wassertiefenunterhaltung für den Jade-Weser Port. Die Korngrößenzusammensetzung für dieses Baggergut ist in IMS (2019) beschrieben. Bei den gebaggerten Sedimenten handelt es sich weitestgehend um schluffigen Feinsand. Der mittlere Schluffanteil aller Proben betrug rd. 25 %.

8.2.1. Auswirkungen auf die Gewässersohle (Sedimentzusammensetzung)

Die bei der Kampagne 3 im August 2016 auf den Flächen der Unterbringungsstellen erfassten Sedimentproben sind in Kapitel 7.2 beschrieben, in Tabelle 33 werden die Ergebnisse nochmals zusammengefasst. Alle Unterbringungsstellen werden bereits seit vielen Jahrzehnten genutzt, daher ist in 2016 kein unbeeinflusster Zustand erfasst worden. Es existieren jedoch aus derselben Kampagne für alle Unterbringungsstellen (mit Ausnahme der Unterbringungsstelle Südreede 2) weitere Sedimentproben, die stets auf einer zur Unterbringungsstelle angrenzenden, aber nicht direkt beaufschlagten Fläche genommen worden sind. Die Korngrößenzusammensetzung dieser Proben kann Hinweise über einen möglichen sedimentologischen Referenzzustand der Gewässersohle liefern, der noch unbeeinflusst von der Verbringung von Baggergut ist.

K01

Erläuterung: Auf die Unterbringungsstelle K01 werden ausschließlich nicht-bindige Baggergutsedimente verbracht. In den Monaten Mai bis August 2016 vor der Probennahme sind hier rd. 1,3 Mio. m³ Baggergut (Herkunft Baggerschwerpunkte Außenjade/Langes Riff sowie Umfahrung Minsener Oog) verbracht worden. In den vergangenen Jahren hat sich auf der Unterbringungsstelle K01 ein großer Ablagerungskörper gebildet, der auch in den Monaten vor der Probennahmekampagne weiter angewachsen ist. Die Sohlsedimente bestehen somit überwiegend aus Baggergut, welches auf der Unterbringungsstelle eingebracht wurde und dort sedimentiert ist. Dementsprechend ähneln sich die Korngrößenverteilungen von Baggergut und Sohlsedimenten. Auch die Korngrößenzusammensetzung auf der benachbarten und damit von direkter Beaufschlagung mit Baggergut unbeeinflussten Fläche zeigt ein feinsandiges Sedimentinventar an. Es ist davon auszugehen, dass sich trotz der Verbringung großer Mengen an nicht-bindigem Baggergut die sedimentologischen Eigenschaften der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle nicht von den natürlichen Umgebungssedimenten unterscheiden.

Prognose: Von vergleichbaren Eigenschaften und Ergebnissen für das Sedimentinventar auf der Unterbringungsstelle K01 und der näheren Umgebung ist auch in Zukunft auszugehen,

sofern die Unterbringungsstelle weiterhin für nicht-bindiges Baggergut (Feinsand bzw. mittelsandiger Feinsand) genutzt wird.

Tabelle 33: Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle auf den Unterbringungsstellen und auf einer unmittelbar dazu benachbarten Fläche (Referenz); Probennahme im Rahmen der Makrozoobenthosuntersuchung im August 2016.

	Sedimenteigenschaften auf der Unterbringungsstelle	Sedimenteigenschaften benachbarte Fläche	Zusammensetzung Baggergut (s. Tabelle 13)	
			NB	BOB
K01	Feinsand	Feinsand	100 %	0 %
Jade-Weser	Feinsand/Mittelsand, grobsandig	Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig	67 %	33 %
Mellumplate Mitte	Mittelsand, schwach feinsandig, stark grobsandig	Mittelsand, schwach feinsandig, stark grobsandig	25 %	75 %
Mellumplate Nord	Mittelsand, feinsandig, grobsandig	Mittelsand, feinsandig, grobsandig	50 %	50 %
Mellumplate Nord 2	Feinsand, schluffig, mittelsandig	Feinsand, stark mittelsandig	10 %	90 %
Südreede 2	Schluff, stark feinsandig	<i>keine Daten erfasst</i>	0 %	100 %
Vareler Fahrwasser II	Schluff, stark feinsandig	<i>keine Daten erfasst</i>	20 %	80 %

Jade-Weser

Erläuterung: Im Vergleich zu der Nachbarfläche ist auf der Unterbringungsstelle Jade-Weser ein größeres Sedimentinventar beprobt worden, nämlich ein höherer Anteil an Mittel- und Grobsanden zu Lasten der Feinsandanteile. Auf die Unterbringungsstelle Jade-Weser wird eine Mischung aus sowohl BOB als auch NB Baggergut verbracht. In den Monaten Mai bis August vor der Probennahme im August 2016 ist hier Baggergut aus fast allen Unterhaltungsschwerpunkten im Jade Revier verbracht worden: rd. 0,6 Mio. m³ BOB Baggergut und rd. 0,4 Mio. m³ NB Baggergut, welches im Jade Revier mit Ausnahme von Riffelbaggerungen durch einen sehr hohen Feinsandanteil geprägt ist (vgl. Kapitel 7.2). Trotz der großen Mengen an BOB Baggergut sind keine Anzeichen einer Verschlickung der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle zu erkennen. Entsprechend ist davon auszugehen, dass die feinkörnigen Sedimentanteile hier nicht längerfristig zur Ablagerung kommen, sondern unmittelbar nach Einbringen in die Wassersäule von der Strömung verdriftet werden. Gleiches muss auch für einen großen Anteil der feinsandigen Baggergutsedimente zutreffen. Auch dieser lagert sich nicht vollständig bzw. langfristig auf der Gewässersohle ab. Darauf deuten sowohl die Mittel- und Grobsandanteile, die bei den Sedimentproben auf der Unterbringungsstelle

gefunden wurden, als auch die im Vergleich zur Unterbringungsstelle K01 höheren „Intensität Erosion“ (siehe Tabelle 14 in Kapitel 7.2) hin.

Prognose: Von vergleichbaren Eigenschaften und Ergebnissen für das Sedimentinventar auf der Unterbringungsstelle ist auch in Zukunft auszugehen, sofern die Unterbringungsstelle Jade-Weser mit den in Tabelle 33 genannten Mengen und gleichbleibenden Anteilen von NB zu BOB Baggergut genutzt wird. Das Sedimentinventar wird dann auch zukünftig höhere Mittel- und Grobsandanteile aufweisen und damit gröber sein verglichen zu dem Sedimentinventar auf den unmittelbar benachbarten Flächen.

Mellumplate Mitte

Erläuterung: Die Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte ist durch ein mittel- und grobsandiges Sedimentinventar geprägt (siehe Tabelle 33), damit ist sie in der Zusammensetzung gröber als das Baggergut, welches dort verbracht wird. In den Monaten vor der Probennahmekampagne im August 2016 sind auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte rd. 0,9 Mio. m³ an BOB Baggergut aus dem Baggerschwerpunkt „Südlich Jade-Weser Port“ verbracht worden. Zugleich sind auch rd. 0,2 Mio. m³ an NB Baggergut unter anderem auch aus Riffelbaggerungen im Bereich der Fahrrinne dorthin verbracht worden. Nicht zur Ablagerung auf der Gewässersohle kommen die bindigen Baggergutanteile sowie größere Anteile des feinsandigen Baggerguts. Mittel- und Grobsandanteile verbleiben auf der Sohle und mischen sich in das bestehende Sedimentinventar ein. Die Gewässersohle im Bereich dieser beiden Unterbringungsstellen ist morphologisch von großen Transportkörperstrukturen geprägt, die sich in Richtung Nord bewegen. Das bedeutet zugleich, dass von Süden fortlaufend „unbeeinflusste“ Sedimente mit einem vermutlich hohen Mittel- und Grobsandanteil herein transportiert werden und sich hier auf der Unterbringungsstelle mit Baggersedimenten, die sich auf der Gewässersohle abgelagert haben, vermischen. Das auf der benachbarten Fläche erfasste Sedimentinventar ist von vergleichbarer Zusammensetzung wie das Sedimentinventar auf der Unterbringungsstelle.

Prognose: Von vergleichbaren Eigenschaften und Ergebnissen für das Sedimentinventar ist auch in Zukunft auszugehen, sofern die Unterbringungsstelle mit den in Tabelle 33 angegebenen Mengen weiterhin genutzt wird. Ein Einfluss durch die Verbringung von Baggergut auf das Sedimentinventar, z. B. eine dauerhafte Verfeinerung der Sohlsedimente (Feinsandanteile zu Lasten der Mittel- und Grobsandanteile), konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Ein solcher Nachweis ist auch für künftig zu nehmende Sedimentproben nicht anzunehmen.

Mellumplate Nord

Erläuterung: Auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord ist in den Monaten vor der Probennahme im August 2016 kein Baggergut verbracht worden. Die Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle weist vergleichbare morphologische Eigenschaften wie die Sohle auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte auf: mittelsandige Sedimente, Transportkörperstrukturen und eine etwa gleich starke Intensität Erosion (siehe Tabelle 14 in Kapitel 7.2).

Prognose: Aufgrund der Ähnlichkeiten der Bedingungen trifft die für die Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte gegebene Prognose auch auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord zu, sofern die in Tabelle 33 genannten Mengen und mittleren Anteile von NB zu BOB Baggergut gewährleistet sind.

Mellumplate Nord 2

Erläuterung: Auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 werden sowohl BOB als auch NB Baggergutsedimente verbracht. In den Monaten vor der Probennahme im August 2016 ist jedoch ausschließlich und mit einer hohen Intensität BOB Baggergut aus den Baggerschwerpunkten Neuer Vorhafen und Südlich Jade Weser Port dorthin verbracht worden; insgesamt 1,4 Mio. m³ in den Monaten Mai bis August 2016. Im Gegensatz zum Sedimentinventar, das auf der benachbarten Fläche beprobt worden ist, konnten unmittelbar auf der Fläche der Unterbringungsstelle schluffige Anteile in den Sedimentproben nachgewiesen werden. Ein Zusammenhang mit den vorangegangenen Verbringungen großer Mengen an BOB Baggergut ist wahrscheinlich.

Prognose: Bei einer fortgesetzten Nutzung für die Verbringung von BOB Baggergut muss mit einer weiterhin anhaltenden und gegenüber der Umgebung erkennbaren Verfeinerung der Gewässersohle unmittelbar auf der Unterbringungsstelle ausgegangen werden.

Südreede 2

Erläuterung: Das Baggergut und das Sedimentinventar der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Südreede 2 weisen eine vergleichbare Zusammensetzung auf (Schluff, stark feinsandig). In den Monaten vor der Sedimentprobennahme im August 2016 ist die Unterbringungsstelle sehr intensiv mit Baggergut beaufschlagt worden, insgesamt sind hier rd. 0,3 Mio. m³ an BOB Baggergut verbracht worden. Sedimentproben von einer benachbarten Referenzfläche liegen nicht wie im Fall der anderen Unterbringungsstelle vor, daher können die sedimentologischen Verhältnisse auf der Unterbringungsstelle räumlich nicht weiter eingeordnet werden. Die Auswertung der Differenzenplots hat jedoch stets auch immer wieder Zeiträume mit einer Tendenz zur Auflandung nachweisen können, wie z. B. auch für den Zeitraum von Februar bis Ende September 2016, in welchen die Probennahme gefallen ist. Es ist daher davon auszugehen, dass die Sedimentproben hier abgelagerte Baggergutsedimente erfasst haben.

Prognose: Aufgrund der bestehenden Vergleichbarkeit von Baggergut und Sedimentinventar der Gewässersohle können zukünftige Veränderungen bei der Zusammensetzung der Gewässersohle ausgeschlossen werden, sofern die Unterbringungsstelle Südreede 2 weiterhin ausschließlich für die Verbringung von BOB Baggergut genutzt wird.

Vareler Fahrwasser II

Erläuterung: Das Baggergut und das Sedimentinventar der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II weisen eine vergleichbare Zusammensetzung auf (Schluff, stark feinsandig)

Prognose: Für die kommenden Jahre ist die Unterbringung von nur sehr geringen Mengen an Baggergut geplant und daher ist nur mit wenigen Baggerumläufen hierher zu rechnen. Veränderungen des Sedimentinventars infolge der Unterbringung dieser geringen Mengen, die zudem bei der Korngrößenzusammensetzung dem Sedimentinventar auf der Stelle sehr ähnlich sind, können somit sicher ausgeschlossen werden.

8.2.2. Gewässerbettentwicklung und Morphologie

Die aktuelle Gewässerbettentwicklung auf den Unterbringungsstellen im Jade Revier ist umfangreich in Kapitel 7.2 dargestellt, dort sind auch Definitionen für verwendete Kennzahlen wie den Quotienten „Baggergut / Gewässersohle“ enthalten. Basierend auf diesen Ergebnissen und für die Mengen wie in Tabelle 33 angegeben, wird die nachfolgende Auswirkungsprognose erstellt. Gesonderte Untersuchungen mit numerischen Modellen für die weiträumige Verdriftung und Verbleib der feinkörnigen Baggergutanteile sind in Vorbereitung auf diese Auswirkungsprognose nicht erfolgt.

K01

Erläuterung: Auf der Unterbringungsstelle K01 wird ausschließlich NB Baggergut verbracht. Auf der Unterbringungsstelle hat sich ein großer Ablagerungskörper gebildet. Die Auswertungen der Differenzenmodelle hat für den untersuchten Gesamtzeitraum von 2013 bis 2016 einen mittleren Aufwuchs der Gewässersohle von 135 cm ergeben. Für den Quotienten „Baggergut / Gewässersohle“ wurde der Wert 1 berechnet, d. h. je 1 m³ Baggergut hat einen Volumenzuwachs der Gewässersohle um 1 m³ im Bereich der Unterbringungsstelle bewirkt, dies ist ein Hinweis darauf, dass auch längerfristig nur geringe Anteile der Baggergutsedimente aus dem Bereich der Verbringungsstelle abtransportiert werden.

Prognose: Bei einer fortgesetzten Nutzung und der Verbringung der in Tabelle 33 genannten Baggergutmengen (nicht-bindige Sedimente) ist mit einer weiteren und dauerhaften Vergrößerung des Ablagerungskörpers zu rechnen. Der Volumenzuwachs der Gewässersohle (was einer Aufhöhung der Gewässersohle entspricht) wird in etwa vergleichbar zu der dorthin verbrachten Baggergutmenge sein.

Jade-Weser

Erläuterung: Auf der Unterbringungsstelle Jade-Weser wird sowohl NB als auch BOB Baggergut verbracht. Die Auswertungen der Differenzenmodelle hat für den untersuchten Gesamtzeitraum 2013 bis 2018 einen mittleren Aufwuchs der Gewässersohle von nur 5 cm ergeben, wobei die Unterbringungsstelle seit Mitte 2015 deutlich intensiver genutzt worden ist und sich für den verkürzten Zeitraum von Mitte 2015 bis 2018 ein mittlerer Aufwuchs der Gewässersohle von 31 cm ergeben hat. Es ist davon auszugehen, dass vor allem die im Baggergut enthaltenen Anteile Mittel- und Grobsand längerfristig zur Ablagerung kommen und verantwortlich für die Volumenzunahme sind. Auch in BOB Baggergut können geringe Anteile von Mittel- und Grobsand enthalten sein. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Verbringung von NB Baggergut im Wesentlichen zu dem Volumenzuwachs beitragen hat. Für den Quotienten „Baggergut / Gewässersohle“ wurde der Wert 5 berechnet, d. h. 5 m³ an Baggergut haben einen Volumenzuwachs der Gewässersohle um 1 m³ im Bereich der Unterbringungsstelle bewirkt.

Prognose: Verglichen zu den Mengenvorgaben, die der Tabelle 33 entnommen werden können, ist die Unterbringungsstelle Jade-Weser in den vergangenen Jahren seit Mitte 2015 intensiver mit Baggergut beaufschlagt worden. Diese zuletzt intensive Nutzung der Unterbringungsstelle hat zu einer verstärkten Nettosedimentation geführt. Bei einer deutlich verringerten Nutzung wie im Zeitraum 2013 bis Mitte 2015 wird sich ein erosives Regime mit einem resultierenden Sedimentaustag und Abtransport in östliche Richtung ergeben. Bei einer Nut-

zung entsprechend der in Tabelle 33 angegebenen und vor allem geringen Mengen wird sich wahrscheinlich ein relativ stabiler Zustand mit einer nur geringen Volumenzunahme einstellen.

Mellumplate Mitte

Erläuterung: Bei dieser Unterbringungsstelle handelt es sich um die am intensivsten genutzte (100 m³/d/ha) im Revier der Jade. Verbracht wird hier sowohl NB als auch BOB Baggergut. Die Morphodynamik der Gewässersohle ist intensiv, dennoch hat die mittlere Höhenlage der Gewässersohle seit 2013 fortlaufend um insgesamt etwas mehr als einen Meter zugenommen, was auf die Ablagerung vor allem der Mittel- und Grobsandanteile im Baggergut zurückzuführen ist. Für den Quotienten „Baggergut / Gewässersohle“ wurde der Wert 7 berechnet, d. h. 7 m³ an nicht-bindigem Baggergut haben einen Volumenzuwachs der Gewässersohle um 1 m³ im Bereich der Unterbringungsstelle bewirkt. Die Transportkörperstrukturen sind trotz der intensiven Nutzung der Unterbringungsstelle erhalten geblieben, es konnte jedoch eine Verkleinerung der Strukturen nachgewiesen werden.

Prognose: Auswirkungen in Form einer weiteren Verkleinerung der Transportkörperstrukturen und Auflandung im Bereich der Unterbringungsstelle können nicht ausgeschlossen werden, vor allem im Fall einer weiter intensiven Beaufschlagung mit NB Baggergut, wie in Tabelle 33 angegeben. Für die Verbringung von BOB Baggergut können unmittelbar auf der Unterbringungsstelle Auswirkungen auf die Morphologie und Gewässerbettentwicklung ausgeschlossen werden.

Mellumplate Nord

Erläuterung: Für die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord liegen im Vergleich zur Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte ähnliche morphologische Verhältnisse vor. Die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord ist in den vergangenen Jahren jedoch nur mit sehr geringer Intensität mit Baggergut beaufschlagt worden. Das Volumen der Gewässersohle hat insgesamt deutlich abgenommen, die mittlere Höhenlage der Gewässersohle liegt nun rd. 1 m tiefer im Vergleich zum Zustand April 2013.

Prognose: Bei einer fortgesetzten Nutzung entsprechend der in Tabelle 33 genannten Baggergutmengen können Auswirkungen auf die weitere Gewässerbettentwicklung und auf die Morphologie der Gewässersohle ausgeschlossen werden.

Mellumplate Nord 2

Erläuterung: Die mittlere Lage der Gewässersohle auf der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 hat seit 2013 um über 1,6 m zugenommen. Ursache hierfür ist die intensive Verbringung von Baggergut, durchschnittlich pro Jahr 0,9 Mio. m³ an BOB Baggergut und 0,1 Mio. m³ an NB Baggergut. Auswirkungen der Verbringung von BOB Baggergut auf die Korngrößenzusammensetzung der Gewässersohle wurden erkannt. Entsprechend ist davon auszugehen, dass der überwiegende Anteil des NB Baggerguts zur Ablagerung kommt und dies auch anteilig auf das BOB Baggergut zutrifft.

Prognose: Bei einer fortgesetzten Nutzung entsprechend der in Tabelle 33 genannten Baggergutmengen wird es weiterhin eine starke Volumenzunahme bzw. Aufhöhung der Gewässersohle im Bereich der Unterbringungsstelle geben, vor allem in Folge der Verbringung von

NB Baggergut. Auf der Unterbringungsstelle abgelagerte Sedimente werden nur sehr langsam erodiert und abtransportiert, dies gilt auch für Zeiten mit einer nur geringen Nutzung der Unterbringungsstelle.

Südreede 2

Erläuterung: Diese Unterbringungsstelle wird mit einer hohen Intensität ($43 \text{ m}^3/\text{d}/\text{ha}$) ausschließlich für die Verbringung von BOB Baggergut genutzt. Der überwiegende Anteil der hier verbrachten Baggergutsedimente verdriftet. Für den „Quotienten Baggergut / Gewässersohle“ wurde ein hoher Wert von 15 berechnet, d. h. nur ein kleiner Anteil des hier verbrachten Baggerguts lagert sich längerfristig auf der Gewässersohle ab; es bedarf 15 m^3 an Baggergut für eine Volumenzunahme der Gewässersohle um 1 m^3 . Die Auswertungen der Differenzmodelle geben zugleich aber einen Hinweis auf eine nur schwach ausgeprägte Morphodynamik mit einer entsprechend langsamen Erosion und Abtransport der hier abgelagerten Baggergutsedimente. In Summe beider Prozesse ist die Sohle im Mittel um 43 cm seit 2013 angewachsen. Diese Entwicklung war jedoch geprägt von Phasen eines Aufwuchses und daran anschließenden Phasen einer Erosion. Entscheidende Einflüsse auf die Entwicklung werden sowohl im Anteil Sand im Baggergut als auch in den hydrologischen Verhältnissen (Strömung, Wasserstand und Wellengang) und der damit einhergehend Erosion von Sohlsedimenten gesehen.

Prognose: Bei einer fortgesetzten Verbringung der angegebenen Baggergutmengen ist damit zu rechnen, dass langfristig die mittlere Höhenlage der Gewässersohle im Bereich der Verbringungsstelle weiter um wenige Zentimeter pro Jahr anwachsen wird.

Vareler Fahrwasser II

Erläuterung: Für die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II liegen keine aktuellen Peildaten vor, da auf diese Stelle in den vergangenen Jahren kein Baggergut untergebracht worden ist. Daher konnte der Ist-Zustand nicht in vergleichbarem Umfang, wie für die anderen Stellen beschrieben, erfasst werden. Daher liegt der Prognose die Annahme zu Grunde, dass die Verhältnisse der Stelle Südreede 2 morphologisch sehr ähnlich sind. Für die Plausibilität dieser Annahme spricht, dass ein sehr ähnliches Sedimentinventar auf beiden Stellen im August 2016 beprobt worden ist (Tabelle 12) und auch die Strömungsverhältnisse vergleichbar sind (Tabelle 10).

Prognose: Für die kommenden Jahre ist die Unterbringung von nur sehr geringen Mengen an Baggergut geplant und daher ist nur mit wenigen Baggerumläufen hierher zu rechnen. Veränderungen des Sedimentinventars infolge der Unterbringung dieser geringen Mengen können somit sicher ausgeschlossen werden.

8.2.3. Schwebstoffgehalte

Baggerbereiche

Eine erhöhte Trübung im Fall der sandigen Sedimente ist auszuschließen, da aufgewirbelte Sedimente unmittelbar wieder auf die Gewässersohle absinken. Die schluffigen und noch feineren Sedimentanteile hingegen können beim Baggervorgang aufgewirbelt und dadurch eine lokale, aber auf den unteren Bereich der Wassersäule beschränkte Erhöhung der

Schwebstoffkonzentrationen bewirken. Aufgrund der im küstennahen Bereich erhöhten Schwebstoffgehalte von im Mittel bei über 50 mg/L, teilweise auch über 150 mg/L, ist die mit dem Baggervorgang verbundene relative Erhöhung der Schwebstoffgehalte als gering und vor allem als kurzzeitig zu bewerten.

Unterbringungsstellen

Für die natürliche Hintergrundkonzentration der Schwebstoffe im Jaderevier kann im Mittel ein Wertebereich zwischen 25 und 50 mg/L angenommen werden, die höchsten Konzentrationen sind im Bereich Mellumplate und der dortigen Unterbringungsstellen Mitte, Nord und Nord 2 zu erwarten.

Großräumige und langfristige Erhöhungen der Schwebstoffgehalte und damit der Trübungsverhältnisse bzw. des Lichtklimas unter Wasser können bei der Verbringung von NB Baggerguts für alle Unterbringungsstellen im Revier Jade ausgeschlossen werden. Unmittelbar nach Abschluss des Entladevorgangs beim Hopperbagger sinken die sandigen Baggersedimente in Richtung Gewässersohle, lagern sich dort ab oder werden sohnah abtransportiert.

Auf der Unterbringungsstelle K01 soll ausschließlich NB Baggergut verbracht werden, daher können hier Auswirkungen auf die Schwebstoffgehalte ausgeschlossen werden.

Der überwiegende Anteil des BOB Baggerguts wird in den Baggerschwerpunkten des Neuen Hafens und Südlich des Jade-Weser Ports gebaggert und im Anschluss auf alle Unterbringungsstellen mit Ausnahmen von K01 verteilt. Der Feinkornanteil des Baggerguts aus dem Neuen Hafen liegt in der Regel zwischen 80 und 90 %, der Anteil im Baggergut Südlich des Jade-Weser Ports kann bis zu 65 % betragen.

Grundsätzlich sind bei der Verbringung von BOB Baggergut Auswirkungen vor allem auf die sohnahen Schwebstoffgehalte möglich. Unmittelbar im Anschluss an den Entladevorgang des Hopperbaggers sinken die Baggersedimente als Dichtestrom durch die Wassersäule in Richtung Gewässersohle ab. Die feinkörnigen Baggersedimente verteilen sich anschließend als hochkonzentrierte Suspension im unteren Bereich der Gewässersohle. Der Strömungsangriff in tidebeeinflussten Gewässern ist ausreichend groß, dass sich diese Suspensionswolke rasch, also binnen weniger Stunden auflöst, indem die darin enthaltenen Schwebstoffanteile in das umgebende Wasservolumen fortlaufend eingemischt werden. Anhaltend erhöhte Schwebstoffkonzentrationen können aber nicht ausgeschlossen werden, falls auf einer Unterbringungsstelle in kurzen Zeitabständen mehrere Entladevorgänge stattfinden und die Einzelauswirkungen sich zeitlich überlagern. Einen Anhaltswert für mögliche Auswirkungen geben die Messungen, die an der Unterbringungsstelle Tonne E3 in der Nordsee durchgeführt worden sind (vgl. DLR 2005 und HR Wallingford Ltd. 2017; beide Berichte zitiert in BfG 2019). ADCP (Acoustic Current Doppler Profiler) basierte Messungen haben eine temporär erhöhte Trübung in bis zu 8 km Entfernung zum Ort der Verbringung und bis zu 2 bzw. 5 h nach dem Einbringen des Baggerguts nachweisen können. Die maximalen Schwebstoffkonzentrationen traten sohnah in einer Schicht von 5 bis 10 m über der Gewässersohle auf, die mittlere Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen lag in diesem Bereich bei 100 bis 150 mg/L über der Hintergrundkonzentration.

Gemäß Tabelle 32 sollen die Unterbringungsstellen Mellumplate Mitte und Nord 2 am intensivsten mit BOB Baggergut beaufschlagt werden. Seitens der WSV ist die Verbringung von bis zu 1,5 Mio. m³ pro Jahr auf Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte bzw. 1,7 Mio. m³ auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 vorgesehen. Bei Einsatz z. B. des WSV-eigenen Hopperbaggers SB Nordsee können pro Umlauf rd. 4.500 m³ an BOB Baggergut verbracht werden. Hochgerechnet auf die Menge von 1,5 Mio. m³ entspricht dies 333 erforderlichen Umläufen bzw. 377 im Fall der 1,7 Mio. m³, also in etwa ein Umlauf pro Tag. Um sicher Bedingungen für dauerhaft erhöhte Schwebstoffkonzentrationen ausschließen zu können, sollten nicht mehr als drei oder höchstens vier Umläufe pro Tag mit BOB Baggergut auf einer Stelle verbracht werden.

8.3. Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Baggerbereiche

Durch Baggermaßnahmen wird im Baggerbereich Sediment aufgewirbelt und Porenwasser freigesetzt. Dadurch gelangen reduzierte anorganische und organische Verbindungen in die Wassersäule oder an die Sedimentoberfläche und haben somit Kontakt mit Sauerstoff. Biologische und chemische Prozesse führen zu einer Oxidation der aufgewirbelten, reduzierten Substanzen und zu einer Abnahme der Sauerstoffkonzentration in der umliegenden Wassersäule. Die zeitliche und räumliche Ausdehnung der entstehenden Sauerstoffzehrung ist abhängig von der Intensität und Dauer der Baggermaßnahmen sowie der Zusammensetzung des Sediments. Generell gilt, dass biologische Abbauprozesse sowie die physikalische Diffusion durch wärmere Temperaturen begünstigt werden. Die aufgewirbelten Sedimente und Schwebstoffe können auch direkt den Sauerstoffhaushalt der Wassersäule reduzieren, ohne dass angeheftete Nährstoffe oder organisches Material freigesetzt werden, indem die Anreicherung von Schwebstoffen in der Wassersäule das einfallende Licht behindert und dadurch eine Lichtlimitation des Phytoplanktons hervorruft oder verstärkt. Dieser Zusammenhang führt zu einem Rückgang des biogenen Sauerstoffeintrags und kann so den Sauerstoffgehalt in der Wassersäule verringern.

Das hier betrachtete Gebiet zeigt mit Sauerstoffkonzentrationen über dem vorgegebenen Grenzwert von > 6 mg/L (OSPAR Commission 2013) keine Anzeichen von Sauerstoffmangel. Die Jade nimmt nur einen sehr geringen Zustrom an Süßwasser auf, sodass kein Brackgewässer entsteht und der Salzgehalt an der Oberfläche nur eine sehr geringe Variabilität aufzeigt (Götschenberg & Kahlfeld 2008). Durch die vorherrschenden homogenen Salzgehalte und die Wasserbewegung durch den Tidehub ist eine Durchmischung des Wassers gewährleistet und somit eine Schichtung und die damit einhergehende potentielle Sauerstoffarmut in Bodennähe unwahrscheinlich (siehe Kapitel 7.1, vertikale Schichtung). Eine vorherige Studie konnte dies bestätigen und eine homogene Wassermasse über eine Tiefe von 8 Metern an der Unterbringungsstelle Südreede aufzeigen (BfG 2003). Die Nährstoffkonzentrationen des zu verbringenden Sediments aus dem Baggerbereich der Innen- und Außenjade überschreiten teilweise die Richtwerte (GÜBAK 2009). Eine Einbringung von Nährstoffen durch das Aufwirbeln von nährstoffreichem Sediment beim Baggern hat durch die Verdünnung in der gut durchmischten Wassersäule sehr geringe und kurzzeitige Auswirkungen. Außerdem war der Anteil an abbaubarem, organischem Kohlenstoff gering, sodass durchweg geringe Sauerstoff-

zehrungsraten im Sediment gemessen wurden. In dem Baggerbereich Neuer Vorhafen waren die Nährstoffkonzentrationen und die Anteile an organischem Kohlenstoff in dem hauptsächlich schllickigen Sediment ebenfalls meist erhöht, und es traten vereinzelt auch erhöhte bis stark erhöhte Sauerstoffzehrungswerte auf.

Das Ausmaß der Lichtlimitierung der Photosyntheseleistung durch Anreicherungen von Schwebstoffen in der Wassersäule ist schwer abzuschätzen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nur ein lokaler und kurzzeitiger Rückgang der photosynthetischen Sauerstoffproduktion hervorgerufen wird. Ein signifikanter Rückgang der recht hohen Sauerstoffkonzentrationen in der Wassersäule durch die erhöhte Sauerstoffzehrung und die verminderte Sauerstoffproduktion an den Baggerstellen ist nicht zu vermuten.

Folglich sind in der Innen- und Außenjade keine bis sehr geringe Auswirkungen des Baggervorgangs auf die Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse zu erwarten. Die Untersuchungen im Baggerbereich Neuer Vorhafen lassen auf sehr geringe und lokal sehr begrenzte Auswirkungen auf die Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse durch den Baggervorgang schließen.

Unterbringungsstellen

Das Verbringen von Sediment kann zur Freisetzung gelöster reduzierter Substanzen aus dem verbrachten Sediment und dem Porenwasser an der Unterbringungsstelle führen. Eine nachfolgende biologische oder chemische Oxidation der Substanzen wie z. B. Ammonium oder organischer Kohlenstoffverbindungen verursacht einen Rückgang der Sauerstoffkonzentration. Diese Prozesse können sowohl in der Wassersäule als auch im Sediment ablaufen. Dabei limitiert der langsame Diffusionsprozess den Austausch zwischen Wasser und Sediment. Aufgewirbelte und eingebrachte Schwebstoffe, welche nach einer Baggervgutverbringung in der Wassersäule verweilen, können abbaubares, organisches Material direkt in die Wassersäule einbringen und die dortige Sauerstoffzehrung fördern.

Des Weiteren kann eine Freisetzung von Nährstoffen in die Wassersäule das Wachstum von Phytoplankton stimulieren. Eine Steigerung der Phytoplanktonkonzentration bewirkt einerseits eine erhöhte Sauerstoffproduktion durch Photosynthese und andererseits die Entstehung leicht abbaubarer Biomasse, welche nach dem Absterben der Phytoplankton-Blüten wiederum zu einer erhöhten Sauerstoffzehrung führt. Gleichzeitig kann der Eintrag von feinkörnigem Baggervgut die Schwebstoffkonzentration in der Wassersäule erhöhen und somit die Durchlichtung verringern. Eine mögliche Lichtlimitation des Phytoplanktons würde einen Rückgang der Phytoplanktonkonzentration verursachen.

Wie auch bei den Baggerstellen sind die oxidativen Prozesse von der Temperatur abhängig. So ist beispielsweise der Abbau von organischem Material durch Mikroorganismen bei Wassertemperaturen von 10°C gegenüber 20°C um etwa die Hälfte verlangsamt. Auch die Zusammensetzung des organischen Materials bestimmt die Geschwindigkeit und Quantität des mikrobiellen Abbaus und der damit einhergehenden Sauerstoffzehrung. So ist frisches organisches Material, welches nach einer Phytoplanktonblüte im Sommer herabsinkt leicht mikrobiell abbaubar.

Prinzipiell sind folgende vier Wirkungspfade für den Sauerstoffgehalt an den Unterbringungsstellen relevant:

- a. kurzfristiger und lokal begrenzter Sauerstoffrückgang in der Wassersäule während bzw. kurz nach der Verbringung durch Eintrag und Abbau bzw. Oxidation von gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen und reduzierten Verbindungen
- b. mittel- bis langfristige Erhöhung der Sauerstoffzehrung im Sediment der Unterbringungsstelle durch den Eintrag von zehrungsfähigen Verbindungen
- c. mittel- bis langfristiger Sauerstoffrückgang in der Wassersäule in Folge einer erhöhten Sauerstoffzehrung durch das Einbringen von Schwebstoffen, bzw. deren organischen Anteilen zu den Unterbringungsstellen
- d. mittel- bis langfristiger Sauerstoffrückgang in der Wassersäule in Folge einer Lichtlimitierung der Photosyntheserate durch eingebrachte Schwebstoffe in der Wassersäule

Die zur Verfügung stehenden Sauerstoffdaten der Jahre 2013 bis 2016 zeigen keine Belastung des Sauerstoffgehaltes in der Wassersäule an, obwohl in diesem Zeitraum regelmäßig Baggergutverbringungen durchgeführt wurden. Die immer über 6 mg O₂/L liegenden Werte weisen auf einen stabilen Sauerstoffhaushalt hin, der die durch die Baggergutverbringung bewirkten sehr geringen Rückgänge des Sauerstoffgehalts hinreichend „abpuffern“ kann.

Die Nährstoffkonzentrationen in der Wassersäule geben generell keinen Hinweis auf eine Nährstofflimitierung des Phytoplanktons, da der Gehalt an anorganischem Stickstoff und Phosphat die limitierenden Konzentrationen (N: 0,01 mg/L; P: 0,003 mg/L; Fisher et al. 1988) überstiegen. Generell ist während des Frühjahrmaximums, also im Mai und Juni die Wahrscheinlichkeit einer Nährstofflimitierung am höchsten. Das Einbringen von Baggergut in diesen Monaten kann also durch das Freisetzen von Nährstoffen das Phytoplanktonwachstum stimulieren.

Teilweise erhöhte mittlere Nährstoffkonzentrationen im Sediment an den Unterbringungsstellen im Vergleich zu den Referenzstellen könnten ein Hinweis auf eine lokale Anreicherung von Nährstoffen in der Wassersäule durch die Verbringung von Baggergut sein. Eine Überschreitung der vorgegebenen Referenzwerte durch eine erhöhte mittlere Nährstoffkonzentration im Sediment bei gleichzeitig höheren Konzentrationen an der Unterbringungsstelle als an den Referenzstellen, konnte jedoch nur für die Südreede 2 gezeigt werden. Zudem überschritten die Nährstoffkonzentrationen an den Referenzstellen teilweise auch die Konzentrationen an den Unterbringungsstellen, wodurch eine eindeutige Anreicherung der Unterbringungsstellen mit Nährstoffen durch Baggermaßnahmen nicht zu belegen ist (Tabelle 16 bis Tabelle 21). Von einem großflächigen und langfristigen Effekt potenzieller lokaler Nährstoffanreicherung im Sediment auf die Wassersäule kann nicht ausgegangen werden, da trotz andauernder Verbringung keine stetige Nährstoffanreicherung zwischen 2013 und 2016 in der Wassersäule beobachtet werden konnte (Abbildung 35 und Abbildung 36). Im Allgemeinen ist das Phytoplankton durch die hohen Schwebstoffkonzentrationen in der Wassersäule wahrscheinlich lichtlimitiert. Eine weitere Zunahme der Trübung in der Wassersäule durch freiwerdende Schwebstoffe während der Verklappung könnte das Phytoplanktonwachstum somit zusätzlich beeinträchtigen.

Unter Berücksichtigung aller relevanten Auswirkungspfade und basierend auf der vorhandenen Datengrundlage sind keine erheblichen Auswirkungen der Baggervorhaben auf die Sauerstoff-, Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentrationen in der Jade abzusehen. Dazu tragen auch die starke Verdünnung der eingetragenen gelösten Stoffe sowie die weiträumige Vertei-

lung der feinen Schwebstoffanteile bzw. der daran anheftenden Nährstoffe und des organischen Materials bei.

8.4. Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

8.4.1. Schadstoffe

Baggerbereiche

Die Sedimente im Neuen Vorhafen, und auf den Baggerschwerpunkten Südlich Jade Weser Port und Störtebeker Bank werden nach GÜBAK (2009) mit Fall 1 bewertet und sind damit gering belastet (Kapitel 7.4.1). Die Schadstoffgehalte im Baggergut sind mit den Konzentrationen in der Deutschen Bucht (Tonne E3) und an der BfG-Dauermessstelle Neuer Vorhafen vergleichbar. Aufgrund der regelmäßigen Unterhaltung werden keine älteren, evtl. mit höheren Schadstoffgehalten belasteten Sedimente freigelegt. Es ist davon auszugehen, dass auch die durch Baggerung freigelegten Sedimente eine ähnliche Qualität wie die Schwebstoffe bzw. frischen Sedimente aufweisen. Außerdem werden sich in relativ kurzer Zeit wieder Sedimente im Baggerbereich ablagern (siehe Kapitel 8.2, Morphologie), die regionale Schadstoffgehalte aufweisen. Durch die Entfernung des Baggergutes ist daher keine Änderung der Schadstoffkonzentrationen in den Baggerbereichen zu erwarten.

Unterbringungsstellen

Da das Baggergut mit Fall 1 bewertet wird, ist eine Umlagerung auf allen Unterbringungsstellen nach GÜBAK (2009) aus Schadstoffsicht möglich.

Für die Beurteilung möglicher Auswirkungen auf die Schadstoffgehalte in Sedimenten der Unterbringungsstellen ist es von Bedeutung, ob das unterzubringende Baggergut die Schadstoffgehalte und damit die Sedimentqualität beeinflusst, d. h. ob Erhöhungen der Schadstoffgehalte sowohl innerhalb der Unterbringungsstellen als auch in den angrenzenden Bereichen zu erwarten sind. Um dem Verschlechterungsgebot nach Wasserrahmenrichtlinie nachzukommen werden neben der Bewertung des Baggergutes nach GÜBAK (2009) auch die Schadstoffgehalte in den Sedimenten der Baggerschwerpunkte mit denen im Bereich der Unterbringungsstellen Südreede 2 und Vareler Fahrwasser II verglichen.

Im Folgenden werden die Schadstoffgehalte des Baggerschwerpunkts Neuer Vorhafen mit den Schadstoffgehalten der Unterbringungsstelle Südreede 2 verglichen, da in der Regel ein hohes Baggervolumen aus dem Neuen Vorhafen auf die Unterbringungsstelle Südreede 2 umgelagert wird (s. auch Kap. 5.1.5). Im Ergebnis zeigt sich unter Berücksichtigung der Messunsicherheit, dass keine signifikanten Konzentrationsunterschiede festgestellt werden konnten (s. Tabelle 34).

Tabelle 34: Vergleich der Schadstoffgehalte im Baggerstreckenschwerpunkt Neuer Vorhafen mit den Schadstoffgehalten der Unterbringungsstelle Südreede 2.

Parameter	Einheit	Mittelwerte Südreede	Mittelwerte Südreede Referenzstellen	Mittelwerte Neuer Vorhafen	Mittelwerte Deutsche Bucht E3	ostfries. Watt (Schillighörn, Harlesiel 2007-2017)	R1	R2
Arsen (<20µm)	mg/kg TS	24	25	25	26	23	40	120
Blei (<20µm)	mg/kg TS	53	57	55	66	55	90	270
Cadmium (<20µm)	mg/kg TS	0,40	0,37	0,38	0,5	0,7	1,5	4,5
Chrom (<20µm)	mg/kg TS	93	91	99	69	86	120	360
Kupfer (<20µm)	mg/kg TS	23	22	30	27	31	30	90
Nickel (<20µm)	mg/kg TS	38	38	39	34	40	70	210
Quecksilber (<20µm)	mg/kg TS	0,26	0,26	0,26	0,43	0,31	0,70	2,10
Zink (<20µm)	mg/kg TS	171	169	178	192	182	300	900
KW (C10 bis C40) (<63µm)	mg/kg TS	39	53	56	91	132	200	600
PAK Summe 16 nach EPA (<63µm)	mg/kg TS	0,88	1,09	0,84	0,9	1,0	1,8	5,5
PCB Summe 7 (<63µm)	µg/kg TS	4,73	5,17	7,13	7	4	13	40
a-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	µg/kg TS	0,08	0,13	0,07	0,2	0,2	0,5	1,5
g-Hexachlorcyclohexan (<63µm)	µg/kg TS	0,08	0,16	0,07	0,2	0,2	0,5	1,5
p,p'-DDT (<63µm)	µg/kg TS	0,08	0,13	0,37	1,0	0,4	2	6
p,p'-DDD (<63µm)	µg/kg TS	0,65	0,66	0,30	0,8	0,3	1	3
p,p'-DDE (<63µm)	µg/kg TS	0,43	0,40	0,11	0,7	0,2	1	3
Pentachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,31	0,44	0,21	0,7	0,3	1	3
Hexachlorbenzol (<63µm)	µg/kg TS	0,45	0,50	0,36	0,8	0,5	2	6
Tributylzinn Kation (<2mm)	µg/kg TS	<1	<1	4	2	2	20	300

Die ermittelten Schadstoffgehalte auf der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II liegen auf einem niedrigen Konzentrationsniveau und können nach GÜBAK (2009) mit Fall 1 bewertet werden.

Die Hauptbodenart auf den Unterbringungsstellen K01, Jade Weser, Mellumplate Mitte, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord 2 besteht zu 90 % aus Sand. Nach GÜBAK (2009) Kapitel 3 Ausnahmeregelungen konnte deshalb auf Schadstoffuntersuchungen verzichtet werden, weil auch der TOC-Gehalt in der Gesamtfraktion unter 5 % lag.

Aufgrund der geringen Schadstoffgehalte in den Sedimenten der Baggerbereiche des Jadefahrwassers ist weiterhin auf den Unterbringungsstellen und in deren näherer Umgebung keine Verschlechterung der Sedimentqualität in Bezug auf Schadstoffe zu erwarten.

8.4.2. Ökotoxikologische Wirkungen

Hinsichtlich der ökotoxikologischen Eigenschaften bestehen zwischen den Sedimentproben der Baggerstrecke und denen der Unterbringungs- und Referenzstellen keine nennenswerten Unterschiede.

Basierend auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist die ökotoxikologische Belastung der Sedimente in den untersuchten Bereichen als unbedenklich einzuschätzen.

Als Folge von Baggerungen und Baggergutunterbringung im Rahmen von Unterhaltungsmaßnahmen ist demnach aus ökotoxikologischer Sicht keine Verschlechterung der Sedimentqualität zu erwarten.

8.5. Fauna

8.5.1. Makrozoobenthos

Die Auswirkungen von Sedimentumlagerungen auf das Makrozoobenthos sind sehr vielfältig, wobei man vor allem zwischen der direkten Entnahme von Organismen bei der Baggerung, der Überdeckung der Fauna mit Sediment und andererseits den indirekten Auswirkungen durch die bei einer Sedimentumlagerung auftretende Trübungserhöhung unterscheiden muss.

Die Entnahme von Sediment bei der Baggerung stellt eine Beeinträchtigung für das Makrozoobenthos dar, da der Baggerbereich hierdurch weitgehend defauniert wird. Prinzipiell kann dieser Bereich aber wiederbesiedelt werden, wobei bei gleicher Sedimentzusammensetzung mit einer vergleichbaren Benthosfauna zu rechnen ist. Unterschiedliche Untersuchungen haben gezeigt, dass betroffene Bereiche unterschiedlich schnell wiederbesiedelt werden. In der Literatur finden sich Zeitangaben von 2 Wochen (Chesapeake Bay, USA; Nichols et al. 1990) bis hin zu > 6 Jahren (Kanalküste, Frankreich; Deprez & Duhamel 1993), je nach Dynamik der Morphologie, Vielfalt der Benthosfauna und Ausmaß des Eingriffs.

Bei der Überschichtung mit Sediment hängen die Folgen der Sedimentumlagerung vor allem von der Mächtigkeit der Sedimentschicht ab und der individuellen Fähigkeit der Makrofauna, sich wieder frei zu graben. Diese Fähigkeit, eine übergelagerte Sedimentschicht zu durchdringen und damit wieder an die Sedimentoberfläche zu gelangen, kann je nach Art zwischen wenigen Millimetern und fast einem Meter schwanken, wobei dies auch von der Art des abgelagerten Sediments abhängt. Hartsubstrat-Gesellschaften reagieren besonders empfindlich auf Überdeckung; ihre Wiederherstellung ist abhängig vom Vorhandensein eines geeigneten Substrates und dauert länger als bei Weichböden, da die Wiederbesiedlung nahezu ausschließlich durch Besiedlung mit Jugendstadien erfolgen muss und viele Erstbesiedler erst ein Substrat für Sekundärbesiedler bilden müssen. Allerdings kommt natürliches Hartsubstrat, mit Ausnahme sekundärer biogener Hartsubstrate wie z.B. Muschelbänke, in der Deutschen Bucht – bis auf die Insel Helgoland – nicht vor (Wetzel et al. 2014).

Neben der Überschichtung der Fauna mit Sediment ist auch die Erhöhung der Trübung ein wichtiger Faktor. Filtrierer (z. B. Muscheln), die durch erhöhte anorganische Schwebstofffracht in der Nahrungsaufnahme speziell behindert werden, können geschädigt werden, was sich in verringerter Abundanz und Verbreitung manifestieren kann.

Obwohl die negativen Einflüsse von Sedimentumlagerungen auf das Makrozoobenthos bekannt sind, ist ihr Nachweis häufig schwer, da ein wesentliches Merkmal des Makrozoobenthos seine hohe zeitliche und räumliche Variabilität ist. Insbesondere in der Jade ist dies der Fall, da das Jadegebiet bekannt ist für seine hohe natürliche Variabilität und die z.T. fleckenhaften Verteilung verschiedener Benthosgemeinschaften (u.a. Dörjes et al. 1969, Steuer et al. 1999, Bioconsult 2001a), was eine Identifikation von anthropogenen Effekten auf die Benthosfauna erschwert.

Räumlich sind die Auswirkungen von Sedimentablagerungen i. d. R. auf den Bereich der Unterbringungsstelle beschränkt, wobei es durchaus zu zumindest schwachen Wirkungen auch im Verdriftungsbereich des Baggergutes kommen kann (Bioconsult & Uni Bremen 1998). Aufgrund der Tatsache, dass Wirkungen räumlich auf die Unterbringungsstelle bzw. deren Nahbereich begrenzt sind und die Unterbringungsstellen einen vergleichsweise kleinen Anteil an der Gesamtfläche des Sublitorals in der Jadebucht haben, spielen solche faunistisch weniger umfangreich besiedelten Flächen für die Gesamtbesiedlung des Sublitorals insgesamt keine sehr große Rolle.

Viele benthische Wirbellosen-Gemeinschaften im Küsten- und Ästuarbereich weisen insgesamt ein relativ hohes Regenerationspotenzial auf. Nach Störungen, wie sie auch eine Baggergutunterbringung darstellt, sind Regenerationszeiten von Zönosen zwischen wenigen Wochen und mehreren Jahren dokumentiert (z. B. Essink 1999, Newell et al. 1998). Bei einer

dauerhaften Veränderung der Sedimentzusammensetzung ist allerdings mit einer entsprechend veränderten Benthosfauna zu rechnen. Eine ständige Unterbringung von Sedimenten auf Umlagerungsflächen verhindert natürlich die Regeneration der Benthosfauna.

Baggerbereiche

Für die Fahrrinne in der inneren Jade konnten Gutperlet et al. (2015) nur 36% der Variabilität in der Abundanz der Makrozoobenthos mit der Häufigkeit der Baggeraktivitäten in Verbindung bringen, konnten aber feststellen, dass weniger Makrozoobenthosarten in regelmäßig unterhaltenen Bereichen der Fahrrinne vorkommen im Vergleich zu nicht unterhaltenen Bereichen. Diese Ergebnisse zeigen, dass in den Baggerbereichen im Jade Fahrwasser generell mit einer Beeinträchtigung der Benthosfauna zu rechnen ist, da die dort vorkommenden Arten beim Baggervorgang vertrieben, getötet, oder verfrachtet werden, aber einige Taxa ein hohes Wiederbesiedlungspotential aufweisen.

Generell können Baggeraktivitäten zu einer nachweislichen Beeinträchtigung der Benthosfauna führen (Ceia et al., 2013; Desprez, 2000). In den Baggerbereichen werden Benthosorganismen durch die Aktivität von Hopperbaggern eingesaugt und aus ihrem Lebensraum entnommen. Diese Beeinträchtigungen treten allerdings zeitlich begrenzt auf, so dass eine Wiederbesiedlung in Abhängigkeit der Baggerhäufigkeit stattfinden kann. Die räumlichen Ausdehnungen der hier im Bericht betrachteten Baggeraktivitäten sind zudem relativ klein, da es sich vor allem um das Baggergut von Einzeluntiefen in Abschnitten mit Transportkörpern im Bereich der Fahrrinne handelt. Die Baggerungen in der Fahrrinne betreffen zudem eine Fauna die weniger artenreich ist und insgesamt weniger Tiere aufweist. Die Fahrrinne ist zusätzlich durch den Schiffsverkehr aber auch ein durch natürliche Sedimentverlagerung, z.B. in Transportkörperstrecken gestörtes Habitat.

Für die durch Baggern betroffene Benthosfauna in der Fahrrinne kann aufgrund der dort vorherrschend dynamischen Verhältnisse und der daraus resultierenden Anpassung der Tiere mit einer zügigen Wiederbesiedlung gerechnet werden; derzeit kann von einer vollständigen Wiederbesiedlung nach etwa zwei Jahren ausgegangen werden. Dieser Zeitraum verlängert sich allerdings wenn weitere Störungen, z. B. durch ständige Unterhaltungsbaggerungen, hinzukommen.

Indirekte negative Auswirkungen auf benthische Invertebraten, die durch erhöhte Trübung entstehen können (z. B. Verstopfen des Filterapparates bei filtrierenden Organismen), können als vernachlässigbar angesehen werden, da eine großräumige und langfristige baggerungsbedingte Trübungserhöhung für den gesamten Baggerbereich ausgeschlossen werden kann (vgl. Kap. 8.2.3).

Unterbringungsstelle K01

Das Ergebnis, dass zwischen der Unterbringungsstelle und der Referenz keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung (ANOSIM) und kaum Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung und Artenzahl existierten (KÜFOG 2017), deutet darauf hin, dass die Unterbringung von Baggergut keinen signifikanten negativen Effekt auf die Makrobenthosgemeinschaft hat. Allerdings wurden an den Unterbringungsstellen im Vergleich zu den Referenzstellen weniger filtrierende Arten nachgewiesen. Dies kann als schwacher Hinweis auf die Wirkung von Unterbringungsaktivitäten gewertet werden.

Unterbringungsstelle Jade-Weser

Das Ergebnis, dass zwischen der Unterbringungsstelle und der Referenz keine signifikanten Unterschiede in der Artenzusammensetzung (ANOSIM) und kaum Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung und Artenzahl existierten (KÜFOG 2017), deutet darauf hin, dass die Unterbringung von Baggergut keinen signifikanten negativen Effekt auf die Makrobenthosgemeinschaft hat. Allerdings war die Biomasse in den Greiferproben der Unterbringungsstelle deutlich geringer als in den Greiferproben der Referenz. Dies wurde vor allem durch das fehlende Vorkommen von filtrierenden Bivalvien bedingt, was als Hinweis auf die Wirkung von Unterbringungsaktivitäten gewertet werden kann. Trotz der relativ starken Beaufschlagung der Umlagerungsstelle wurden keine deutlich verödeten Bereiche gefunden. Insgesamt konnten in der Untersuchung von Küfog (KÜFOG 2017) somit nur schwache Hinweise auf die Wirkung von Umlagerung festgestellt werden.

Unterbringungsstelle Mellumplate Nord

An der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord konnten signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen Unterbringungsstelle und Referenz festgestellt werden, während die Sedimentzusammensetzung und die Artenzahl kaum Unterschiede zeigten. Das Artenspektrum war trotz der signifikanten Unterschiede zwischen Unterbringungsstelle und Referenz sehr ähnlich und wurde dominiert von vagilen Polychaeten und Crustaceen, die typisch für mittelsandige Gebiete sind. Die Biomasse der Makrofaunataxa an der Unterbringungsstelle war deutlich höher als an der Referenz und wurde vor allem durch das Vorkommen von größeren Polychaeten bestimmt. Diese Ergebnisse können als schwache Hinweise auf die Wirkung von Umlagerung gewertet werden.

Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2

An der Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 konnten signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung und Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung zwischen Unterbringungsstelle und Referenz festgestellt werden und die Unterbringungsstelle war im Vergleich zur Referenz geringfügig artenärmer. An der Unterbringungsstelle war die Biomasse reduziert und es wurden keine Crustaceen und nicht, wie an der Referenz, die filtrierenden Muscheln *Tellimya ferroguinosa* und *Macomangulus tenuis* nachgewiesen. Das Sediment der Unterbringungsstelle war deutlich feiner im Vergleich zur Referenz. Besonders auffällig ist der deutlich höhere Anteil der feinkörnigen Schlicksedimente und der organischen Substanz in den Greifern der Unterbringungsstelle mit einer entsprechenden reduzierten Fauna. Nur auf die Unterbringungsstelle Mellumplate Nord 2 und auf die Unterbringungsstelle Südreede 2 wurden die schlickigen Sedimente u.a. aus dem Vorhafen von Wilhelmshaven verbracht. Diese Ergebnisse können als Hinweise auf die Wirkung von Umlagerung gewertet werden. Ursächlich hierfür ist v. a. die Unterbringung von bindigem Baggergut (s. auch Kap. 8.2.1 und 8.2.2).

Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte

An der Unterbringungsstelle Mellumplate Mitte konnten signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung und deutliche Unterschiede in der Artenzahl (allerdings bedingt durch nur eine Greiferprobe) zwischen Unterbringungsstelle und der Referenz festgestellt werden. Die Stationen der Unterbringungsstelle waren im Vergleich zu den Referenzstationen viel artenärmer. Allerdings waren die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – sowie der Anteil der organischen Substanz und die Biomasse im Bereich der auf der Umlagerungsstelle entnommenen Faunaproben kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Diese Ergebnisse können insgesamt als Hinweise auf die Wirkung von Umlagerung gewertet werden.

Unterbringungsstelle Südreede 2

An der Unterbringungsstelle Südreede 2 konnten signifikante Unterschiede in der Artenzusammensetzung, aber keine Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung zwischen Unterbringungsstelle und der Referenz festgestellt werden. Diese Unterschiede in der Artenzusammensetzung können als Hinweise auf die Wirkung von Umlagerung gedeutet werden, allerdings zeigten weder die Biomasse noch die Artenzahl deutliche Unterschiede zwischen Unterbringungsstelle und Referenz.

Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II

Die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser wird seit 2009 nicht mehr genutzt, trotzdem konnten Unterschiede in der Makrofaunabesiedelung zwischen Umlagerungsstelle und Referenz festgestellt werden. An der Unterbringungsstelle waren insgesamt mehr Aufwuchsorganismen zu finden und die Artenzahl war deutlich höher als an der Referenz. Die Sedimente – eine wesentliche Einflussgröße auf die Zusammensetzung der Benthosfauna – sowie der Anteil der organischen Substanz waren im Bereich der Unterbringungsstelle kaum unterschiedlich zu den Proben der Referenz. Diese Ergebnisse können noch als schwache Hinweise für eine Wirkung von Umlagerung gewertet werden.

Fazit Unterbringungsstellen

In der vorliegenden Benthosuntersuchung wurden auf keiner der Unterbringungsstellen massive Verödungen festgestellt. Auf den Unterbringungsstellen K01, Jade-Weser, Mellumplate Nord und Vareler Fahrwasser II gab es schwache Hinweise auf Auswirkungen durch die Baggergutverbringung. Auf den Unterbringungsstellen Mellumplate Nord 2, Mellumplate Mitte und Südreede 2 gab es Hinweise auf Auswirkungen durch die Baggergutverbringung, auf Mellumplate Nord 2 verbunden mit Veränderungen der Sedimentzusammensetzung aufgrund der Unterbringung von Baggergut aus dem Vorhafen. Die Auswirkungen bleiben bei Fortführung der Unterbringungsaktivitäten in bisherigem Umfang (vgl. Tabelle 32) bestehen.

8.5.2. Fische und Neunaugen

Grundsätzlich sind folgende allgemeine Auswirkungen von Baggerungen und Umlagerungen auf die Fischfauna denkbar (vgl. auch BioConsult 2001b):

Beeinträchtigung durch Störungen

Sowohl bei der Entnahme als auch bei der Umlagerung von Baggergut treten Störungen auf, denen die Fische temporär oder auch für längere Zeit ausweichen. Dadurch können die betroffenen Habitate mit ihren jeweiligen Funktionen als z. B. Laichgebiet, Nahrungsgebiet oder Wanderkorridor weniger gut genutzt werden.

Beeinträchtigung durch Entnahme und Überdeckung

Bei der Entnahme und Umlagerung größerer Sedimentmengen kann es bei wenig mobilen Fischarten zu direkten Verlusten durch Entnahme und Überdeckung kommen. Dies ist besonders für wenig mobile Standfischarten sowie juvenile Plattfische anzunehmen.

Beeinträchtigung durch ein reduziertes Nahrungsangebot

Da bei den Baggerungen auch benthische Fischnährtiere entnommen sowie an den Unterbringungsstellen in einem je nach Randbedingungen unterschiedlichem Umfang überdeckt werden (vgl. Kap. 8.5.1), ist ein Einfluss von Baggerungen und Umlagerungen auf die Fischfauna über den Weg einer reduzierten Verfügbarkeit von Nahrung (v. a. Makrozoobenthos) möglich.

Beeinträchtigung durch eine Veränderung der Habitatstruktur

Die Habitatstruktur kann durch die Umlagerung von Baggergut temporär oder auch nachhaltig verändert werden, insbesondere bei Verbringung ortsuntypischer Sedimente. Dadurch kann sich u. U. die Besiedlung durch die Fischfauna verändern.

Beeinträchtigung durch erhöhte Trübung

Baggerungen und Umlagerungen führen, abhängig von Art und Menge des Klappgutes, zu einer räumlich und zeitlich befristeten Erhöhung der Schwebstoffkonzentration. Eine Literaturauswertung in Meyer-Nehls (1998) und BfG (1999) hat eine Reihe von Hinweisen zur Störung der Fischfauna durch erhöhte Trübung erbracht, die besonders bei im Freiwasser lebenden Arten zu einem Vermeidungsverhalten bzw. zu Schädigungen, z. B. der Kiemen führen (z. B. Essink 1999). Für am Boden lebende Arten der Ästuare und des Wattenmeeres, die an natürlicherweise temporär hohe Schwebstoffkonzentrationen angepasst sind, sind gesundheitliche Beeinträchtigungen (Kiemenschäden) durch kurzfristig erhöhte Schwebstoffkonzentrationen hingegen wenig wahrscheinlich (BioConsult 2001b).

Beeinträchtigung durch Schadstoffe und/oder Sauerstoffmangel

Mögliche Konsequenzen durch während der Verklappung entstehende Sauerstoffdefizite sind ebenso wie die möglichen Wirkungen der Verbringung schadstoffbelasteter Sedimente relativ gut dokumentiert und es sei hier auf die Diskussionen in Meyer-Nehls (1998) und BfG (1999) verwiesen. Sauerstoffdefizite können in vorbelasteten Gewässern mit bereits bestehenden Sauerstoffdefiziten und dort insbesondere bei höheren Wassertemperaturen und in Bodennähe relevant werden, Schadstoffbelastungen insbesondere in Ästuaren von Flüssen mit hohen Schadstoffkonzentrationen in Wasser und Sedimenten.

Tatsächliche Beeinträchtigungen

In den Baggerstrecken und an den Unterbringungsstellen der Jade wirken sich sehr wahrscheinlich insbesondere Störungen beeinträchtigend auf die Fischfauna aus. Darauf deuten

die von BioConsult im Herbst 2001 durchgeführten Befischungen während und nach Umlagerungsvorgängen an der Unterbringungsstelle Südreede 2 im Vergleich zu zwei unbeaufschlagten Referenzstellen hin, bei denen während und in stark abgeschwächter Form auch noch nach Abschluss der Umlagerungen deutlich reduzierte Fangmengen an der Unterbringungsstelle beobachtet wurden. Dies betraf sowohl typische Arten des Freiwassers als auch bodenorientierte Fischarten. Besonders deutlich waren die Fangrückgänge bei kleinen Schollen ausgeprägt (BioConsult 2001b).

Es ist anzunehmen, dass eine häufig zwischen Teilarealen einer Unterbringungsstelle wechselnde Baggergutverbringung zu großräumigeren wirksamen Störungen der Fischfauna führt als ein nur seltener Wechsel der Nutzung zwischen Teilarealen. Dementsprechend lassen sich die Beeinträchtigungen durch Störungen dadurch minimieren, dass innerhalb der Unterbringungsstellen beaufschlagte Teilareale nicht permanent, sondern nur in Zeitabständen von mehreren Wochen bis einigen Monaten gewechselt werden.

Von einer Entnahme mit dem Baggergut sowie von Überdeckungen sind in der Jade wahrscheinlich i. d. R. nur einzelne Tiere betroffen, da die meisten Fische vermutlich fliehen können und zudem nur kleine Gebiete - im Vergleich zu den insgesamt von den vorkommenden Beständen genutzten Gebieten - von Baggerungen und Umlagerungen betroffen sind. Gleiches gilt für Veränderungen der Nahrungsverfügbarkeit benthischer Nährtiere, die in der Jade zudem selbst an den Bagger- und Unterbringungsstellen oftmals nur graduell verändert ist (vgl. Kap. 8.5.1).

Die Veränderungen von Habitaten durch Veränderungen der Sedimentzusammensetzung sind bei den Baggergutumlagerungen in der Jade nur in geringem Umfang zu erwarten (vgl. Kap. 8.2), so dass über diesen Wirkpfad ebenfalls nur geringe Auswirkungen auf Fische resultieren können. Gleiches gilt für Beeinträchtigungen der Fischgesundheit durch Trübung (Kiemenschäden), von denen sehr wahrscheinlich nur einzelne Tiere betroffen sind. Ebenfalls von untergeordneter Bedeutung für die Fischfauna sind bei den Baggergutentnahmen und Umlagerungen die nur sehr geringen zu erwartenden Schadstofffreisetzungen und Sauerstoffzehrungen (vgl. Kap. 8.3 und 8.4).

Fazit: Wie in Kapitel 7.5.2 beschrieben unterliegen die Fischbestände der Jade einer erheblichen natürlich bedingten Dynamik. Wesentliche menschliche Einflüsse resultieren u. a. aus der Fischerei, die Fische zielgerichtet und als Beifang entnimmt sowie den Gewässergrund der deutschen Nordsee i. d. R. mehrmals pro Jahr mit Grundschieppnetzen überstreicht, wodurch Störungen und Beeinträchtigungen von Habitaten, Fischen und Fischnährtieren hervorgerufen werden; ferner aus Veränderungen in den Ästuaren und Flüssen, die für eine Reihe von Fischarten des Wattenmeeres zwingend zur Reproduktion benötigt werden. Die von Baggerungen und Umlagerungen in der Jade betroffenen Flächen sind in diesem Zusammenhang von geringerer fischökologischer Bedeutung bzw. sind vergleichbare, von Baggerungen und Umlagerungen unbeeinträchtigte Flächen großräumig vorhanden. Daher werden sich die zu erwartenden Beeinträchtigungen bei den betroffenen Arten aller Voraussicht nach auf der Ebene von Individuen auswirken und nicht zu signifikanten, d. h. nachweisbaren Veränderungen von Bestandsgrößen führen. Beeinträchtigungen von Fischen durch mit den Umlagerungen verbundene Störungen können minimiert werden, indem innerhalb von Umlagerungsflächen beaufschlagte Teilareale frühestens nach einigen Wochen bis Monaten gewechselt werden.

8.5.3. Meeressäuger

Die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Hundsrobben (Seehunde und Kegelrobben) benötigen nicht-aquatische Bereiche wie z. B. Sandbänke oder trockenfallende Wattflächen um dort Ruhen zu können (Schwarz & Heidemann 1994). Seehunde nutzen diese Bereiche im Untersuchungsgebiet auch als Wurfplätze. Besonders sensible Zeiten für Seehunde sind daher die Monate Juni und Juli, in denen die Seehunde werfen und außerdem die Monate August und September, in denen der Haarwechsel stattfindet. In dieser Zeit suchen die Tiere häufiger als sonst Liegeplätze auf, da die UV-Strahlung die für das Haarwachstum erforderliche Vitamin D-Produktion ermöglicht (Vogel 2000). Bei Kegelrobben findet der Haarwechsel in den Monaten März und April statt (Brasseur et al. 2015). Seehunde und Kegelrobben verbringen etwa 30 % ihrer Zeit auf den Liegeplätzen, die übrige Zeit sind sie im Wasser (Gilles et al. 2007).

Störungen und Beeinträchtigungen von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen können im Zuge der Bagger- und Verbringrtätigkeit durch verschiedene Faktoren hervorgerufen werden. Im Folgenden werden Wirkfaktoren genannt und es wird abgeschätzt, wie stark deren Auswirkungen für die o. g. Meeressäuger sind.

Wirkfaktor Vergrämungen durch Baggerschiffe (nicht- bzw. semi-aquatische Bereiche)

Auf den Liegeplätzen gilt der Schiffsverkehr als eine der häufigsten Störungsursachen für Robben (Schwarz & Heidemann 1994). In welcher Art und wie stark die Tiere auf ihren Liegeplätzen auf eine Störung reagieren, ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie zum Beispiel der Art der Störquelle, Jahreszeit und Witterung (Vogel 2000). Wenn Tiere Junge führen, ist die Störepfindlichkeit besonders hoch (Koschinski 2007). Auch vorausgegangene Störungen entscheiden maßgeblich über Art und Stärke der Reaktion der Tiere, da durch Gewöhnung Reaktionen deutlich schwächer ausfallen, als bei Tieren, die mit der entsprechenden Störung noch nicht konfrontiert waren, oder ganz ausbleiben können (Vogel 2000). Eine leichte Reaktion auf eine Störung auf einem Liegeplatz ist das Heben des Kopfes einzelner oder mehrerer Tiere. Stärkere Reaktionen sind das Flüchten einzelner oder mehrerer Tiere an die Wasserkante oder ins Wasser (Vogel 2000). Schnelle Motorboote können schon in 2 km Entfernung eine Reaktion auf den Liegeplätzen hervorrufen (Vogel 2000), während bei langsam fahrenden Baggerschiffen selbst bei Distanzen von etwa 200 m ein Gewöhnungseffekt eintreten kann, so dass die Tiere kaum reagieren (Bach 1997). Müssen die Tiere auf Grund einer Störung häufig ins Wasser robben, tragen sie nicht selten Bauchwunden davon, die sich entzünden können und nicht mehr ausheilen. Mutter-Kind Paare können beim fluchtartigen Robben ins Wasser getrennt werden. Diese Trennung kann dauerhaft sein oder zeitlich begrenzt (Vogel 2000). In letzterem Fall kann die auf die Niedrigwasserphase begrenzte Säugezeit so stark reduziert werden, dass sich die Sterblichkeit von Jungtieren im 1. Lebensjahr erhöht (Vogel 1994). Da alle Bagger- und Verbringflächen in einer Entfernung von > 250 m zu von Seehunden und Kegelrobben genutzten Wattflächen liegen, sind relevante Vergrämungen von den Liegeplätzen unwahrscheinlich (zu Vergrämungen von Meeressäugern im aquatischen Lebensraum durch Unterwasserschall siehe „Wirkfaktor Unterwasserschall von Baggerschiffen“).

Wirkfaktor Kollision mit Baggerschiffen

Kollisionen von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen mit Schiffen sind grundsätzlich möglich (Brasseur et al. 2014, Laist et al. 2001). Schnell fahrende Wasserfahrzeuge, die häufig die Richtung wechseln stellen hierbei ein höheres Risiko dar, als langsam fahrende Fahrzeuge auf konstantem Kurs. Ab einer Schiffsgeschwindigkeit von 14 kn (25,9 km/h) erhöht sich das Kollisionsrisiko von Walen mit Schiffen deutlich (Laist et al. 2001). Bagger-schiffe fahren i. d. R. mit einer Geschwindigkeit von maximal 18 bis 20 km/h. Besonders in Gebieten in denen ein hohes Schiffsverkehrsaufkommen herrscht, ist es unwahrscheinlich, dass der Baggerschiffverkehr das Kollisionsrisiko mit Meeressäugern relevant erhöht (Todd et al. 2015).

Wirkfaktor Unterwasserschall von Baggerschiffen

Der Baggervorgang, Baggerschiffsbewegungen und der Verklappungsvorgang erzeugen Unterwasserschallemissionen. Geräuschentwicklungen unter Wasser können generell zu einer Vergrämung von Meeressäugern führen (Schwarz & Heidemann 1994) sowie Verhalten, Habitatnutzung, Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und Kommunikation (z. B. durch Maskierung von Sozialschall) negativ beeinflussen (Koschinski 2007, Wisniewska et al. 2018). Langfristig kann das zu einer verminderten Fitness von Meeressäugern führen. Schweinswale versuchen z. B. herannahenden Schiffen auszuweichen, indem sie tiefere Bereiche aufsuchen (Wisniewska et al. 2018). Die Hintergrundbelastung mit Geräuschen ist besonders im Bereich der stark befahrenen Wasserstraßen sehr hoch, so dass Meeressäuger häufig in verkehrsärmeren, leiseren Bereichen ausweichen (Koschinski 2007). Ein relevanter negativer Einfluss der Baggerschiffe auf die Tiere ist durch das Vorhandensein ausreichender Ausweichflächen und durch das lokal und zeitlich begrenzte Auftreten der Geräusche unwahrscheinlich. Schäden am Hörapparat der Säuger durch Geräuschemissionen der Baggerschiffe sind ebenfalls äußerst unwahrscheinlich, da die Frequenzen in der Regel unter 1 kHz liegen (Todd et al. 2015).

Wirkfaktor Nahrungsverfügbarkeit

Seehunde und Kegelrobben sind Nahrungsgeneralisten und ihr Jagdrevier erstreckt sich über einen Bereich von mehreren Kilometern Entfernung von ihren Liegeplätzen. Sie ernähren sich insbesondere von kleinen bis mittelgroßen Fischen und zum Teil von Makrozoobenthos (Burns 2009, Hall & Thompson 2009). Schweinswale ernähren sich zu einem hohen Grad ebenfalls opportunistisch hauptsächlich von Fischen (Andreasen et al. 2017), jedoch liegt auch jahreszeitenabhängig zu einem gewissen Grad eine Spezialisierung vor. So fressen Schweinswale in der Nordsee im Winter hauptsächlich Grundeln und im Sommer Dorsche, Heringe und Sandaale (Gilles et al. 2008). Sie legen bei der Nahrungssuche große Strecken zurück (Linnenschmidt et al. 2013). Wenn, zum Beispiel durch anthropogenen Einfluss, die Nahrungsverfügbarkeit reduziert wird, ist ein negativer Einfluss auf die Fitness von Meeressäugern möglich (Todd et al. 2015). Da durch das Baggern und Verbringen keine relevanten Änderungen der Bestandsgrößen von Fischen im Gebiet zu erwarten sind (vgl. Kapitel 8.5.2) und die negativen Auswirkungen auf das Makrozoobenthos temporär / räumlich begrenzt sind (vgl. Kapitel 8.5.1), sollte vor allem vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit für Robben und Schweinswale nicht gegeben sein.

Wirkfaktor Trübung

Bei Umlagerungsaktivitäten kann es temporär zu erhöhter Trübung kommen (vgl. Kapitel 8.2). Dies führt unter Wasser zu reduzierter Sichtweite. Seehunde verlieren schon bei relativ geringer Trübung an Seeschärfe (Weiffen et al. 2006). Sie jagen und orientieren sich unter Wasser allerdings vor allem mit Hilfe ihren Vibrissen, so dass auch blinde Tiere den gleichen Ernährungszustand wie sehende Individuen erreichen können (Dehnhardt 2001). Gleiches gilt auch für Kegelrobben (Todd et al. 2015). Erhöhte Trübungswerte beeinflussen die Jagd der Schweinswale nicht negativ, da sie sogenannte Klicks (Folgen von Ultraschalllauten) zur Orientierung nutzen (DeRuiter et al. 2010). Blinde Schweinswale reduzieren zwar ihre Schwimgeschwindigkeit, können sich aber mittels Echolokation weiterhin orientieren und auch erfolgreich jagen (Verfuß et al. 2009). Negative Auswirkungen auf die Meeressäuger durch bagger- bzw. verbringungsbedingt lokal und zeitlich begrenzte Trübungserhöhung sind somit äußerst unwahrscheinlich.

8.5.4. Vögel

Wirkfaktor Vergrämungen durch Baggerschiffe

Durch Schiffsbewegungen, Lärm und nächtlichen Lichteinfall können Vögel vergrämt werden. Dies betrifft nahrungssuchende Brut- und Gastvögel auf den Wattflächen neben der Fahrrinne (v. a. Enten und Watvögel) sowie z. B. Möwen, Enten und Seeschwalben, die sich auf der Fahrrinne aufhalten. Bereiche mit hoher Schiffsdichte, wie z. B. stark befahrene Schiffsrouten und Wasserstraßen, werden von empfindlichen Vögeln in der Regel gemieden (Hüppop et al. 1994). Wasser- und Seevögel reagieren artspezifisch unterschiedlich sensibel auf Schiffsbewegungen (z. B. Rodgers & Schwikert 2002). Bei empfindlichen Arten können Fluchtdistanzen mehrere 100 Meter betragen (Mendel et al. 2008), während unempfindlichere Arten entweder geringere Fluchtdistanzen haben (z. B. Rodgers & Schwikert 2002) oder sogar häufig Schiffen folgen (z. B. einige Möwenarten). Letztere werden dementsprechend durch den Schiffsverkehr nicht negativ beeinflusst (Mendel et al. 2008). Einmal durch Störung zum Auffliegen gezwungene Wasservögel meiden den Raum der Störung von einer bis mehrere Stunden nach Beendigung der Störung (artspezifisch unterschiedliche Dauer; Schwemmer et al. 2011). Bei manchen Vögeln, wie beispielsweise bei einigen Entenvögeln, kann auch ein Gewöhnungseffekt gegenüber regelmäßigem und konstantem Schiffsverkehr eintreten, der sich auf festgelegten Routen bewegt (Schwemmer et al. 2011). Dies gilt sowohl außerhalb der Zeit des Brutgeschehens, als auch für einige brütende Entenarten und Watvögel. Das Ausmaß der Störung von Vögeln durch den Schiffsverkehr wird auch durch die Art der Vorbeifahrt (z. B. konstantes Tempo vs. Stoppen und Wiederanfahen) beeinflusst, wobei Vögel in der Regel auf konstanten Schiffsverkehr weniger sensibel reagieren (Stolen 2003). Vergrämungen von Wasser- und Seevögeln durch die Bagger- und Verbringungsaktivitäten sind grundsätzlich möglich, vor dem Hintergrund des übrigen Schiffsverkehrs ist eine signifikante Erhöhung der Störung durch die Baggerschiffe jedoch unwahrscheinlich. Bei Vögeln die sich auf den Wattflächen aufhalten, sind relevante Vergrämungen durch Bagger- und Verbringungsaktivitäten auf Grund der hohen Distanz (> 250 m) ebenfalls unwahrscheinlich.

Während der Zeit der Mauser der Eiderenten (Juli/August) sind die Tiere für 3 bis 4 Wochen flugunfähig (Vollmauser) und damit besonders stör anfällig. Die geringste Entfernung von Mauserplätzen zu den Bagger- und Unterbringungsstellen beträgt jedoch über 1.000 m (NPV

2019), so dass von keiner relevanten Störung durch den Baggerschiffverkehr ausgegangen werden kann. In den Vorhabensbereichen ist nur mit einer geringen Frequentierung der störempfindlichen Seetaucher zu rechnen (s. auch Mendel et al. 2008), so dass relevante Störungen ausgeschlossen werden können.

Wirkfaktor Nahrungsverfügbarkeit

Die Nahrungsverfügbarkeit für Vögel kann durch Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen reduziert werden, wenn z. B. Beutetiere (Fische, Makrozoobenthos) durch die Maßnahme vertrieben oder getötet werden. Da die Einflüsse der Bagger- und Unterbringungstätigkeiten auf Makrozoobenthos und Fische nur temporär bzw. räumlich stark begrenzt sind und zahlreiche Ausweichflächen existieren (vgl. Kapitel 8.5.1 und 8.5.2), sind diesbezüglich praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten.

Wirkfaktor Trübung

Eine erhöhte Trübung kann für optisch jagende, fischfressende Arten wie zum Beispiel Säger, Tauchenten, Möwen oder Seeschwalben auf Grund reduzierter Sicht die Nahrungssuche erschweren (Essink 1999). Kormorane ernähren sich ebenfalls von Fisch, sind aber sehr gut an die Jagd in trübem Wasser angepasst. Da sie bei erhöhter Trübung eine sehr eingeschränkte Sicht haben, nutzen sie andere Sinne (z. B. taktile Reize) um einen hohen Jagderfolg zu erreichen (Grémillet et al. 2012). Da eine Erhöhung der Trübung nur in geringem räumlichem Umfang und ebenfalls zeitlich begrenzt stattfindet (s. Kapitel 8.2), sind diesbezüglich praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten.

8.6. Vegetation

Seegräser werden als „störungssensitive Arten“ bezeichnet, die empfindlich auf sich ändernde Umweltbedingungen reagieren, weshalb sie in der vorliegenden GÜBAK als Indikatoren für das Schutzgut Vegetation betrachtet werden.

Als die übergreifenden Faktoren, die sich auf den Zustand der Seegräser im Wattenmeer auswirken, gelten Eutrophierung und Hydrodynamik. Seegräser sind für ihr Wachstum auf lagestabile Sedimente angewiesen und reagieren anfällig auf Sedimentumlagerungen, die z. B. durch Meeresströmungen, Wellenschlag, Sturmfluten aber auch Baggermaßnahmen verursacht werden können. Letztere können als bedeutender Stressor weiterhin über mechanische Störungen durch Erosion oder vermehrte Sedimentation wirken.

Darüber hinaus sind Seegräser an niedrige Nährstoffkonzentrationen angepasst und werden durch die Eutrophierung der Gewässer auf unterschiedliche Weise geschädigt. Zum einen durch direkte toxische Wirkungen hoher Ammonium- oder Nitratkonzentrationen, zum anderen direkt durch gesteigerten Bewuchs mit Kleinalgen (Epiphyten) oder Überdeckung durch Grünalgen (Makroalgen), deren Entwicklung ebenfalls von der Nährstoffversorgung beeinflusst wird.

Sowohl mechanische Störungen als auch die Folgen der Eutrophierung führen häufig zu einer Beeinträchtigung des Lichtklimas z. B. aufgrund erhöhter Trübung durch das Baggern und Verklappen von Sedimenten oder infolge dichter Phytoplanktonblüten (Umweltbundesamt & Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2019, Dolch et al. 2017). Eine daraus resultieren-

de Lichtlimitierung könnte zu einer geringeren Photosyntheserate und somit einer verminderten Biomasseproduktion führen.

In Kapitel 7.6 wurde die aktuelle Bestandssituation der Seegrasvorkommen im Betrachtungsraum dargestellt. Demnach sind direkte Auswirkungen aus der Baggerung (z. B. Verlust von Seegras) und Unterbringung (z. B. Überdeckung von Seegras(-wiesen) auszuschließen, da sowohl die Baggerbereiche als auch die Unterbringungsstellen keine aquatische Vegetation aufweisen. Hinsichtlich der oben genannten indirekten Wirkpfade „Eutrophierung“ und „Trübung“ sind Beeinträchtigungen der Seegräser in den weit entfernt zum Eingriffsbereich liegenden Watten ebenfalls unwahrscheinlich. Die diesbezüglich prognostizierten Auswirkungen (vgl. Kapitel 8.2) werden insgesamt für die Baggerbereiche als sehr gering, nur temporär auftretend und lokal begrenzt gewertet. Im Bereich der Unterbringungsstellen wird ebenfalls nicht von einem großflächigen und langfristigen Effekt bezüglich der oben genannten Wirkpfade ausgegangen, der die weit entfernt siedelnden Seegräser beeinträchtigen könnte.

9. Naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Belange

Gemäß „Leitfaden Umweltbelange bei der Unterhaltung von Bundeswasserstraßen“ (BMVI 2015) sind im Rahmen der Unterhaltung folgende naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Aspekte prinzipiell zu berücksichtigen: Natura 2000, nationale Schutzgebiete und gesetzlich geschützte Biotope, besonderer Artenschutz, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.

Auch die GÜBAK (2009) formuliert entsprechende Anforderungen dahingehend, dass die Bundeswasserstraßenverwaltung zwar gemäß § 48 WaStrG eigenständig zur Wahrung der Sicherheit und Ordnung verpflichtet ist, darunter nach ständiger Rechtsprechung aber auch die Einhaltung der naturschutzrechtlichen Anforderungen fällt. Gemäß § 4 WaStrG sind bei der Unterhaltung die Bedürfnisse der Landeskultur und der Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit den Ländern zu wahren.

Internationale Schutzgebietskategorien (hier: UNESCO Welterbegebiet Wattenmeer, trilaterales Wattenmeerkooperationsgebiet, Ramsar-Gebiet Ostfriesisches Wattenmeer mit Dollart, UNESCO Biosphärenreservat Niedersächsisches Wattenmeer) werden nicht gesondert betrachtet, da deren maßgebliche Ziele und Anforderungen in europäisches sowie deutsches Recht umgesetzt wurden und somit Bestandteil der Natura 2000-Gebiete sowie der nationalen Schutzgebiete sind.

9.1. Natura 2000

Zwar sind Unterhaltungsmaßnahmen im Normalfall keine Projekte im Sinne der FFH-Richtlinie, so dass keine FFH-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt werden muss, es ist jedoch Art. 6, Abs. 2 FFH-Richtlinie bzw. § 33 BNatSchG zu beachten, wonach Veränderungen und Störungen unzulässig sind, die sich im Hinblick auf die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck eines betroffenen Gebietes erheblich nachteilig auswirken können (vgl. BMVI 2015).

Erhaltungsziele sind die Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der dort signifikant vorkommenden Lebensräume und Arten der Anhänge I und II der FFH-RL bzw. in Europäischen Vogelschutzgebieten der in Anhang I der VSchRL aufgeführten Vogelarten sowie der nach Art. 4 Abs. 2 der VSchRL regelmäßig auftretenden Zugvogelarten, sofern die Vogelarten und Populationen in diesen Gebieten als signifikant eingestuft werden (vgl. § 7 Abs. 1 Nr. 9 BNatSchG). Daher werden mögliche Auswirkungen auf die im Gebiet geschützten Lebensraumtypen (LRT) und Arten betrachtet und eingeschätzt. Sofern eine Schutzgebietserklärung zur nationalen Unterschutzstellung eines Natura 2000-Gebietes vorliegt, wird der darin bestimmte Schutzzweck (welchem die Erhaltungsziele zu Grunde liegen) ggf. als weitere Konkretisierung und zur Interpretation der Erhaltungsziele ergänzend

herangezogen. Die Lage der Natura 2000-Gebiete und der nationalen Schutzgebiete im Bereich der Baggerstrecke und der Unterbringungsstellen ist in Abbildung 40 dargestellt.

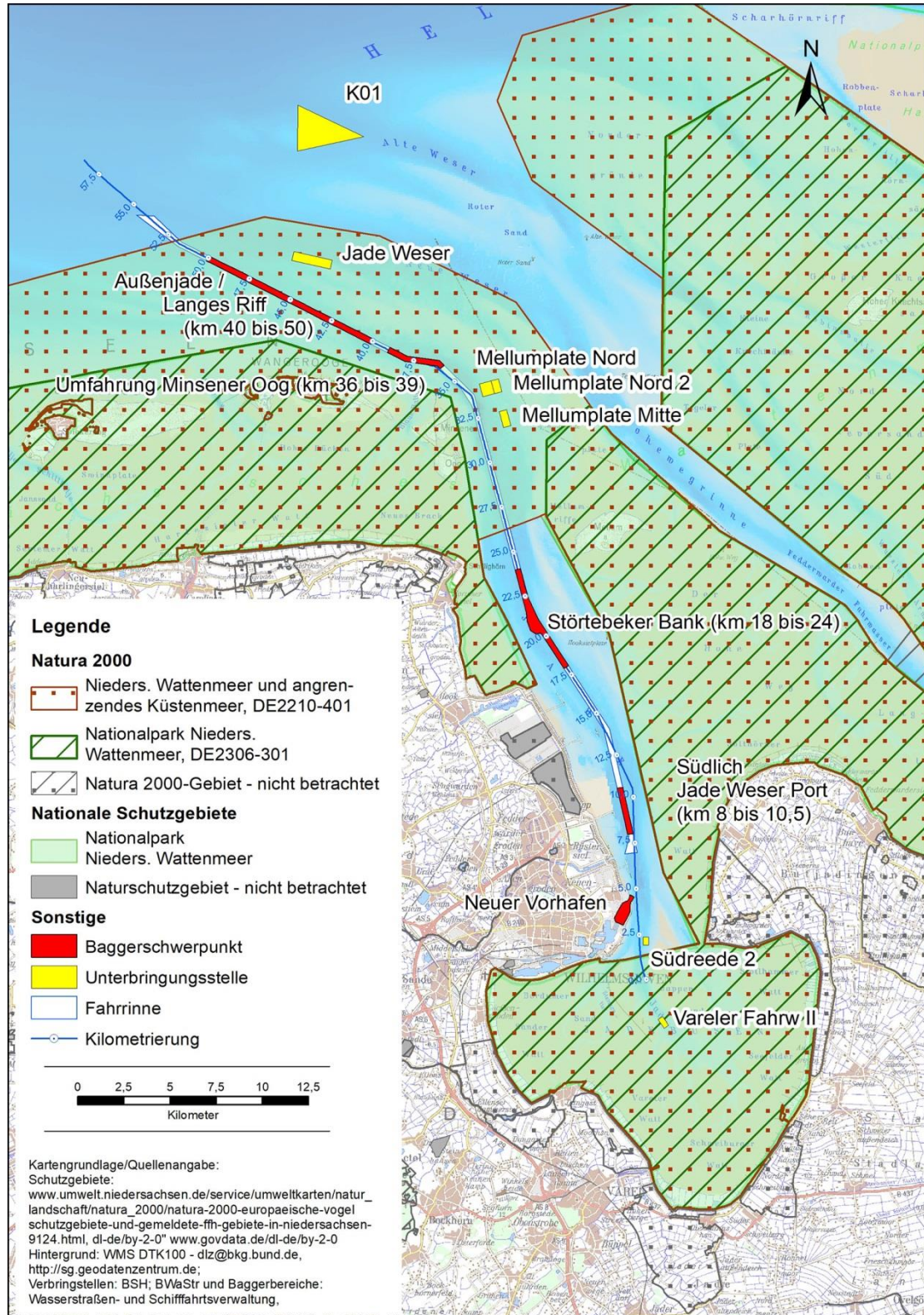


Abbildung 40: Übersicht Natura 2000-Gebiete und nationale Schutzgebiete im Umfeld der Baggerbereiche und der Unterbringungsstellen.

9.1.1. Beschreibung der Natura 2000-Gebiete und ihrer Erhaltungsziele

Das FFH-Gebiet „Teichfledermaus-Habitat im Raum Wilhelmshaven“ (DE 2312-331) sowie die Vogelschutzgebiete „Voslapper Groden-Nord“ (DE 2314-431), „Voslapper Groden-Süd“ (DE 2414-431) und „Marschen am Jadebusen“ (DE 2514-431) liegen allesamt Binnendeichs. Beeinträchtigungen durch Unterhaltungsaktivitäten können aufgrund der in Kapitel 8 beschriebenen Wirkfaktoren ohne weitere Betrachtung ausgeschlossen werden.

Aufgrund der in Kapitel 8 beschriebenen Wirkfaktoren werden nachfolgende Gebiete betrachtet:

- > FFH-Gebiet 001 Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE 2306-301)
- > Vogelschutzgebiet V01 Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE 2210-401)

Nachfolgend werden die zuvor genannten, möglicherweise betroffenen Natura 2000-Gebiete vorgestellt und die für die Auswirkungsprognose relevanten Erhaltungsziele aufgeführt. Es werden nur die Arten und Lebensraumtypen genannt, die im Umfeld der Baggerbereiche und der Unterbringungsstellen zu erwarten sind. Die relevanten Informationen stammen u. a. aus BfN 2019, KÜFOG 2016, NLWKN 2012 und BioConsult 2010. Weitere detailliertere Informationen zu den Natura 2000-Gebieten mit Erhaltungszielen, Artenlisten, Erhaltungszuständen, Angaben zu Flächen etc. sind den jeweiligen Standarddatenbögen zu entnehmen. Hinsichtlich relevanter Arten wurden auch die Aussagen in den entsprechenden Fachkapiteln zu Grunde gelegt (Kapitel 7.5 und 7.6).

FFH-Gebiete

Allgemeines Erhaltungsziel ist die Bewahrung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes der nach der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 besonders zu schützenden Lebensräume und Arten von gemeinschaftlichem Interesse.

FFH-Gebiet Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE 2306-301)

Das insgesamt 276.956 ha große Gebiet umfasst einen Küstenbereich der Nordsee mit Salzwiesen, Wattflächen, Sandbänken, flachen Meeresbuchten und Düneninseln in dem zahlreiche seltene und gefährdete Arten vorkommen. Im FFH-Gebiet liegt die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II.

Zu den wertbestimmenden Lebensraumtypen zählen u. a. LRT 1140 „Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt“ sowie LRT 1160 „Flache, große Meeresarme und -buchten“. Im Gebiet kommen Schweinswal, Seehund, Kegelrobbe, Finte sowie Fluss- und Meerneunauge als Arten des Anhang II FFH-RL vor. Die Erhaltungszustände der hier relevanten Lebensraumtypen des Anhang I und Arten des Anhangs II der FFH-RL sind Tabelle 35 und Tabelle 36 zu entnehmen.

Tabelle 35: Erhaltungszustände der hier relevanten Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie.

Code	Name	Erhaltungszustand ²
1140	Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt	B
1160	Flache große Meeressarme und –buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)	B

Tabelle 36: Erhaltungszustände der hier relevanten Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie.

Taxon	Name	Erhaltungszustand
Fisch	Finte	C
Fisch	Flussneunauge	B
Fisch	Meerneunauge	C
Säugetier	Kegelrobbe	B
Säugetier	Schweinswal	B
Säugetier	Seehund	B

Das Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) vom 11. Juli 2001 (in der Fassung vom 19.2.2010) beschreibt in Anlage 5 IV die allgemeinen Erhaltungsziele für die Lebensraumtypen gemäß Anhang I FFH-RL:

- > Verbreitungsgebiet und Gesamtbestand (Flächengröße) im Rahmen der natürlichen Schwankungen stabil oder zunehmend
- > Langfristig geeignete Strukturen und Funktionen
- > Günstiger Erhaltungszustand der charakteristischen Arten

Die allgemeinen Erhaltungsziele für die Anhang II-Arten der FFH-RL einschließlich der charakteristischen Arten der Lebensraumtypen sind:

- > Langfristig lebensfähige, im Rahmen der natürlichen Schwankungen stabile Populationen
- > Keine Abnahme des natürlichen Verbreitungsgebietes
- > Geeignete Lebensräume für alle Lebensphasen wie Fortpflanzung, Aufzucht, Mauser, Durchzug, Rast, Überwinterung und Nahrungssuche von ausreichender Größe sowie der Möglichkeit unbehinderter Wander- und Wechselbewegungen zwischen den Teil Lebensräumen, auch in der Umgebung des Nationalparks.

Zu den besonderen Erhaltungsziele für Lebensräume und Arten der Wattgebiete einschließlich der Ästuare zählen:

² Kategorien: A = hervorragend, B = gut, C = mittel bis schlecht, mäßig bis durchschnittlich oder beschränkt, D = nicht signifikantes Vorkommen

- > Naturnahe Salz- und Brackwasser-Wattflächen der LRT 1130, 1140, 1310 und 1320 mit guter Wasserqualität, natürlichen Strukturen, natürlichen dynamischen Prozessen und beständigen Populationen der charakteristischen Arten. Dies beinhaltet
 - natürliche Hydrodynamik und ungestörte Selbstversorgung,
 - natürliche Verteilung von Sand-, Misch- und Schlicksedimenten sowie von Flächen mit Seegras, Queller- und Schlickgras-Vegetation,
 - natürliche Prielsysteme,
 - natürliche eulitorale Muschelbänke mit allen Altersphasen und intakten Lebensgemeinschaften
 - Störungsarme, großflächige, mit der Umgebung verbundene Lebensräume für beständige Populationen von Kegelrobbe, Seehund, Finte, Meerneunauge und Flussneunauge.
 - Störungsarme Nahrungs-, Rast- und Mauseergebiete für typische Brut- und Gastvogelarten der Wattflächen wie Säbelschnäbler, Alpenstrandläufer, Pfuhschnepfe, Großer Brachvogel und Brandgans

Zu den besonderen Erhaltungszielen für Lebensräume und Arten der Meeresgebiete zählen:

- > Flache Meeresarme und -buchten (1160), überspülte Sandbänke (1110) sowie geogene und biogene Riffe (1170) mit guter Wasserqualität, natürlichen Strukturen, natürlichen dynamischen Prozessen und beständigen Populationen der charakteristischen Arten. Dies beinhaltet
 - natürliche hydrodynamische und morphologische Bedingungen,
 - natürliche Sandbankstrukturen mit Kämmen und Tälern sowie durch Wellenbewegung und Strömungen bedingten Sedimentumlagerungen,
 - natürliche sublitorale Muschelbänke mit allen Altersphasen und intakten Lebensgemeinschaften,
 - natürliche Verteilung der verschiedenen Fein- und Grobsubstrate des Meeresgrunds,
 - günstige Voraussetzungen für die Neuentstehung von Bänken der Europäischen Auster, Sabellaria-Riffen und sublitoralen Seegras-Wiesen.
- > Störungsarme, großflächige, mit der Umgebung verbundene Lebensräume für beständige Populationen von Schweinswal, Kegelrobbe, Seehund, Finte, Meerneunauge und Flussneunauge.
- > Störungsarme Meeresflächen als Nahrungs-, Rast- und Mauseergebiete für Seevogelarten wie Sterntaucher, Eiderente, Trauerente und Brandseeschwalbe.

EU-Vogelschutzgebiete

Das allgemeine Erhaltungsziel ist der Schutz der Lebensräume der Anhang-I-Vogelarten sowie der Fortpflanzungs-, Mause- und Überwinterungsgebiete regelmäßig auftretender Zugvogelarten sowie der Rastplätze in ihren Wanderungsgebieten.

EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE 2210-401)

Das 354.882 ha große EU-Vogelschutzgebiet umfasst den Küstenbereich der Nordsee mit Salzwiesen, Wattflächen, Sandbänken, flachen Meeresbuchten und Düneninseln. Weiterhin sind Wasserflächen der angrenzenden offenen See mit Wassertiefen von 10 bis 12 m inner-

halb der 12-Seemeilen-Zone enthalten. Das Vogelschutzgebiet überschneidet sich größtenteils mit dem Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Im EU-Vogelschutzgebiet liegen die Unterbringungsstellen Vareler Fahrwasser II, Mellumplate Mitte, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord 2 und Jade-Weser sowie deren Erweiterungsflächen. Außerdem befinden sich die Baggerschwerpunkte zwischen km 40 und 50 sowie km 36 und 39 im EU-Vogelschutzgebiet.

Das Gebiet ist ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung und dient zahlreichen Wat- und Wasservogelarten als herausragendes Brut- und Rastgebiet.

In § 2 Abs. 2 des Gesetzes über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWatt-NPG) wird als Schutzziel für die Flächen des Vogelschutzgebietes „das Überleben und die Vermehrung der dort vorkommenden in Anhang 1 und Art. 4, Abs. 2 der Richtlinie genannten Vogelarten sicherzustellen“ genannt. Im besonderen Schutzzweck für die Ruhezonen werden Brut-, Rast-, Mauser- und Nahrungsgebiete für Vögel genannt. In der Anlage 5 III des Gesetzes werden die wertbestimmenden Vogelarten des Vogelschutzgebietes aufgeführt. Wertbestimmende Vogelarten, die im Jadebusen bedeutende Bestände erreichen, sind bei den Brutvogelarten beispielsweise Löffler und Säbelschnäbler sowie bei den Zugvogelarten Spießente und Dunkler Wasserläufer.

In Anlage 5 IV des Gesetzes werden u. a. allgemeine und besondere Erhaltungsziele für charakteristische Arten der Lebensraumtypen genannt. Darüber hinaus werden besondere Erhaltungsziele u. a. für Lebensräume und Arten der Meeres- und der Wattgebiete einschließlich der Ästuare genannt (siehe auch Ausführungen zum FFH-Gebiet).

9.1.2. Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete

Die Aussagen, ob und inwieweit Baggerung und Baggergutunterbringung Beeinträchtigungen des günstigen Erhaltungszustandes der nach FFH-Richtlinie geschützten Lebensraumtypen und Arten bzw. der nach EU-Vogelschutzrichtlinie geschützten Vögel und deren Lebensräume verursachen, stützen sich insbesondere auf die Aussagen in den entsprechenden Fachkapiteln (Auswirkungsprognosen, v. a. Kapitel 8.5 bis 8.6).

Maßgebliche Faktoren für die Betrachtung der Auswirkungen der Unterhaltungstätigkeiten auf die Schutzgebiete sind zum einen Beeinträchtigungen durch den Baggervorgang - wie Töten von Fauna, insbesondere Makrozoobenthos oder Einsaugen von Jungfischen, Fischlaich und -larven - sowie durch die Überdeckung des Makrozoobenthos bei der Baggergutunterbringung, zum anderen Beeinträchtigungen durch Trübungserhöhung, Reduzierung der Nahrungsverfügbarkeit oder Störungen und Vergrämungen von Fischen, Vögeln und Säugern durch den Schiffsverkehr (Schiffsbewegungen, Lärm, nächtlicher Lichteinfall, Unterwasserschall). Die Freisetzung von Schadstoffen (vgl. Kap. 8.4.1) sowie die sehr geringen und lokal sehr begrenzten Auswirkungen auf die Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse (vgl. Kap. 8.3) werden als vernachlässigbar eingeschätzt. Ökotoxikologisches Belastungspotenzial konnte im Baggergut nicht festgestellt werden (vgl. Kap. 8.4.2).

Auswirkungen auf das FFH-Gebiet Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE 2306-301)

Die Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II liegt innerhalb des FFH-Gebiets Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Bei einer Wiederaufnahme der Baggergutunterbringung sind dann insbesondere die Lebensraumtypen 1160 „Flache große Meeresarme und –buchten“ und 1140 „Vegetations-freies Schlick-, Sand- und Mischwatt“ sowie als Arten gemäß Anhang II der FFH-RL insbesondere Schweinswal und Seehund sowie Finte, Fluss- und Meerneunauge potenziell betroffen.

Beeinträchtigungen von Schweinswalen und Seehunden durch verminderte Nahrungsverfügbarkeit, Trübungserhöhung, Unterwasserschall sowie Vergrämung durch oder Kollision mit Baggerschiffen sind unwahrscheinlich (vgl. Kap. 8.5.3). Die zu erwartenden Beeinträchtigungen von Finten und Neunaugen - z. B. durch Überdeckung, Störungen, reduziertes Nahrungsangebot, Veränderung der Habitatstruktur, erhöhte Trübung, Schadstoffe und Sauerstoffmangel - werden nicht zu signifikanten, d. h. nachweisbaren Veränderungen von Bestandsgrößen führen (vgl. Kap. 8.5.2). Individuenverluste sind zwar theoretisch denkbar, angesichts der Lebensweise von Finten und Neunaugen in den hier betrachteten Bereichen (keine Laich- und Aufwuchsgebiete) aber sehr unwahrscheinlich.

Da die Unterbringungsstelle keine aquatische Vegetation aufweist, sind direkte Auswirkungen auf Seegraswiesen auszuschließen. Eine Beeinträchtigung der weiter von der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II entfernt siedelnden Seegrasbestände durch Trübungserhöhung oder Eutrophierung ist unwahrscheinlich (vgl. Kap. 8.6).

Bei Wiederaufnahme der Baggergutunterbringung auf der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II ist nur mit äußerst geringfügigen, temporären Beeinträchtigungen der Benthofauna zu rechnen (vgl. Kap. 8.5.1). Es ist nicht zu erwarten, dass der Erhaltungszustand von Natura 2000-Lebensraumtypen oder -Arten und damit die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete beeinträchtigt werden. Die beeinträchtigte Fläche ist im Vergleich zur Gesamtfläche der Lebensraumtypen sehr klein und es findet keine Verminderung der Fläche der Lebensraumtypen statt, sondern nur möglicherweise eine äußerst geringfügige, temporäre Beeinträchtigung von Funktionen.

Die Unterbringungsstelle Südreede 2 liegt in ca. 500 m, alle übrigen Unterbringungsstellen liegen in mindestens 1,5 km Entfernung vom FFH-Gebiet. Die Baggerschwerpunkte liegen mindestens 1 km entfernt vom FFH-Gebiet. Direkte Beeinträchtigungen des FFH-Gebiets durch Unterhaltungstätigkeiten in diesen Bereichen sind demnach auszuschließen. Beeinträchtigungen durch Trübungserhöhung, Reduzierung der Nahrungsverfügbarkeit oder Störungen und Vergrämungen von Fischen und Säugern durch den Schiffsverkehr (Schiffsbewegungen, Lärm, nächtlicher Lichteinfall, Unterwasserschall) sind im Rahmen der Unterhaltungsaktivitäten nicht in relevantem Ausmaß zu erwarten (vgl. Kap 8.5.1 bis 8.5.3). Auch sind Beeinträchtigungen der weit von den o. g. Baggerschwerpunkten und Unterbringungsstellen entfernt siedelnden Seegrasbestände durch Trübungserhöhung oder Eutrophierung unwahrscheinlich (vgl. Kap. 8.6).

Die nachteiligen Auswirkungen durch Baggerung und Baggergutunterbringung auf die Erhaltungsziele des FFH-Gebiets Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE 2306-301) werden als unerheblich eingeschätzt.

Auswirkungen auf das EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE 2210-401)

Im EU-Vogelschutzgebiet liegen die Unterbringungsstellen Vareler Fahrwasser II, Mellumplate Mitte, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord 2 und Jade-Weser. Außerdem befinden sich die Baggerschwerpunkte zwischen km 40 und 50 sowie km 36 und 39 im EU-Vogelschutzgebiet.

Die Unterbringungsstelle Südreede 2 liegt in ca. 500 m, die Unterbringungsstelle K01 liegt in mindestens 2,5 km Entfernung vom EU-Vogelschutzgebiet. Die übrigen Baggerschwerpunkte liegen mindestens 1 km entfernt vom EU-Vogelschutzgebiet. Direkte Beeinträchtigungen durch Unterhaltungstätigkeiten in diesen Bereichen sind demnach auszuschließen.

Vergrämungen von Wasser- und Seevögeln durch die Bagger- und Verbringungsstätigkeiten sind grundsätzlich möglich, vor dem Hintergrund des übrigen Schiffsverkehrs ist eine signifikante Erhöhung der Störung durch die Baggerschiffe jedoch unwahrscheinlich. Bei Vögeln die sich auf den Watten aufhalten, sind relevante Vergrämungen durch Bagger- und Verbringungsstätigkeiten auf Grund der hohen Distanz (> 250 m) ebenfalls unwahrscheinlich. Die Nahrungsverfügbarkeit für Vögel kann durch Unterhaltungsmaßnahmen reduziert werden, wenn z. B. Beutetiere (Fische, Makrozoobenthos) durch die Maßnahme vertrieben oder getötet werden. Da die Einflüsse der Bagger- und Unterbringungsstätigkeiten auf Fische und Makrozoobenthos nur temporär bzw. räumlich stark begrenzt sind und zahlreiche Ausweichflächen existieren, sind diesbezüglich praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten. Da eine Erhöhung der Trübung nur in geringem räumlichem Umfang und ebenfalls zeitlich begrenzt stattfindet, sind auch diesbezüglich praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten (vgl. Kap. 8.5.4).

Insgesamt werden die Auswirkungen der Unterhaltungstätigkeiten auf die Erhaltungsziele des EU-Vogelschutzgebiets Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE 2210-401) als unerheblich eingeschätzt.

9.2. Nationale Schutzgebiete

Für im Wirkungsbereich gelegene nationale Schutzgebiete ist zu prüfen, ob Baggerung oder Baggergutunterbringung gegen Verbote der Schutzgebietsverordnungen verstoßen. In vielen Fällen sind Unterhaltungsmaßnahmen der WSV allerdings ausdrücklich als zulässige Handlungen in den Schutzgebietsverordnungen genannt, so dass eine weitergehende Betrachtung dann nicht erforderlich ist.

Die Lage der nationalen Schutzgebiete ist in Abbildung 40 dargestellt.

Die dargestellten **Naturschutzgebiete** liegen allesamt Binnendeichs. Beeinträchtigungen durch Unterhaltungsaktivitäten können aufgrund der in Kapitel 8 beschriebenen Wirkfaktoren ohne weitere Betrachtung ausgeschlossen werden.

Im **Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer** liegen die Unterbringungsstellen Vareler Fahrwasser II, Mellumplate Mitte, Mellumplate Nord, Mellumplate Nord 2 und Jade-Weser. Außerdem befinden sich die Baggerschwerpunkte zwischen km 40 und 50 und km 36 und 39 im Nationalpark. Die Unterbringungsstelle Südreede 2 liegt in ca. 500 m, die Unterbrin-

gungsstelle K01 liegt in mindestens 2,5 km Entfernung zum Nationalpark. Die übrigen Baggerschwerpunkte liegen mindestens 1 km entfernt vom Nationalpark.

Die im Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) vom 11. Juli 2001 aufgestellten Verbote (u. a. sind Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des NSG oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können) gelten nicht für die der Erfüllung der hoheitlichen Aufgaben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes dienenden Maßnahmen (hier: Unterhaltung). Insofern ist keine weitere Betrachtung erforderlich.

9.3. Gesetzlich geschützte Biotope

Zu den gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes und § 24 Abs. 2 des Niedersächsischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz (NAGB-NatSchG) gehören u. a. Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich, Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände, Riffe, sublitorale Sandbänke, Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna sowie artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe. Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung dieser Biotope führen können, sind verboten.

Nach Sichtung der verfügbaren Unterlagen (z. B. NLWKN 2018b und NLWKN 2019) gibt es derzeit keine Hinweise auf das Vorkommen von gesetzlich geschützten Biotopen in den unmittelbaren Bagger- und Unterbringungsbereichen; ein Vorkommen ist unwahrscheinlich. In der Umgebung sind geschützte Biotope, wie z. B. Wattflächen im Küstenbereich und Seegraswiesen zu finden; aufgrund der in den Kapiteln 8.1 bis 8.6 beschriebenen Auswirkungen durch die Unterhaltungstätigkeiten ist mit einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung von möglicherweise weiter entfernt liegenden gesetzlich geschützten Biotopen allerdings nicht zu rechnen.

9.4. Besonderer Artenschutz

Für Unterhaltungsmaßnahmen, wie z. B. die Unterbringung von Baggergut, muss grundsätzlich sichergestellt werden, dass infolge der Durchführung die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 BNatSchG für besonders bzw. streng geschützte Arten nicht verletzt werden (vgl. u. a. BMVI 2015).

Verboten sind:

1. Tötung, Verletzung oder Fang von Individuen besonders geschützter Arten bzw. ihrer Entwicklungsformen (welche über das allgemeine Lebensrisiko hinausgeht)
2. Störungen während sensibler Zeiten, die erheblich sind, d. h. durch die sich der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert.
3. Beschädigung oder Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten
4. Beschädigung oder Zerstörung besonders geschützter Pflanzen und ihrer Standorte

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gemäß GÜBAK (2009) ist die Baggerung und Unterbringung von Sediment zur Erhaltung der verkehrlichen Nutzung zu betrachten. Hierbei

kommt es zu lokal und zeitlich begrenzten Auswirkungen (vgl. Kap. 8). Für die artenschutzrechtliche Betrachtung maßgeblich sind die Betroffenheiten von besonders geschützten Arten (hier: Schweinswal, Kegelrobbe, Meer- und Flussneunaugen, Nordseeschnäpel sowie zahlreiche europäische Vogelarten), die durch Überdecken, Einsaugen und Kollision zu Individuenverlusten führen; weiterhin die Störungen zu sensiblen Zeiten, durch die sich der Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtert sowie die Schädigungen oder die Zerstörung von Fortpflanzungs- und Ruhestätten.

Von den bisher nachgewiesenen Makrozoobenthosarten zählen keine zu den besonders bzw. streng geschützten Arten. Geschützte Pflanzenarten kommen im Baggerschwerpunkt und im Bereich der Unterbringungsstellen ebenfalls nicht vor.

Es ist unwahrscheinlich, dass sich das Kollisionsrisiko von Meeressäugern durch den Bagger-schiffverkehr erhöht. Infolge der Baggerung und der Unterbringung von Baggergut kann es zwar temporär zur Vergrämung von Kegelrobben durch Baggerschiffe kommen, die Baggerschwerpunkte und Unterbringungsstellen befinden sich jedoch in ausreichendem Abstand zu aktuellen Fortpflanzungs- und Ruhestätten (Liegeplätze), um deren Beschädigung sowie erhebliche (d. h. populationsrelevante) Störungen ausschließen zu können. Vergrämungen von Schweinswalen durch Unterwasserschall von sind zwar möglich, erhebliche (d. h. populationsrelevante) Störungen sind jedoch unwahrscheinlich. Negative Auswirkungen auf die Nahrungsverfügbarkeit für Robben und Schweinswale sowie durch bagger- bzw. verbringungsbedingt erhöhte Trübung sind ebenfalls nicht gegeben (vgl. Kap. 8.5.3).

Vergrämungen von Wasser- und Seevögeln durch die Bagger- und Verbringungstätigkeiten sind grundsätzlich möglich, vor dem Hintergrund des übrigen Schiffsverkehrs ist eine signifikante Erhöhung der Störung durch die Baggerschiffe jedoch unwahrscheinlich. Auch bei Vögeln die sich auf den Watten aufhalten, sind relevante Vergrämungen durch Bagger- und Verbringstätigkeiten auf Grund der hohen Distanz (> 250m) unwahrscheinlich. Hinsichtlich Trübungserhöhung und Nahrungsverfügbarkeit sind ebenfalls keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten (vgl. Kap. 8.5.4).

Individuenverluste von Nordseeschnäpeln oder Neunaugen durch Einsaugen beim Baggern oder die Baggergutunterbringung sind zwar theoretisch denkbar, angesichts der Lebensweise der Arten in den hier betrachteten Bereichen (keine Laich- und Aufwuchsgebiete) aber sehr unwahrscheinlich. Während der Durchführung von Baggerungen können zu den Laichgebieten aufwandernde (Laichtiere) oder von diesen abwandernde (Jungtiere) Nordseeschnäpel sowie Fluss- und Meerneunaugen in ihren Wanderungen bzw. im Nahrungsgebiet gestört werden. Es stehen jedoch sehr umfangreiche Ausweichmöglichkeiten für die Wanderungen und zur Nahrungsaufnahme zur Verfügung, so dass Störungen, die sich auf Populationsebene auswirken würden, ausgeschlossen werden können. Fortpflanzungs- und Ruhestätten sind nicht betroffen.

Zusammenfassend können besonders und streng geschützte Arten infolge der Baggerung und Unterbringung von Baggergut durch Individuenverluste betroffen sein, das allgemeine Lebensrisiko der Tiere wird jedoch nicht signifikant erhöht. Von einer Verletzung des Störungsverbotes ist nicht auszugehen, da Auswirkungen auf Populationsebene nicht zu erwarten sind. Fortpflanzungs- und Ruhestätten sind nicht betroffen bzw. werden nicht beschädigt oder

zerstört. Im Fazit wird die Erfüllung von Verbotstatbeständen nach § 44 (1) BNatSchG ausgeschlossen.

9.5. Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

Eingriffe in Natur und Landschaft im Sinne des § 14 BNatSchG sind Veränderungen der Gestalt oder der Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können. Daher fallen nach BMVI (2015) insbesondere regelmäßig durchgeführte Unterhaltungsmaßnahmen normalerweise nicht unter die Eingriffsregelung. Im Ausnahmefall kann eine Unterhaltungsmaßnahme jedoch einen Eingriff im Sinne von § 14 BNatSchG darstellen (z. B. bei Neueinrichtung einer Unterbringungsstelle, bei erheblicher Änderung der Unterhaltungsmethode oder bei Wiederaufnahme der Unterhaltung nach einem sehr langen Zeitraum).

Insbesondere für die seit 10 Jahren nicht mehr genutzte Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II ist demnach zu prüfen, ob die Baggergutunterbringung als Eingriff zu werten wäre. Die Unterhaltung der Fahrrinne bedarf keiner weiteren Betrachtung, da hier die Nutzung der Grundfläche nicht verändert wird.

Die Unterbringung von Baggergut im Bereich der Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II geht zwar mit einer Veränderung der Gestalt oder Nutzung der Grundfläche einher, die Auswirkungen sind aber gemäß Kapitel 8.1 bis 8.6 nicht geeignet, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich zu beeinträchtigen.

9.6. Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Mit dem Beschluss des EuGH (C-461/13) aus 2015³ zur Frage, wann das Verschlechterungsverbot bzw. das Zielerreichungsgebot verletzt ist, wurde auch festgestellt, dass die Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach WRRL nicht allein Aufgabe der Bewirtschaftungsplanung ist, sondern bei jeder wasserrechtlichen Genehmigung bzw. Einvernehmen zu beachten ist. Der EuGH-Beschluss legt auch dar, welche Kriterien für eine mögliche Verletzung des Verschlechterungsverbot anzuwenden sind. Befindet sich eine Qualitätskomponente (QK) in der niedrigsten Klasse und würde diese QK maßnahmenbedingt zusätzlich mess- und beobachtbar (vergl. Rn. 533 BVerwG, 2017⁴) beeinträchtigt, ist das Verschlechterungsverbot verletzt. Befindet sich eine QK nicht in der niedrigsten Einstufung, ist auf Wasserkörper (WK)-Niveau zu prüfen, ob maßnahmenbedingte Wirkungen geeignet sind, ein Abrutschen in die nächstschlechtere Stufe auszulösen (Verletzung des Verschlechterungsverbot). Weiterhin ist zu prüfen, ob bei defizitären Zuständen maßnahmenbedingt eine Be- bzw. Verhinderung von Verbesserungsmaßnahmen zu besorgen ist (Verletzung des Zielerreichungsgebotes).

³<http://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=165446&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&occ=first&part=1>

⁴BVerwG (2017): Bundesverwaltungsgericht, Urteil zum Ausbau der Bundeswasserstraße Elbe („Elbvertiefung“) vom 09.02.17, (BVerwG 7 A 2.15)

Daher wird in diesem Kapitel betrachtet, ob sich die streckenweise Baggerung von Sedimenten zwischen Jade-km 3,0 und 50,0 insbesondere aber die Unterbringung der Sedimente auf die Unterbringungsstellen Vareler Fahrwasser II, Südreede 2, Mellumplate-Mitte, Mellumplate-Nord, Mellumplate-Nord 2, Jade-Weser sowie K01 auf die Bewirtschaftungsziele auswirken. Die Bagger- bzw. die Unterbringungsflächen sowie die Lage der betroffenen Wasserkörper können der Abbildung 41 entnommen werden.

9.6.1. Ist-Zustandsbewertung der betroffenen Wasserkörper

Für die Betrachtung möglicher Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele nach WRRL ist die Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms für die niedersächsischen Beiträge für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Ems sowie der Flussgebietseinheit Weser für den Zeitraum von 2016 bis 2021 (NLWKN 2015a und 2015b) und die dort festgelegte Ist-Zustandsbewertung verbindlich. Die aktuellen Einstufungen sind den Wasserkörpersteckbriefen der Internetplattform WasserBLiCK entnommen (WasserBLiCK 2019).

Die Tabelle 37 enthält den ökologischen und den chemischen Zustand der betroffenen Oberflächenwasserkörper (OWK) sowie den mengenmäßigen und chemischen Zustand des Grundwasserkörpers (GWK) „Jade Lockergestein links“ (DE_GB_DENI_4_2507) infolge der Baggerung im Neuen Vorhafen Wilhelmshaven. Ein Wirkungszusammenhang der Baggerungen zwischen Jade km 36 bis Jade-km 45 zum GWK „Wangerooge“ kann wegen fehlender Wirkungszusammenhänge von vorneherein ausgeschlossen werden und dieser GWK wird hier nicht weiter betrachtet. Die Lage der Wasserkörper, der Baggerschwerpunkte sowie der Unterbringungsstellen kann der Abbildung 41 entnommen werden.

Mit Blick auf das Zielerreichungsgebot sind lediglich für die beiden OWK „Küstenmeer Ems“ (DE_CW_N0.3900) und „Euhalines offenes Küstengewässer der Ems“ (DE_CW_N1_3100_01) jeweils Maßnahmen zur Vermeidung von unfallbedingten Einträgen (LAWA-Code: 35) und Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen aus anderen diffusen Quellen (LAWA-Code: 36) formuliert. Der Grundwasserkörper befindet sich bereits im Zielzustand.

9.6.2. Auswirkungsprognose

Eine ausführliche Beschreibung der Baggergutentnahme und Baggergutunterbringung kann dem Kapitel 5 entnommen werden. Grundlage für die Prüfung der WRRL-Konformität ist die Annahme, dass die zukünftigen Baggermengen sowie deren Beschaffenheit sich nicht nennenswert ändern. Dabei wird von den durchschnittlichen Mengen in Tabelle 32 und Tabelle 33 ausgegangen. Während das sandige Material aufgrund des geringen Feinkornanteils keine Belastung aufweisen kann, ist das schlickige Material mit Blick auf den Gehalt an den Nährstoffen Stickstoffverbindungen und Phosphat aufgrund der Vorgaben der GÜBAK (2009) stark erhöht. Die übrigen Schadstoffe sind i. d. R. unauffällig.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass das feinkörnige Material aus Wilhelmshaven größtenteils auf den Unterbringungsstellen Südreede 2 und Mellumplate-Nord 2 untergebracht wird. Das übrige Baggergut wird weiterhin auf den anderen Unterbringungsstellen untergebracht, wobei das Gros der Mengen jährlich zur Unterbringungsstelle K01 gebracht werden soll (vgl. Tabelle 32). Weiterhin liegt der

Auswirkungsprognose zugrunde, dass nicht ständig sondern kampagnenweise in Zeiträumen von 1 bis 3 Wochen gebaggert und untergebracht wird. Den Beurteilungen insbesondere mit Blick auf die bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten (QK) liegen die Erkenntnisse und Reichweiten von Wirkungen der jeweiligen Ausführungen in biologischen und chemischen Fachkapiteln zu Grunde.

Tabelle 37: Ist-Zustandsbewertung der betroffenen Oberflächen- und Grundwasserkörper

Qualitätskomponente		OWK, (Ident-Nummer), Kategorie Jade km Fläche	Wattenmeer Jadebusen und angren- zende Küst- enabschnit- te (DE_CW_N 2_4900_01) , NWB, km 12,0 – 0,0 u. 0,0 – km 25,0 406,2 km ²	Offenes Küstenge- wässer vor Jadebusen (DE_CW_N 1_4900_01) , NWB, km 25,0 – km 45,0 171,5 km ²	Euhalines offenes Küstenge- wässer der Ems (DE_CW_N 1_3100_01) , NWB km 44,0 – km 45,0 241,1 km ²	Küsten- meer Ems (DE_CW_ N0.3900), NWB, km 45,0 – km 50,0 1825,8 km ²	Küsten- meer Weser (DE_CW_ _N0.4000) , NWB, Unter- brin- gungsbe- reiche 291,9 km ²
Ökologie	Phytoplankton		unbefriedi- gend	mäßig	unbefriedi- gend		
	Angiospermen		nicht bewert- et	nicht bewert- et	nicht bewert- et		
	Benthische wirbellose Fauna		mäßig	mäßig	sehr gut		
	Ökologischer Zustand (gesamt)		unbefriedi- gend	mäßig	unbefriedi- gend		
Chemie	Chemischer Zustand (gesamt)		nicht gut Hg und Hg- Verbindungen	nicht gut Hg und Hg- Verbindungen	nicht gut Benzo(a)pyren Hg und Hg- Verbindungen	nicht gut Benzo(a)pyren Hg und Hg- Verbindungen	nicht gut Hg und Hg- Verbindungen
	Chemischer Zustand ohne ubiquitäre Schadstoffe		gut	gut	gut	gut	gut
Grundwasserkörper Jade Lockergestein links (DE_GB_DENI_4_2507) 1049,8 km ²		Mengen- mäßiger Zustand	gut				
		Chemischer Zustand	gut				

Für die weitere Betrachtung ist von Bedeutung, dass sich keine bewertungsrelevanten biologischen QK (maßgeblich für die Einstufung des ökologischen Zustands) in der niedrigsten Klasse befinden, siehe Tabelle 37. Im OWK „Küstenmeer Ems“ (DE_CW_N0.3900)“ sowie dem OWK „Küstenmeer Weser“ (DE_CW_N0.4000) ist für die WRRL nur noch der chemische Zustand von Relevanz (LAWA 2014).

Der chemische Zustand verfehlt in allen o. g. OWK aufgrund der ubiquitären Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber in Biota sowie in zwei OWK zusätzlich noch durch Benzo(a)pyren das Bewirtschaftungsziel. Daher sind alle benannten OWK chemisch als „nicht gut“ und damit in der niedrigsten Klasse eingestuft. Insofern gilt es zu

prüfen, ob durch die Entnahme von Sedimenten bzw. bei der Unterbringung von Sedimenten es im jeweiligen OWK zu einer weiteren Belastung der bereits überschrittenen UQN bzw. zu einer erstmaligen Überschreitung einer bisher eingehaltenen UQN kommen kann. Das Baggergut, auch die Chargen mit hohem Anteil an Ton und Schluff, hält zwar die GÜBAK (2009) Richtwerte (RW1) ein, damit ist aber nicht automatisch eine Regelkonformität nach WRRL gegeben, da die GÜBAK (2009) nicht auf Vorgaben der WRRL abstellt. Insofern ist zu prüfen, ob es z. B. durch Freisetzung der im Baggergut möglicher Weise enthaltenen relevanten Stoffe zu Verstoßtatbeständen nach WRRL kommt.

Die sogenannten Hilfsparameter (hydromorphologische, physikalisch-chemische Hilfskomponenten etc.) werden keiner eigenständigen Bewertung unterzogen. Vielmehr werden hier maßnahmenbedingte Veränderungen genutzt, um Aussagen über mögliche Verschlechterungen der bewertungsrelevanten biologischen QK treffen zu können.

Bewertung der Baggergutentnahme aus WRRL-Perspektive

Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (DE_CW_N2_4900_01)

Ökologischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch den Baggervorgang in der hier zu betrachtenden Teilstrecke des OWK und die damit verbundene Entnahme von Sediment aus der Gewässersohle sind von Art und Umfang her nicht geeignet, die zur Bewertung heranzuziehenden Parameter „Artenzusammensetzung“, „Artenhäufigkeit“ vorhabenbedingt so nachteilig zu verändern, dass eine veränderte Einstufung dieser QK im gesamten OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ zu besorgen ist. Eine Verschlechterung in die nächstniedrigere Klasse „schlecht“ würde auch ein vorhabensbedingtes Ausfallen von leit- bzw. typspezifischen Arten auf Wasserkörperviveau voraussetzen.

Chemischer Zustand: Durch die Entnahme von teilweise nährstoffbelastetem Baggergut wird der als „nicht gut“ bewertete chemische Zustand im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ nicht zusätzlich mess- und beobachtbar verschlechtert.

Zielerreichung: Im Maßnahmenprogramm sind keine Verbesserungsmaßnahmen formuliert. Insofern ergibt sich keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Offenes Küstengewässer vor Jadebusen (DE_CW_N1_4900_01)

Ökologischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch den Baggervorgang und die damit verbundene Entnahme von Sediment aus der Gewässersohle sind von Art und Umfang nicht geeignet, die zur Bewertung heranzuziehenden Parameter „Artenzusammensetzung“, „Artenhäufigkeit“ vorhabenbedingt so nachteilig zu verändern, dass eine veränderte Einstufung dieser QK im gesamten OWK „Offenes Küstengewässer vor Jadebusen“ und damit eine Verschlechterung (Abrutschen in die Klasse „unbefriedigend“) zu erwarten ist. Eine Verschlechterung in die nächstniedrigere Klasse würde auch ein vorhabenbedingtes Ausfallen von leit- bzw. typspezifischen Arten voraussetzen.

Chemischer Zustand: Durch die Entnahme von sandigem Baggergut wird der als „nicht gut“ bewertete chemische Zustand im OWK „Offenes Küstengewässer vor Jadebusen“ nicht weiter mess- und beobachtbar verschlechtert.

Zielerreichung: Im Maßnahmenprogramm sind keine Verbesserungsmaßnahmen formuliert. Insofern ergibt sich keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Euhalines offenes Küstengewässer der Ems (DE_CW_N1_3100_01)

Ökologischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch den Baggervorgang und die damit verbundene Entnahme von Sediment aus der Gewässersohle in einem äußerst kleinen Bereich in der nord-östlichen Spitze des OWK sind von Art und Umfang nicht geeignet, die zur Bewertung heranzuziehenden Parameter „Artenzusammensetzung“ und „Artenhäufigkeit“ vorhabenbedingt so nachteilig zu verändern, dass eine veränderte Einstufung der relevanten biologischen QK im gesamten OWK „Euhalines offenes Küstengewässer der Ems“ zu erwarten ist. Eine Verschlechterung in die nächstniedrigere Klasse „schlecht“ würde auch ein maßnahmenbedingtes Ausfallen von leit- bzw. typspezifischen Arten voraussetzen.

Chemischer Zustand: Durch die Entnahme von sandigem Baggergut in einem äußerst kleinen Bereich in der nord-östlichen Spitze des OWK wird der als „nicht gut“ bewertete chemische Zustand im OWK „Euhalines offenes Küstengewässer der Ems“ nicht zusätzlich mess- und beobachtbar verschlechtert.

Zielerreichung: Die Prüfung auf mögliche Behinderung der im gültigen Maßnahmenprogramm formulierten Verbesserungsmaßnahmen ergaben keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Küstenmeer Ems (DE_CW_N0.3900)

Der OWK „Küstenmeer Ems“ liegt als „Hoheitsgewässer“ (siehe auch Art 2 Abs. 1 WRRL) außerhalb der Basislinie plus einer nautischen Meile (und innerhalb der 12-Seemeilenzone). Damit ist für die Bewirtschaftungsziele in diesem Wasserkörper nur noch der „gute chemische Zustand“ relevant (LAWA 2014).

Chemischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch den Baggervorgang auf ca. 5 km Länge in der süd-östlichen Spitze dieses OWK und die damit verbundene Entnahme von sandigem Sediment aus der Gewässersohle sind von Art und Umfang nicht geeignet, den als „nicht gut“ bewerteten chemischen Zustand im OWK „Küstenmeer Ems“ zusätzlich mess- und beobachtbar zu verschlechtern.

Zielerreichung: Die Prüfung auf mögliche Behinderung der im gültigen Maßnahmenprogramm formulierten Verbesserungsmaßnahmen ergaben keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Küstenmeer Weser (DE_CW_N0.4000)

Der OWK „Küstenmeer Weser“ liegt als „Hoheitsgewässer“ (siehe auch Art 2 Abs. 1 WRRL) außerhalb der Basislinie plus einer nautischen Meile (und innerhalb der 12-Seemeilenzone). Damit ist für die Bewirtschaftungsziele in diesem Wasserkörper nur noch der „gute chemische Zustand“ relevant (LAWA 2014). Baggergutentnahmen finden in diesem OWK nicht statt, so dass es kein Wirkungszusammenhang mit diesem Vorhabenmerkmal gibt.

Grundwasserkörper Jade Lockergestein links (DE_GB_DENI_4_2507)

Der 1049,8 km² große Grundwasserkörper (GWK) grenzt unmittelbar an den Bereich Vorhafen Wilhelmshaven. Mit der Unterhaltung und Entnahme schlackiger Sedimente wird der lokale Austausch zwischen dem GWK und dem OWK verändert. Der eher theoretisch anzunehmende veränderte Eintrag von salzhaltigem Wasser des OWK in den GWK wäre äußerst lokal und insgesamt nicht geeignet, auf Niveau des GWK mess- und beobachtbare Veränderungen des Salzgehaltes auszulösen. Eine Gefährdung bzw. Verschlechterung des im guten mengenmäßigen und chemischen Zustand befindlichen Grundwasserkörpers „Jade Lockergestein links“ ist ausgeschlossen.

Bewertung der Baggergutunterbringung aus WRRL-Perspektive

Von der Baggergutunterbringung bestehen keine Wirkungszusammenhänge zum Grundwasserkörper „Jade Lockergestein links“ (DE_GB_DENI_4_2507), so dass dieser hier nicht weiter betrachtet wird

Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (DE_CW_N2_4900_01)

In diesem OWK befinden sich die (seit 2009 nicht betriebene) Unterbringungsstelle Vareler Fahrwasser II, sowie die Unterbringungsstelle Südreede 2 auf der teilweise nährstoffbelastetes schlackiges Baggergut aus dem Vorhafen Wilhelmshaven umgelagert werden.

Ökologischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch die Unterbringung sind von Art und Umfang her nicht geeignet, die zur Bewertung heranzuziehenden Parameter „Artenzusammensetzung“ und „Artenhäufigkeit“ vorhabenbedingt so nachteilig zu verändern, dass eine veränderte Einstufung der biologischen QK im gesamten OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ und damit eine Verschlechterung (in die Klasse „schlecht“) zu erwarten ist. Eine Verschlechterung in die nächstniedrigere Klasse würde auch ein vorhabensbedingtes Ausfallen von leit- bzw. typspezifischen Arten auf Wasserkörperrniveau voraussetzen.

Chemischer Zustand: Wegen der unauffälligen Belastung des Baggergutes vor allem aber aufgrund der Tatsache, dass das Material innerhalb des OWK umgelagert wird (damit werden keine Stoffe zusätzlich in den OWK eingetragen), besteht mit der Unterbringung dieses Materials keine Gefahr, bereits nicht eingehaltene UQN im OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“, insbesondere Quecksilber in Biota auf Wasserkörperrniveau weiter mess- und beobachtbar zu verschlechtern.

Zielerreichung: Im Maßnahmenprogramm sind keine Verbesserungsmaßnahmen formuliert. Insofern ergibt sich keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Offenes Küstengewässer vor Jadebusen (DE_CW_N1_4900_01)

In diesem OWK liegen die Unterbringungsstellen Mellumplate-Mitte, Mellumplate-Nord, Mellumplate-Nord 2, welche mit sandigem, teilweise aber auch feinkörnigem Baggergut aus ein und demselben OWK aber auch aus dem benachbarten OWK „Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte“ befüllt wird.

Ökologischer Zustand: Die insgesamt festgestellten Auswirkungen durch die Unterbringung sind von Art und Umfang nicht geeignet, die zur Bewertung heranzuziehenden Parameter „Artenzusammensetzung“ und „Artenhäufigkeit“ vorhabenbedingt so nachteilig zu verändern, dass eine veränderte Einstufung der biologischen QK im gesamten OWK „Offenes Küstengewässer vor Jadebusen“ und damit eine Verschlechterung (Abrutschen in die Klasse „unbefriedigend“) zu erwarten ist. Eine Verschlechterung in die nächstniedrigere Klasse würde auch ein vorhabenbedingtes Ausfallen von leit- bzw. typspezifischen Arten voraussetzen.

Chemischer Zustand: Durch die Unterbringung von sandigem, teilweise aber auch feinkörnigem, nicht auffällig belastetem Baggergut wird der als „nicht gut“ bewertete chemische Zustand im OWK „Offenes Küstengewässer vor Jadebusen“ nicht weiter verschlechtert. Auch die Anteile aus anderen OWK sind wegen des Ausschlusses von Belastungen im sandigen aber auch in den feinkörnigen Chargen des Baggergutes nicht in der Lage die bereits nicht eingehaltene UQN, insbesondere Quecksilber in Biota weiter mess- und beobachtbar auf Wasserkörperriveau zu verschlechtern.

Zielerreichung: Im Maßnahmenprogramm sind keine Verbesserungsmaßnahmen formuliert. Insofern ergibt sich keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Euhalines offenes Küstengewässer der Ems (DE_CW_N1_3100_01)

In diesem OWK findet keine Unterbringung von Baggergut statt, so dass es keinen Wirkungszusammenhang mit diesem Vorhabenmerkmal gibt.

Küstenmeer Ems (DE_CW_N0.3900)

In diesem OWK findet keine Unterbringung von Baggergut statt, so dass es keinen Wirkungszusammenhang mit diesem Vorhabenmerkmal gibt.

Küstenmeer Weser (DE_CW_N0.4000)

Der OWK „Küstenmeer Weser“ liegt als „Hoheitsgewässer“ (siehe auch Art 2 Abs. 1 WRRL) außerhalb der Basislinie plus einer nautischen Meile (und innerhalb der 12-Seemeilenzone). Damit ist für die Bewirtschaftungsziele in diesem Wasserkörper nur noch der „gute chemische Zustand“ relevant (LAWA 2014). In diesem OWK liegt die Unterbringungsstelle „Jade Weser“. Auch die Unterbringungsstelle K01 befindet sich hier.

Chemischer Zustand: Auf K01 wird das Gros der sandigen Sedimente aus der Unterhaltung der Jade untergebracht. Die Unterbringung von ausschließlich aus benachbarten OWK stammenden sandigen Sedimenten sind insgesamt von Art und Umfang nicht geeignet, den als „nicht gut“ bewerteten chemischen Zustand im OWK „Küstenmeer Weser“ zusätzlich mess- und beobachtbar zu verschlechtern.

Zielerreichung: Im Maßnahmenprogramm sind keine Verbesserungsmaßnahmen formuliert. Insofern ergibt sich keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung von Bewirtschaftungszielen.

Zusammenfassung der Auswirkungsprognose der Baggergutentnahme und Unterbringung in der Jade und Empfehlung

Sowohl im Zusammenhang mit der Baggerung als auch mit der Baggergutunterbringung konnte gezeigt werden, dass es mit Blick auf das Verschlechterungsverbot als auch auf das Zielerreichungsgebot sowohl beim ökologischen Zustand als auch beim chemischen Zustand der Oberflächenwasserkörper sowie des mengenmäßigen und chemischen Zustand eines Grundwasserkörpers zu keiner Verletzung von Bewirtschaftungszielen kommen kann.

Mit Blick auf die Vorgaben des Abschnitts 6 der GÜBAK (2009) im Zusammenhang mit der mehrfachen Richtwertüberschreitung bzgl. der Nährstoffbelastung des schlickigen Baggergutes aus dem Neuen Vorhafen besteht die Anforderung:

„Die Vermeidung oder Verringerung von Kontaminationen in Baggergut sind von großer Bedeutung. Der Vorhabensträger, der ein Baggerprojekt ausführt, ist in der Regel nicht selbst der primäre Verursacher. Bei nennenswerten Schadstoffbelastungen des Baggerguts ergibt sich die Notwendigkeit, nach Möglichkeit deren Quellen zu identifizieren und im Rahmen von Bewirtschaftungsplänen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie darauf hinzuwirken, die Schadstoffeinträge im Flusseinzugsgebiet zu minimieren“

Zwar ist die Belastung der überwiegend feinen Sedimente im OWK Wattenmeer Jadebusen und angrenzenden Küstenabschnitten (DE_CW_N2_4900_01) mit Nährstoffen überall erhöht, dennoch wird empfohlen, die Informationen über die Belastung dieses Baggergutes mit Stickstoffverbindungen und Phosphat den für die Gewässerbewirtschaftung zuständigen Stellen weiterzuleiten.

9.7. Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)

Mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL 2008/56/EG) hat die Europäische Kommission die umweltpolitischen Anforderungen für den Schutz und die Erhaltung der Meeresumwelt in den Mitgliedsstaaten festgelegt. Die Vorgaben zur Bewirtschaftung der Meeresgewässer gemäß der MSRL sind im Wasserhaushaltsgesetz (WHG), §§ 45a ff., beschrieben. Nach § 45a (1) WHG sind die Meeresgewässer so zu bewirtschaften, dass:

1. eine Verschlechterung ihres Zustands vermieden wird und
2. ein guter Zustand erhalten oder spätestens bis zum 31. Dezember 2020 erreicht wird.

Der Geltungsbereich der MSRL erstreckt sich seewärts der Basislinie bis einschließlich der AWZ sowie in den Küstengewässern, sofern dort die Aspekte der MSRL nicht bereits durch andere Rechtsvorschriften abgedeckt sind. Die Baggerschwerpunkte sowie die Baggergutunterbringungsstellen der Jade liegen im Küstengewässer und/oder im Küstenmeer und damit im Geltungsbereich der MSRL (s. Abbildung 41).

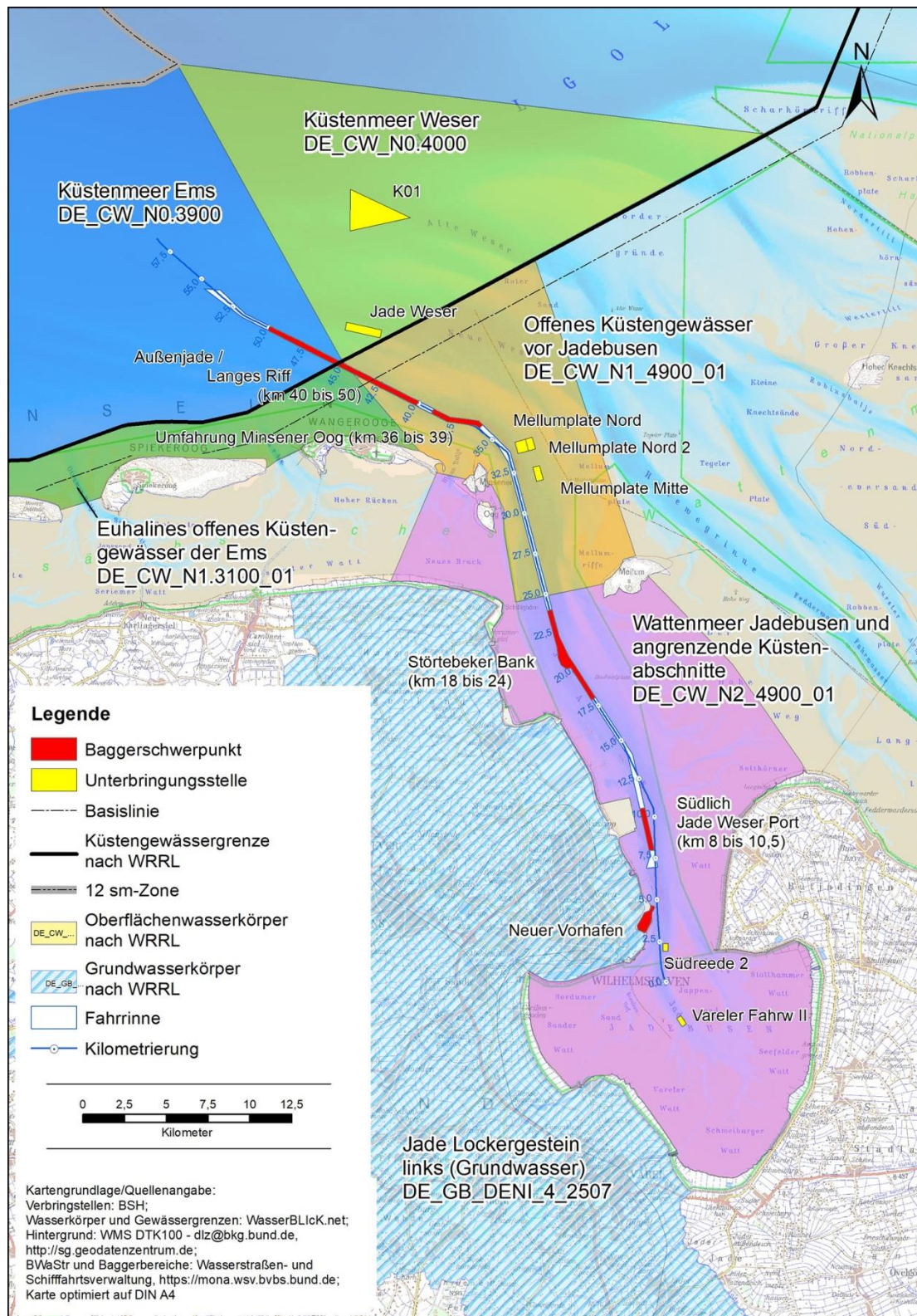


Abbildung 41: Lage der Wasserkörper sowie Lage der Jade-Bagger Schwerpunkte und Jade-Baggergutunterbringungsstellen im Küstengewässer und im Küstenmeer.

In Vorbereitung der nationalen Meeresstrategie sind eine Anfangsbewertung und die Beschreibung des guten Umweltzustandes anhand der qualitativen Deskriptoren gemäß Anhang I MSRL für die Nord- und Ostsee erstellt worden. Da der aktuelle Zustand der Meere noch nicht dem guten Umweltzustand entspricht, wurden sieben übergeordnete nationale Umweltziele zur Erreichung des guten Umweltzustands festgelegt, die jeweils durch eine Reihe operativer Ziele konkretisiert werden (BMU 2012). In 2014 wurde ein Rahmenkonzept für Überwachungsprogramme verfasst und das aktualisierte Meeresmonitoring Programm (gemäß § 45f Abs. 1 WHG zur Umsetzung von Art. 11 MSRL) liegt inzwischen vor (BMU 2019). Eine interaktive Übersicht vom Monitoringprogramm bis zum nationalen Indikator findet sich auf <http://mhb.meeresschutz.info/de/index.php/monitoring/uebersicht.html>. Die Zustandsbewertungen für die deutschen Nordsee- und Ostseegewässer wurden im Jahr 2018 aktualisiert (BMU 2018a, BMU 2018b).

Das MSRL-Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz der deutschen Nord- und Ostsee umfasst 31 Maßnahmen für den Zeitraum 2016 bis 2021, die sich auf die Reduzierung stofflicher Belastungen, Schutz der marinen Biodiversität, Reduzierung der Müllbelastung und Reduzierung von Unterwasserlärm beziehen. Nicht darin enthalten sind Maßnahmen zur Begrenzung der Schadstoffeinträge durch Flüsse in die Meeresumwelt, da diese bereits über die WRRL und die Oberflächengewässerverordnung abgedeckt sind (BMUB 2016).

Methode

Bisher liegen zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot für die Meeresgewässer nach den Maßstäben der MSRL noch keine Leitfäden, Arbeitshilfen oder gerichtliche Entscheidungen vor. Zur Prüfung ob die beschriebenen Auswirkungen der Baggerungen und Baggergutunterbringungen im Bereich der Jade den Vorgaben der MSRL entspricht, werden daher in Anlehnung an das von Mohr & Junge (2018) vorgeschlagene Prüfschema, die Auswirkungen auf die relevanten MSRL-Deskriptoren, MSRL-Umweltziele sowie der MSRL-Maßnahmen betrachtet.

Prüffrage zum **Verschlechterungsverbot** der MSRL ist, ob die Auswirkungen der Baggerungen und Baggergutunterbringung im betrachteten Bereich der Jade geeignet sind, den Zustand der Meeresgewässer bzgl. der qualitativen Deskriptoren nach Anhang I MSRL und gemessen an den Merkmalen, Belastungen und Auswirkungen gemäß Anhang III MSRL zu verschlechtern.

Für die Effekte von Baggerungen und Baggergutunterbringungen kommen prinzipiell Auswirkungen auf die Deskriptoren 1, 5, 6, 8, 9 und 11 nach Anhang I MSRL in Betracht.

D1: Die biologische Vielfalt wird erhalten. Die Qualität und das Vorkommen von Lebensräumen sowie die Verbreitung und Häufigkeit der Arten entsprechen den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen.

D5: Die vom Menschen verursachte Eutrophierung ist auf ein Minimum reduziert; das betrifft insbesondere deren negative Auswirkungen wie Verlust der biologischen Vielfalt, Verschlechterung des Zustands der Ökosysteme, schädliche Algenblüten sowie Sauerstoffmangel in den Wasserschichten nahe dem Meeresgrund.

D6: Der Meeresgrund ist in einem Zustand, der gewährleistet, dass die Struktur und die Funktion der Ökosysteme gesichert sind und dass insbesondere benthische Ökosysteme keine nachteiligen Auswirkungen erfahren.

D8: Aus den Konzentrationen an Schadstoffen ergibt sich keine Verschmutzungswirkung.

D9: Schadstoffe in für den menschlichen Verzehr bestimmten Fisch und anderen Meeresfrüchten überschreiten nicht die im Gemeinschaftsrecht oder in anderen einschlägigen Regelungen festgelegten Konzentrationen.

D11: die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.

Prüffrage zum **Zielerreichungsgebot** der MSRL ist, ob die Auswirkungen der Baggerungen und Baggergutunterbringungen im Bereich der Jade der Erfüllung der Umweltziele (§ 45 e WHG, Art. 10 MSRL) oder der Umsetzung der Maßnahmenprogramme (§ 45 h WHG, Art. 13 MSRL) entgegenstehen. Dazu erfolgt zunächst eine Betroffenheitsabschätzung der Umweltziele und Maßnahmen. Daran anschließend erfolgt eine Einschätzung, ob die prognostizierten Auswirkungen geeignet sind, die operativen Umweltziele und Umweltzielindikatoren zu gefährden oder der Umsetzung der Maßnahmen entgegenstehen.

Umweltzustand deutsche Nordsee (Ist-Zustand)

Die aktuelle Zustandsbewertung der deutschen Nordseegewässer 2018 liegt vor (BMU 2018a). Nachfolgend wird auszugsweise der Zustand bzgl. relevanter Deskriptoren aufgeführt.

Weniger als ein Prozent des Meeresbodens waren im Bewertungszeitraum 2011 bis 2016 durch Überbauung mit Offshore-Anlagen, Kabeln und Rohren sowie temporär durch die Entnahme von Sand und Kies, Fahrrinnenunterhaltung und Baggergutunterbringung in ihrer Funktion beeinträchtigt. Nach Beschluss (EU) 2017/848 der Kommission⁵ sind diese Belastungen größtenteils als physischer Verlust von Meeresboden zu werten, da sie länger als 12 Jahre andauern. Dagegen erstreckte sich die physische Belastung der Lebensräume am Meeresboden vor allem durch die Fischerei mit Grundschleppnetzen über große Flächenanteile. Keines der bewerteten benthischen Habitate in den deutschen Nordseegewässern ist in einem guten Zustand.

Großflächige Belastungen durch Eutrophierung und Schadstoffe tragen zum schlechten Zustand der marinen Lebensgemeinschaften bei. Die Nährstoffeinträge sind weiterhin zu hoch und die Bewirtschaftungsziele für Nährstoffkonzentrationen der Flüsse bei Eintritt ins Meer wurden zum Teil deutlich verfehlt. Die Schadstoffbelastung ging vor allem auf die Anreicherung mit Quecksilber, Blei und einem Vertreter polychlorierter Biphenyle in Sedimenten und Meeresorganismen zurück. Aufgrund der Persistenz dieser Stoffe werden sich die hohen Konzentrationen in der Meeresumwelt nur langsam verringern. Effekte von TBT auf die Strandschnecke *Littorina littorea* haben abgenommen und erreichen die Zielwerte.

Die Belastungen durch Unterwasserschall waren großflächig und infolge des Ausbaus der Offshore-Windenergie nahm die räumliche und zeitliche Belastung zu. Der Schiffsverkehr ist die Hauptquelle für Dauerschall der deutschen Nordseegewässer, vor allem im Bereich der Verkehrstrennungsgebiete der südlichen Deutschen Bucht.

⁵ Beschluss der (EU) 2017/848 der Kommission v. 17. Mai 2017 zur Festlegung der Kriterien und methodischen Standards für die Beschreibung eines guten Umweltzustands von Meeresgewässern und von Spezifikationen und standardisierten Verfahren für die Überwachung und Bewertung sowie zur Aufhebung des Beschlusses 2010/477/EU.

Die Populationen insbesondere von wandernden Fischarten verfehlten ihre Zielwerte. Bei den See- und Küstenvögeln waren u. a. die Beeinträchtigungen ihrer Lebensräume und Störungen Grund dafür, dass fast die Hälfte der 52 betrachteten Arten nicht in einem guten Zustand war. Kegelrobben und Seehunde befinden sich gemäß aktueller FFH Bewertung in einem guten Zustand mit Fortsetzung der positiven Entwicklung im MSRL-Bewertungszeitraum. Der Zustand der Schweinswale wird nach zugrunde liegender FFH-Bewertung als nicht gut eingestuft.

Die von Deutschland zu bewirtschaftenden Nordseeengewässer erreichen den guten Zustand bislang nicht (BMU 2018a).

Auswirkungsprognose

Die im Bereich der Jade beschriebenen Effekte (s. Kapitel 8) infolge der Baggerungen und Baggergutunterbringungen können aufgrund von Störungen und Individuenverlusten von Arten zu möglichen Auswirkungen auf Deskriptor 1 (Biologische Vielfalt) führen. Die Flächeninanspruchnahme infolge der Baggerguteinbringung führt zu Auswirkungen auf Deskriptor 6 (Integrität des Meeresbodens). Mögliche Trübungserhöhungen, Nährstofffreisetzungen, Eintrag von Schadstoffen, Bioakkumulation und Lärm können Folgen für die Deskriptoren 5 (Eutrophierung), D8 (Schadstoffe), D9 (Schadstoffe in Lebensmitteln) und D11 (Eintrag von u. a. Unterwasserlärm) nach sich ziehen. In Tabelle 38 sind die möglichen Wirkungen der Unterhaltungsmaßnahme auf die MSRL-Deskriptoren aufgeführt.

Verschlechterungsverbot

Die Topografie des Meeresbodens wird im Bereich der Unterbringungsstellen z.T. verändert und es kommt lokal zu Aufhöhungen. Durch die Baggerungen und Verbringungen werden Organismen entnommen, überschüttet und es kommt zu Individuenverlusten. Nach Beendigung der Unterhaltungsmaßnahme werden diese Bereiche wiederbesiedelt und stehen weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. Infolge von einer veränderten Korngrößenzusammensetzung an einigen Baggerstellen und Unterbringungsbereichen kann es zu Verschiebungen im Artenspektrum kommen. Aufgrund der natürlichen Dynamik und der zügigen Wiederbesiedlung werden die Veränderungen des Meeresbodens als physikalische Störung eingestuft⁶.

Die Benthosuntersuchungen zeigen an drei Unterbringungsstellen Hinweise auf Wirkungen der Baggergutunterbringung. An den übrigen Unterbringungsbereichen sind nur relativ schwache bzw. keine erkennbaren Hinweise auf Beeinträchtigungen der Benthosfauna festgestellt worden. Insgesamt sind die Wirkungen kleinräumig und betreffen nur einen geringen flächenmäßigen Anteil der Gesamtbesiedelung des Sublitorals der Jade. Für Fische sind Auswirkungen auf der Ebene von Individuen zu erwarten, jedoch keine nachweisbaren Veränderungen für Bestände. Aufgrund der ausreichenden Entfernung der Bagger- und Unter-

⁶ Gemäß Beschluss der (EU) 2017/848 werden als physische Verluste dauerhafte Veränderungen des Meeresbodens bezeichnet, wenn sie bereits seit zwei Berichtszyklen (12 Jahre) oder länger anhalten oder voraussichtlich über zwei Berichtszyklen (12 Jahre) oder länger anhalten werden. Physikalische Störungen gelten als Veränderungen des Meeresbodens, von denen sich dieser wieder erholen kann, wenn die Aktivität, die die Belastung verursacht, eingestellt wird.

bringungsflächen (> 250 m) zu den Liegeplätzen von Seehunden und Kegelrobben sind Vergrünungen dort unwahrscheinlich. Relevante Störungen von Meeressäugern infolge der Schallemissionen von Baggerschiffen sind durch das Vorhandensein ausreichender Ausweichflächen unwahrscheinlich. Auch ist für die Tiere nicht mit einem vorhabenbedingt erhöhten Tötungsrisiko durch Schiffskollisionen mit den langsam fahrenden Baggerschuten auszugehen. Nachteilige Auswirkungen für Vögel und Meeressäuger infolge von Trübung und Nahrungsverfügbarkeit sind unwahrscheinlich.

Tabelle 38: Wirkfaktoren und Potenzielle Auswirkungen der Bagger- und Baggergutunterbringungsmaßnahme auf die MSRL-Deskriptoren.

Deskriptor	Wirkfaktor/Konflikt	Auslöser	Potenzielle Auswirkung
Deskriptor 1: Artengruppen Vögel, Säugetiere, Fische und Kopffüßer	Kollision, Trübungsfahne, Überdeckung, Entnahme, Schädigung/Tötung von Organismen, Scheuchwirkung	Schiffsverkehr, Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	Beeinträchtigung o. Schädigung der Säugetiere, Fische, Vögel; Verringerung der Lebensraumqualität
Deskriptor 1: Pelagische Lebensräume	Trübungsfahne, Überschüttung, Scheuchwirkung	Schiffsverkehr, Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	(Temporäre) Verringerung der Lebensraumqualität
Deskriptoren 1 und 6: Benthische Lebensräume	Sedimentabtrag, Sedimentation, Überschüttung	Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	Verringerung der Lebensraumqualität, Lebensraumveränderungen, Lebensraumverlust, Schädigung von Benthosorganismen u. Fischen
Deskriptoren 1 und 4: Ökosysteme einschließlich Nahrungsnetze	Trübungsfahne, Überschüttung	Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	Verringerung der Lebensraumqualität,
Deskriptor 5: Eutrophierung	Freisetzung von Nährstoffen, Sauerstoffzehrung, Einfluss auf Phytoplanktonwachstum	Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	Verringerung der Lebensraumqualität
Deskriptor 8: Schadstoffe in der Umwelt	Eintrag/Freisetzung von Schadstoffen	Sedimententnahme (Baggerung), Baggergutunterbringung	Verringerung der Lebensraumqualität, Biologische Schadstoffeffekte, Schädigung von Biota
Deskriptor 9: Schadstoffe in Lebensmitteln	Bioakkumulation	Eintrag/Freisetzung von Schadstoffen, Nahrungskette	Verringerung der Lebensraumqualität, Biologische Schadstoffeffekte, Schädigung von Tieren
Deskriptor 11: Einleitung von Energie	Lärmemission	Schiffsverkehr	Verringerung der Lebensraumqualität, Beeinträchtigung der Säugetiere, Fische, Vögel

Infolge der Unterhaltungsmaßnahme sind keine signifikanten Auswirkungen auf die Sauerstoff-, Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentrationen in der Jade zu erwarten.

Für die Baggerschwerpunkte werden keine Änderungen der Schadstoffkonzentrationen prognostiziert. Aufgrund geringer Schadstoffgehalte des Jade-Fahrwassers ist an den Unterbringungsstellen und ihrer Umgebung keine Verschlechterung der Sedimentqualität zu erwarten.

Die prognostizierten Auswirkungen der Unterhaltungsmaßnahme lassen keine Belastungszunahme die zu einer Verschlechterung des Zustands der Nordsee führt erwarten.

Zielerreichungsgebot

Die Auswirkungen der Baggerungen und Baggergutunterbringung im Bereich der Jade können prinzipiell zu Konflikten mit den folgenden operativen Zielen der MSRL führen:

- > Schadstoffkonzentrationen in der Meeresumwelt und die daraus resultierenden Verschmutzungswirkungen sind zu reduzieren und auf einen guten Umweltzustand zurückzuführen.
- > Nährstoffe über Ferneinträge aus anderen Meeresgebieten sind zu reduzieren.
- > Lärmeinträge infolge kontinuierlicher, insbesondere tieffrequenter Breitbandgeräusche haben räumlich und zeitlich keine nachteiligen Auswirkungen, wie z. B. signifikante (erhebliche) Störungen (Vertreibung aus Habitaten, Maskierung biologisch relevanter Signale etc.) und physische Schädigungen der Meeresorganismen. Da die Schifffahrt die kontinuierlichen Lärmeinträge dominiert, sollte als spezifisches operationales Ziel die Reduktion des Beitrags von Schiffsgeräuschen an der Hintergrundbelastung avisiert werden.
- > Die Summe der physischen Eingriffe hat keine dauerhaften Veränderungen der hydrografischen Bedingungen in den betroffenen Meeres- und Küstengewässern mit nachteiligen Auswirkungen auf die Meeresumwelt zur Folge. Physische Eingriffe sind z. B. die Errichtung von Bauwerken wie Brücken, Sperrwerke, Wehre, Windkraftanlagen, die Verlegung von Pipelines und Kabeln sowie der Ausbau von Fahrrinnen.
- > Veränderung der Habitate und insbesondere der Lebensraumfunktionen (z. B. Laich-, Brut- und Futterplätze oder Wander-/Zugwege von Fischen, Vögeln und Säugetieren) aufgrund anthropogen veränderter hydrografischer Gegebenheiten führen allein oder kumulativ nicht zu einer Gefährdung von Arten und Lebensräumen bzw. zum Rückgang von Populationen.

Aufgrund der in den Fachkapiteln beschriebenen allenfalls geringfügigen Folgen der Baggerungen und Baggergutunterbringung, sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die Umweltzielindikatoren zu erwarten.

Fazit

Da die beschriebenen Auswirkungen kleinräumig, temporär und sich innerhalb der natürlichen Variabilität bewegen, ist eine Belastungszunahme, die zu einer Verschlechterung des Zustands der deutschen Nordsee führt, infolge der Unterhaltungsmaßnahme in der Jade nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Die in den Fachkapiteln beschriebenen allenfalls geringfügigen Auswirkungen der Baggerungen und Baggergutunterbringungen sind nicht geeignet sich nachteilig auf die Umweltzielindikatoren auszuwirken.

Insgesamt sind keine signifikant nachteiligen Auswirkungen infolge der Unterhaltungsmaßnahme auf die MSRL-Umweltziele zu erwarten.

Die Betrachtung auf mögliche Erschwerung der im gültigen Maßnahmenprogramm (BMUB 2016) formulierten Verbesserungsmaßnahmen ergeben keine maßnahmenbedingte Be- oder Verhinderung.

10. Abschließende Beurteilung der Auswirkungen (Fazit)

In Tabelle 39 sind die in den vorangehenden Fachkapiteln ausführlich beschriebenen umlagebedingten Auswirkungen zusammenfassend für die in Tabelle 32 dargestellten Unterbringungsmengen dargestellt.

Tabelle 39: Übersicht möglicher vorhabenbedingter Auswirkungen.

Fachkapitel	Baggerbereich	Unterbringungsstellen
Hydrologie und Salzgehalte	Keine Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Sedimenthaushalt / Hydromorphologie/	Geringe Auswirkungen auf die Schwebstoffkonzentration (lokale, auf den unteren Bereich der Wassersäule beschränkte, geringe und kurzzeitige Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen bei schluffigen und noch feineren Sedimentanteilen)	<p>Geringe Auswirkungen auf die Morphologie:</p> <p>K01: Fortgesetzte, dauerhafte Vergrößerung des Ablagerungskörpers</p> <p>Jade-Weser: Geringe Volumenzunahme; Vergrößerung, d. h. höherer Anteil von Mittel und Grobsanden im Vergleich zu Sedimentinventar unmittelbar benachbarter und nicht mit Baggergut beaufschlagter Flächen</p> <p>Mellumplate Mitte: Im Fall einer sehr intensiven Nutzung, vor allem mit NB Baggergut, kann eine weitere Verkleinerung der Transportkörperstrukturen und fortgesetzte Auflandung im Bereich der Unterbringungsstelle nicht ausgeschlossen werden</p> <p>Mellumplate Nord 2: Weiterhin anhaltende und gegenüber der Umgebung erkennbare Verfeinerung der Gewässersohle; weiterhin starke und dauerhafte Auflandung im Bereich der Unterbringungsstelle</p> <p>Südreede 2: Langfristig gesehen jährliches Anwachsen der Gewässersohle um wenige Zentimeter</p>

Fachkapitel	Baggerbereich	Unterbringungsstellen
		<p>Keine Auswirkungen auf die Morphologie: Mellumplate Nord, Vareler Fahrwasser II</p> <p>Keine Auswirkungen auf die Schwebstoffgehalte: NB Baggergut</p> <p>Geringe Auswirkungen auf die Schwebstoffgehalte: BOB Baggergut (Auswirkungen vor allem auf die sohnnahen Schwebstoffgehalte möglich. Anhaltend erhöhte Schwebstoffkonzentrationen können nicht ausgeschlossen werden, falls auf einer Unterbringungsstelle in kurzen Zeitabständen mehrere Entladevorgänge stattfinden)</p>
Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton	Keine bis sehr geringe Auswirkungen (die Art der Auswirkungen entspricht den bei den Unterbringungsstellen genannten, nur in deutlich geringerem Ausmaß)	Keine bis sehr geringe Auswirkungen (erhöhte Trübung, Nährstoffeintrag, erhöhte Sauerstoffzehrung, verändertes Algenwachstum)
Schadstoffe	Keine Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Ökotoxikologie	Keine Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Makrozoobenthos	Deutliche Auswirkungen (Vertreibung, Tötung, Verfrachtung von Individuen; nach Störungen Wiederbesiedlung)	<p>Schwache Hinweise auf die Wirkung von Unterbringungsaktivitäten: K01, Jade-Weser, Mellumplate Nord, Vareler Fahrwasser II</p> <p>Hinweise auf die Wirkung von Unterbringungsaktivitäten: Mellumplate Nord 2, Mellumplate Mitte, Südreede 2</p>
Fische	Sehr geringe Auswirkungen (Ausweichen, Überdeckung, Kiemenschäden einzelner Individuen, Änderung der Besiedlungsstruktur durch Habitatveränderungen)	Sehr geringe Auswirkungen (Ausweichen, Überdeckung, Kiemenschäden einzelner Individuen, Änderung der Besiedlungsstruktur durch Habitatveränderungen)
Meeressäuger	Sehr geringe Auswirkungen (Vergrämungen einzelner Individuen)	Sehr geringe Auswirkungen (Vergrämungen einzelner Individuen)

Fachkapitel	Baggerbereich	Unterbringungsstellen
Avifauna	Sehr geringe Auswirkungen (Vergrämungen einzelner Individuen, reduzierter Jagderfolg einzelner Individuen optisch jagender Arten)	Sehr geringe Auswirkungen (Vergrämungen einzelner Individuen, reduzierter Jagderfolg einzelner Individuen optisch jagender Arten)
Vegetation	Keine Auswirkungen	Keine Auswirkungen
Natura 2000	Keine erhebliche Beeinträchtigung von Natura 2000-Gebieten	Keine erhebliche Beeinträchtigung von Natura 2000-Gebieten
Nationale Schutzgebiete	Kein Verstoß gegen Verbote der Schutzgebietsverordnungen	Kein Verstoß gegen Verbote der Schutzgebietsverordnungen
Gesetzlich geschützte Biotope	Keine Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung von gesetzlich geschützten Biotopen	Keine Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung von gesetzlich geschützten Biotopen
Besonderer Artenschutz	Keine Erfüllung von Verbotstatbeständen nach § 44 (1) BNatSchG	Keine Erfüllung von Verbotstatbeständen nach § 44 (1) BNatSchG
Eingriffsregelung	Keine erhebliche Beeinträchtigung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder des Landschaftsbilds	Keine erhebliche Beeinträchtigung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder des Landschaftsbilds
WRRL	Keine Relevanz für Bewirtschaftungsziele	Keine Relevanz für Bewirtschaftungsziele
MSRL	Keine Relevanz für Bewirtschaftungsziele	Keine Relevanz für Bewirtschaftungsziele

11. Empfehlungen

11.1. Vermeidung und Minimierung von Auswirkungen

In Tabelle 40 werden Empfehlungen zur Vermeidung bzw. Verringerung von negativen Auswirkungen der Baggertätigkeiten und der Baggergutunterbringung gegeben.

Tabelle 40: Empfehlungen zur Vermeidung bzw. Minimierung von negativen bagger- bzw. unterbringungsbedingten Effekten.

Ort/Aktivität	Empfehlung
Alle Umlagerungsflächen	<p>Innerhalb von Umlagerungsflächen beaufschlagte Teilareale sollten frühestens nach einigen Wochen bis Monaten gewechselt werden. Durch diese Maßnahme können die Beeinträchtigungen von Fischen minimiert werden.</p> <p>Es ist anzuraten Baggervorhaben hauptsächlich im Winter bei geringen Wassertemperaturen ($< 12^{\circ}\text{C}$) und hohen Sauerstoffgehalten ($> 6 \text{ mg/L}$) durchzuführen. So können Beeinflussungen des Sauerstoffhaushalts in der Wassersäule auf Grund einer dann verlangsamten Sauerstoffzehrung abgemildert werden. Ebenso ist im Winter das Phytoplankton wenig aktiv, so dass mögliche Beeinträchtigungen der Algen auf Grund einer erhöhten Lichtlimitierung wenig wirksam werden.</p> <p>Um sicher Bedingungen für dauerhaft erhöhte Schwebstoffkonzentrationen ausschließen zu können, sollten nicht mehr als drei oder höchstens vier Umläufe pro Tag mit BOB Baggergut auf einer Stelle verbracht werden.</p>
Baggerschiffverkehr	<p>Der Baggerschiffverkehr sollte sich immer auf den gleichen Routen, mit möglichst konstanter Geschwindigkeit und nicht schneller als mit 14 kn bewegen, so dass sich bei Robben und Vögeln Gewöhnungseffekte einstellen können und dadurch das Kollisionsrisiko minimiert wird. Grundsätzlich sollten Annäherungen an Vögel und Meeressäuger, die sich auf bzw. im Wasser oder an Land aufhalten, vermieden werden.</p>
Zuweisung/Nutzung von Unterbringungsstellen	<p>Zuweisung/Nutzung von Unterbringungsstellen zur abschließlichen und jeweils getrennten Unterbringung von WSV-Baggermaterial und dem Baggergut Dritter, um jeweils eigene Genehmigungsverfahren sowie Verantwortlichkeiten im Zuständigkeitsbereich des jeweiligen Vorhabenträgers zu erhalten.</p>

Ort/Aktivität	Empfehlung
Unterbringungstellen Vareler Fahrwasser II und Mellumplatte Nord 2	<p>Von einer potentiellen künftigen Verbringung auf die Unterbringungstellen Vareler Fahrwasser II sollte möglichst abgesehen werden, da die auf der Unterbringungsstelle vorkommenden Art <i>Actinaria</i> indet. sensibel gegenüber Umlagerungen ist.</p> <p>Die Umlagerung von bindigem Baggergut auf der Unterbringungsstelle Mellumplatte Nord 2 sollte nicht erfolgen, um das MZB nicht weiter zu schädigen.</p>

11.2. Information der zuständigen Behörden

Mit Blick auf die Vorgaben des Abschnitts 6 der GÜBAK (2009) im Zusammenhang mit der mehrfachen Richtwertüberschreitung des schlickigen Baggergutes aus dem Vorhafen Wilhelmshaven besteht die Anforderung:

„Die Vermeidung oder Verringerung von Kontaminationen in Baggergut sind von großer Bedeutung. Der Vorhabensträger, der ein Baggerprojekt ausführt, ist in der Regel nicht selbst der primäre Verursacher. Bei nennenswerten Schadstoffbelastungen des Baggergutes ergibt sich die Notwendigkeit, nach Möglichkeit deren Quellen zu identifizieren und im Rahmen von Bewirtschaftungsplänen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie darauf hinzuwirken, die Schadstoffeinträge im Flusseinzugsgebiet zu minimieren“

Zwar ist die Belastung der überwiegend feinen Sedimente im OWK Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küstenabschnitte (DE_CW_N2_4900_01) mit Nährstoffen überall erhöht, dennoch wird empfohlen, die Informationen über die Belastung dieses Baggergutes mit Stickstoffverbindungen und Phosphat den für die Gewässerbewirtschaftung zuständigen Stellen weiterzuleiten.

11.3. Überwachungsprogramm

Da keine Änderungen der Unterhaltungspraxis geplant sind, bestehen keine bewertungsrelevanten Unsicherheiten hinsichtlich zukünftig veränderter Auswirkungen, welche ein spezielles Überwachungsprogramm erforderlich machen würden.

Insofern erscheint die nach GÜBAK (2009) vorgesehene Wiederholungsuntersuchung nach drei bis fünf Jahren ausreichend zu sein. Eine frühere Wiederholungsuntersuchung wäre nach GÜBAK (2009) vorzusehen, wenn in der Unterbringungspraxis Änderungen eintreten würden (Menge und Art des Baggerguts, Art der Ablagerung usw.).

12. Abkürzungsverzeichnis

ADCP	Accoustic Current Doppler Profiler
AFTG	aschefreies Trockengewicht
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BLMP	Bund/Länder-Messprogramm
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (früher BMUB Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit)
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (früher BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwick- lung)
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BOB	Bindiger Oberboden
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
DDD	Dichlordiphenyldichlorethan
DDE	Dichlordiphenyldichlorethen
DE	Deutschland
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DMS	Dauermessstelle
EG	Europäische Gemeinschaft
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Europäische Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
GÜBAK	Gemeinsame Übergangsbestimmung zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern
FGE	Flussgebietseinheit
HABAK	Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut Küste
HCH	Hexachlorcyclohexan
Hg	Quecksilber
Hs	signifikante Wellenhöhe (Mittel des oberen Drittels der Wellenhö- hen)
IBP	Integrierter Bewirtschaftungsplan
LAWA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LF	Leitfähigkeit
LRT	Lebensraumtyp
MoNa	Monitoring Nassbaggerarbeiten

MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
MThw	mittleres Tidehochwasser
MTNW	mittleres Tideniedrigwasser
N	Stickstoff
NAGBNatSchG	Niedersächsischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz
NB	Nicht-bindig
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NHN	Normalhöhennull
NH4-N	Ammoniumstickstoff
NN	Normalnull
NSG	Naturschutzgebiet
nTHW	niedrigstes Tidehochwasser
nTNW	niedrigstes Tideniedrigwasser
NWattNPG	Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“
NWB	Natural Waterbody
O ₂	Sauerstoff
OWK	Oberflächenwasserkörper
P	Phosphor
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PSU	Salzgehaltsmaß “practical salinity unit” (1‰ Salzgehalt ~ 1 psu)
pT-Wert	potentia toxicologiae = toxikologischer Exponent
QK	Qualitätskomponente
SPM	Suspended Particulate Matter
SKN LAT	Seekartennull (SKN), lowest astronomical tide (LAT)
TBT	Tributylzinn
TMAP	Trilateral Monitoring and Assessment Program
TOC	total organic carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
TS	Trockensubstanz
UQN	Umweltqualitätsnorm
vEbbe	Ebbestromgeschwindigkeit
vFlut	Flutstromgeschwindigkeit
VSchRL	Vogelschutzrichtlinie
WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WK	Wasserkörper
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung

13. Literaturverzeichnis

- Adolph, W. (2010): Praxistest Monitoring Küste 2008. Seegraskartierung - Gesamtbestandsfassung der eulitoralen See grasbestände im Niedersächsischen Wattenmeer und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Äst uare 2/2010, 52 S.
- Andreasen H., Ross S.D., Siebert U., Andersen N.G., Ronnenberg K., Gilles A. (2017): Diet composition and food consumption rate of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic Sea. *Marine Mammal Science* 33 (4), S. 1053-1079.
- Bach, L. (1997): Untersuchung an Seehunden im Gebiet des „Wurster Armes“ in Bezug auf die Verklappungen von Baggergut aus den Häfen in Bremerhaven – Teil 1: Bericht zu den durchgeführten Felduntersuchungen und der Auswertung von Flugzählungen. Im Auftrag des Hansestadt Bremischen Amtes Bremerhaven, Bremen, 22 S.
- Baltzer J., Schaffeld T., Ruser A., Wölfling B., Stührk P., Siebert U. (2018): 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. Büsum, 34 S.
- BAW (2006): Auswirkungen des JadeWeserPorts auf die Tide- und Morphodynamik der Jade, Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg, abrufbar unter <https://izw.baw.de/publikationen/pianc/0/2006-37.pdf> . [11.12.2019].
- BAW (2015): BAWBildatlas. Ergebnisse aus KLIWAS und KLIMZUG Nord. Band 1: Sensitivitätsstudien zum Meeresspiegelanstieg in den Ästuaren Elbe, Jade-Weser und Ems. Hrsg.: Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, 202 S.
- Behrends B., Dittmann S., Liebezeit G., Kaiser M., Knoke V., Petri G., Rahmel J., Roy M., Scheiffahrt G., Wilhelmsen U. (2004): Gesamtsynthese Ökosystemforschung Wattenmeer. Zusammenfassender Bericht zu Forschungsergebnissen und Systemschutz im deutschen Wattenmeer. UBA-Texte 03/04. Forschungsbericht 29685905 im Auftrag des Umweltbundesamtes, 503 S.
- BfG (1999): Bagger- und Unterbringungsstellenuntersuchungen in der Außenweser. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-Bericht 1146. 78 S. + Anhang.
- BfG (2003): Bagger- und Unterbringungsstellenuntersuchungen in der Jade. Bundesanstalt für Gewässerkunde und Wasser- und Schifffahrtsamt Wilhelmshaven. BfG-Bericht 1349. Koblenz, 104 Seiten + Anhang.
- BfG (2011): BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“ - Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluat en und Porenwässern, Koblenz, 11 S.
- BfG (2013): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Unterbringungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhör n, BfG-Bericht 1775, Koblenz, 280 S.

- BfG (2017): Sedimentmanagementkonzept Tideems. Gutachten im Auftrag des WSA Emden, BfG-Bericht 1944, Koblenz, 225 S.
- BfG (2019): Aktualisierung der Auswirkungsprognose zur Baggergutverbringung in die Nordsee (Stelle Tonne E3), BfG-Bericht 1984, Koblenz.
- BfN (2019): Bundesamt für Naturschutz: Die Lebensraumtypen und Arten (Schutzobjekte) der FFH- und Vogelschutzrichtlinie <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten.html>. [10.08.2019].
- BioConsult & Universität Bremen (1998): Faunistische Erhebungen im Bereich der WSV-Klappstellen in der Außenweser. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz, 172 S. + Anhang.
- BioConsult (2001a): HABAK Jade, Untersuchungen zum Makrozoobenthos. Gutachten i. A. der Bundesanstalt für Gewässerkunde.
- BioConsult (2001b): Fischereibiologische Untersuchungen zur Baggergutverbringung in der Jade. Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 48 S. + Anhang.
- BioConsult (2010): Marine Landschaftstypen der deutschen Nord- und Ostsee. F+E-Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN). 58 S. + Anhänge.
- BMU (2012): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU (2018a): Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach 13 § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU (2018b): Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach 13 § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.
- BMU (2019): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Aktualisierung der Überwachungsprogramme (Meeresmonitoring) gemäß § 45 f Abs. 1 WHG zur Umsetzung von Art. 11 MSRL. Teil A: Monitoring-Rahmenkonzept. Entwurf.
- BMUB (2016): MSRL-Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz der deutschen Nord- und Ostsee. Bericht gemäß § 45h Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes. 128 S.
- BMVI (2015): Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Leitfaden Umweltbelange bei der Unterhaltung von Bundeswasserstraßen. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bonn, 109 S.
- Brasseur S.M.J.M., Aarts G.M., Kirkwood R.J. (2014): Habitat quality for grey seals in the Dutch Wadden Sea, IMARES, 77 S.
- Brasseur S., Czeck R., Galatius A., Jensen L.F., Jeß A., Körber P., Siebert U., Teilmann J., Klöpffer S. (2015): Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2014-2015, 3 S.

- BSH (2019): Zweiter Entwurf Umweltbericht zum Entwurf des Flächenentwicklungsplans 2019 für die Nordsee, Hamburg.
- Buchanan, J. B. (1984): Sediment Analysis. In: Holme, N. A. & A. D. McIntyre: Methods for the Study of Marine Benthos. IBP-Handbook 16. Blackwell Scientific Publications, Oxford, S. 41 - 65.
- Burns, J.J. (2009): Harbor Seal and Spotted Seal. In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. (Hrsg.): Encyclopedia of marine mammals, 2nd ed, S. 533 - 542.
- Ceia, F. R., Patrício, J., Franco, J., Pinto, R., Fernández-Boo, S., Losi, V., Marques, J. C., Neto, J. M., (2013): Assessment of estuarine macrobenthic assemblages and ecological quality status at a dredging site in a southern Europe estuary. Ocean Coastal Management 72, S. 80 - 92.
- Dänhardt, A. (2015): Die Meeresfische in der Jade. In: Oldenburger Landesverein für Geschichte, Natur- und Heimatkunde e. V. (OLV) & Biologische Schutzgemeinschaft Hunte-Weser-Ems e. V. (BSH) (Hrsg.): Die Jade – Flusslandschaft am Jadebusen. Landes- und naturkundliche Beiträge zu einem Fluss zwischen Moor, Marsch und Meer. Isense Verlag Oldenburg, S. 196 - 205.
- 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 16, 111 S.
- Dehnhardt, G. (2001): Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (*Phoca vitulina*). Science 293, S. 102 - 104.
- Deprez, M., Duhamel, S. (1993): Comparison of impact of gravel extraction on geomorphology, sediment and macrofauna in two areas: Klaverbank (NL) and Dieppe (F). ICES CM 1993/E: 7, Anhang VII, S. 51 - 67.
- Desprez, M., 2000. Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the Eastern English Channel: short- and long-term post-dredging restoration. ICES J. Mar. Sci. 57, S. 1428 - 1438.
- DeRuiter, S.L., Hansen, M., Koopman, H.N., Westgate, A.J., Tyack, P.L., Madsen, P.T. (2010): Propagation of narrow-band-high-frequency clicks: Measured and modeled transmission loss of porpoise-like clicks in porpoise habitats. The Journal of the Acoustical Society of America 127, S. 560 - 567.
- DLR (2005): Measurement of Sediment Transport at the Buoy E3 Dredged Material Disposal Site, German Bight, North Sea. Dredging Research Ltd. Hamburg: Hamburg Port Authority.
- Dolch, T., Folmer, E.O., Frederiksen, M. S., Herlyn, M., van Katwijk, M. M., Kolbe, K., Krause-Jensen, D., Schmedes, P. & Westerbeeck, E.P. (2017): Seagrass. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper, S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven. Germany.

- Dörjes, J., Gadow, S., Reineck, H.-E., Singh, I. B. (1969): Die Rinnen der Jade (Südliche Nordsee). Sedimente und Makrozoobenthos. - *Senckenbergiana maritima* 1/50, S. 5-62.
- Drachenfels, O. v. (2016): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Juli 2016. – Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen, Hannover, 326 S.
- Essink K. (1999): Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5, S. 69 - 80.
- Fisher, T. et al. (1988): Phytoplankton, nutrients, and turbidity in the Chesapeake, Delaware, and Hudson estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 27 (1), S. 61 - 93.
- Freyhof, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (1), S. 291 - 316.
- Garve, E. (2004): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 5. Fassung vom 1.3.2004. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen* 24 (1), Hannover, S.1 - 76.
- Gedeon K., Grüneberg C., Mitschke A., Sudfeldt C., Eikhorst W., Fischer S., Flade M., Frick S., Geiersberger I., Koop B., Kramer M., Krüger T., Roth N., Ryslavy T., Stübing S., Sudmann S.R., Steffens R., Vökler F., Witt K. (2014): Atlas deutscher Brutvogelarten. Atlas of German breeding birds. Münster, Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, 800 S.
- Gewässerbewertung (2019): https://www.gewaesserbewertung.de/index.php?article_id=76&clang=0. [10.07.2019].
- Gilles A., Herr H., Lehnert K., Scheidat M., Kaschner K., Sundermeyer J., Westerberg U., Siebert U. (2007): Forschungsverbund MINOSplus – Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen. Teilvorhaben 2 – Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee. Schlussbericht, 160 S.
- Gilles A., Andreasen H., Müller S., Siebert U. (2008): Nahrungsökologie von marinen Säugertieren und Seevögeln für das Management von NATURA 2000 Gebieten. Teil: Marine Säugertiere. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz F + E Vorhaben FKZ: 805 85 018. Büsum, 82 S.
- Götschenberg, A. & Kahlfeld, A. (2008): The Jade. Die Küste, 74 ICCE, S. 263 - 274.
- Grémillet D., Nazirides T., Nikolaou H., Crivelli A.J. (2012): Fish are not safe from great cormorants in turbid water. *Aquatic Biology* 15 (2), S.187 - 194.
- Guse, N., Witte, K., Markones, N., Borkenhagen, K., Scheiffarth, G., Garthe, S. (2018): Aktuelle Verbreitung, Bestände und Trends von Seevögeln auf See im Offshore-Bereich des niedersächsischen Küstenmeers und des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 46, S. 1 - 69.

- GÜBAK (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zwischen der BRD, vertreten durch das BMVBS; der Freien Hansestadt Bremen, vertreten durch den Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa; der Freien und Hansestadt Hamburg, vertreten durch die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt; des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz; des Landes Niedersachsen, vertreten durch das Ministerium für Umwelt und Klimaschutz; des Landes Schleswig-Holstein, vertreten durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern, 39 S.
- Gutperlet, R., Capperucci, R. M., Bartholomä, A., Kröncke, I. (2015): Benthic biodiversity changes in response to dredging activities during the construction of a deep-water port. *Marine Biodiversity* 45, S. 819 - 839.
- HABAK-WSV (1999): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich; 2. Überarbeitete Fassung. Erstellt von der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Auftrag des BMVBW; BfG-Bericht 1100, Koblenz, 49 S.
- Hall, A., Thompson, D. (2009): Gray Seal. In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. (Hrsg.): *Encyclopedia of marine mammals*, 2nd ed., S. 500 – 503.
- HMT (2012): *Monitoring Nassbaggerei – MoNa. Anwenderhandbuch Berechnungsgrundlagen*, Hahlbrock Marine Technologie HMT, Hamburg.
- HR Wallingford Ltd. (2017): *Dredge Disposal Plume Monitoring - Sediview Survey: Buoy E3 Dredged Material Disposal Site*. HR Wallingford Ltd.
- Hüppop O., Garthe S., Hartwig E., Walter U. (1994): Fischerei und Schiffsverkehr: Vorteil oder Problem für See- und Küstenvögel. In: *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Hrsg: Lozán J. L., Rachor E., Reise K., von Westernhagen H. und Lenz W. Berlin, Blackwell, S. 278 - 285.
- IBL (2019): Einbringen von Baggergut in das Jadesystem auf die WSV-Unterbringungsstellen – Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Fachbeiträge zur Eingriffsregelung nach § 14 ff. BNatSchG, zum Artenschutz nach § 44 Abs. 1 BNatSchG, zur Verträglichkeit von Projekten nach § 34 BNatSchG sowie zur Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 44 i. V. m. § 27 WHG zur Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 45a WHG. Auftraggeber: JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co. KG. 56. S.
- ICES (2014): *ICES Dataset on Ocean Hydrography*. The International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- IMP (2019): *Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Erlaubnisantrag für die Einbringung von Baggergut aus dem Unterhaltungsbereich des JadeWeserPorts in die Jade*. Bericht Nr. 383. Auftraggeber: JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co. KG. 46. S.
- Institut Dr. Nowak (2015a): *Unterhaltungsbaggerung Jade 2015, Korngrößenanalyse von Sedimentproben*, Bericht AF1_WSV_20150326110933_613.

- Institut Dr. Nowak (2015b): Unterhaltungsbaggerung Jade 2015, Entnahme und Untersuchung von Sedimentproben der Baggerstellen, Bericht
AF1_WSV_20150326110933_646.
- Institut Dr. Nowak, (2016): Unterhaltungsbaggerung Jade 2016, Entnahme und Untersuchung von Sedimentproben der Unterbringungsstellen Bericht
AF1_WSV_20150326110933_716.
- Jager Z., Bolle L., Dänhardt A., Diederichs B., Neudecker T., Scholle J., Vorberg R. (2009): Fish. Thematic Report No. 14. In: Marencic H., Vlas J. de (Hrsg.): Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Tri-lateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany, 41 S.
- Koffijberg K., Laursen K., Hälterlein B., Reichert G., Frikke J., Soldaat L. (2015): Trends of breeding birds in the Wadden Sea 1991 - 2013. Wadden Sea Ecosystem No. 35. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea. Wilhelmshaven, 54 S.
- Kolbe, K. (2006): Bewertungssystem nach WRRL für Makroalgen und Seegräser der Küsten- und Übergangsgewässer der FGE Weser und Küstengewässer der FGE Elbe. Im Auftrag des NLWKN. 99 S.
- Kolbe, K. (2011): Erfassung der Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer über visuelle Luftbildinterpretation - 2008. NLWKN, Küstengewässer und Ästuare 4/2011, 35 S.
- Koschinski, S. (2007): Auswirkungen anthropogener Nutzungen und Anforderungen an marine Schutzgebiete für Meeressäuger in der südlichen und zentralen Nordsee. Bremen, S. 1-84.
- Krebs, F. (1988): Der pT-Wert: Ein gewässertoxikologischer Klassifizierungsmaßstab. GIT - Fachzeitschrift für das Laboratorium 32, S. 293 - 296.
- Krebs, F. (2000): Ökotoxikologische Bewertung von Baggergut aus Bundeswasserstraßen mit Hilfe der pT-Wert-Methode. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 44, S. 301 -307.
- Krebs, F. (2001): Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung, Baggergutklassifizierung und Handhabungskategorien für Baggergutumlagerungen. In Calmano, W. (Hrsg.): Untersuchung und Bewertung von Sedimenten - ökotoxikologische und chemische Testmethoden. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, S. 333 - 352.
- Krebs, F. (2005): The pT-method as a Hazard Assessment Scheme for Sediments and dredged Material. In: Blaise, C. & Féraud, J. F. (Hrsg.): Small Scale Freshwater Toxicity Test Methods, Springer-Verlag Berlin.
- KÜFOG, Steuwer, J. & Tyedmers, S. (2014): Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2013. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG Wasser-rahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuare Band 8, 64 S. + 6 S. Anhang.
- KÜFOG (2016): Benthische Biotope und ihre Verteilung im niedersächsischen Küstengewässer - Pilotstudie für das Jade-Weser-Gebiet, im Auftrag des NLWKN-Betriebsstelle Brake-Oldenburg, unveröffentl.

- KÜFOG (2017): GÜBAK-Jade. Untersuchungen zum Makrozoobenthos. Bericht im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde.
- Laake J.L., Calambokidis J., Osmek S.D., Rugh D.J. (1997): Probability of detecting harbor porpoise from aerial surveys: estimating $g(0)$. *The Journal of Wildlife Management*, S. 63 - 75.
- Laist D.W., Knowlton A.R., Mead J.G., Collet A.S., Podesta M. (2001): Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science* 17 (1), S. 35-75.
- Lang, G. (2003): Ein Beitrag zur Tidedynamik der Innenjade und des Jadebusens. Beschreibung und Analyse der Ästuardynamik in den Seeschiffahrtsstrassen, 86, S. 33 - 42.
- LAWA (2014): Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft-Wasser. Empfehlungen zur koordinierten Anwendung der EG-MSRL und EG-WRRL.
https://www.wasserblick.net/servlet/is/142651/WRRL_2.7.6_Verlinkungspapier_WRRL_MSRL.pdf?command=downloadContent&filename=WRRL_2.7.6_Verlinkungspapier_WRRL_MSRL.pdf, Download am 5.9.2019.
- Laursen K., Blew J., Ens B., Eskildsen K., Günther K., Hälterlein B., Koffijberg K., Potel P., van Roomen M. (2009): Migratory Birds. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 19. Wilhelmshaven, Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group: 18 S.
- Linnenschmidt M., Teilmann J., Akamatsu T., Dietz R., Miller L.A. (2013): Biosonar, dive, and foraging activity of satellite tracked harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *Marine Mammal Science* 29 (2), S. E77-E97.
- Mai, S. & Zimmermann, C. (1999): Seegangsatlas der Niedersächsischen Küste, Teil II: Gebiet des Jade-Weser-Ästuars.
- Mendel B., Sonntag N., Wahl J., Schwemmer P., Dries H., Guse N., Müller S., Garthe S. (2008): Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Bonn, 437 S.
- Metzing, D., Garve, E., Matzke-Hajek, G. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Trachaeophyta) Deutschlands. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (7), S. 13 – 358.
- Meyer, J., Kröncke, I., Barholomä, A., Dippner, J.W., Schückel U. (2016): Long-term changes in species composition of demersal fish and epibenthic species in the Jade area (German Wadden Sea/Southern North Sea) since 1972. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 181, S. 284 – 293.
- Meyer-Nehls R. (1998): Auswirkungen der Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen auf die benthische Lebensgemeinschaft und die Fischfauna der Tideelbe. Studie für die Freie und Hansestadt Hamburg, Strom- und Hafenausbau, 147 S.
- Mohr, T. & F. Junge (2018): Verschlechterungsverbot und Verbesserungsgebot in Küstengewässern – das Zusammenspiel von Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. *Zeitschrift für Wasserrecht*, Jg. 57/2018, Heft 3, S. 148 - 178.

- Moning C., Weiß F. (2015): Vögel beobachten in Norddeutschland. Stuttgart, Kosmos, 384 S.
- Müller, D., Pfitzner, S., Wunderlich, M. (1998): Auswirkungen von Baggergutumlagerungen auf den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt von Fließgewässern. Wasser und Boden 50, H. 10, S. 26 - 32.
- Nassbaggerbüro WSA Wilhelmshaven (2019): Daten des Nassbaggerbüros des WSA Wilhelmshaven: zur Verfügung gestellte Excel-Tabellen.
- NDR (2019): www.ndr.de/fernsehen/sendungen/naturnah/Der-Stint-Ein-Fisch-und-sein-Fluss. [06.03.2019].
- Newell, R. C., Seiderer, L. J., Hitchcock, D. R. (1998): The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 36, S. 127 - 178.
- Nichols, M., Diaz, R. J., Schaffner, L. C. (1990): Effects of hopper dredging and sediment dispersion, Chesapeake Bay. *Environmental Geology and Water Sciences* 15(1): S. 31 - 43.
- NLWKN (2012): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. IBP - Integrierter Bewirtschaftungsplan Weser für Niedersachsen und Bremen, 178 S. + Anhang/Karten.
- NLWKN (2015a): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein.
https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/92741/Niedersaechsischer_Beitrag_zu_den_Bewirtschaftungsplaenen_2015_bis_2021_der_Flussgebiete_Elbe_Weser_Ems_und_Rhein.pdf, Download am 5.9.2019.
- NLWKN (2015b): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Niedersächsischer Beitrag zu den Maßnahmenprogrammen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein.
https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/92742/Niedersaechsischer_Beitrag_zu_den_Massnahmenprogrammen_2015_bis_2021_der_Flussgebiete_Elbe_Weser_Ems_und_Rhein.pdf, Download am 5.9.2019.
- NLWKN (2018a): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Umweltkarten Niedersachsens. https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?lang=de&topic=Natur&bgLayer=Orthophotos&X=5929700.00&Y=454590.00&zoom=6&layers=Gastvoegel_wertvolle_Bereiche_2018 [07.04.2020].
- NLWKN (2018b): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. Gesetzlich geschützte Biotope und Landschaftsbestandteile in Niedersachsen. Beschreibung der nach § 30 BNatSchG und § 24 Abs. 2 NAGBNatSchG geschützten Biotoptypen sowie der nach § 22 Abs. 3 und 4 NAGBNatSchG landesweit geschützten Landschaftsbestandteile. 2. Auflage, Stand April 2018, 48 S.

- NLWKN (2019): Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Gebietsbeschreibungen der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen 1984 – 2004.
https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/biotopschutz/biotopkartierung/wertvolle_bereiche/gebietsbeschreibungen_zum_download/gebietsbeschreibungen-zum-download-45515.html [10.08.19].
- NPV (2019): Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. WFS Datendownload.
https://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/service/publikationen/1132_wfs-datendownload-eiderenten. [26.06.2019].
- NPV (2020): Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. MDI-NI.
http://mdi.niedersachsen.de/HeronKaDI/JAVA_SCRIPT/37_Portal/ [07.04.2020].
- OSPAR Commission (2013): Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area (Reference number: 2013-8).
- Pohlmann, T. (1996): Calculating the development of the thermal vertical stratification in the North Sea with a three-dimensional baroclinic circulation model. *Continental Shelf Research*, 16 (2), S. 163 - 194.
- Reise, K.; M. M. van Katwijk; D. de Jong; A. Schanz & Z. Jager (2005): Seagrass. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke et al. (Hrsg.): *Wadden Sea Quality Status Report 2004. - Wadden Sea Ecosystem*, Wilhelmshaven: S. 203-210.
- Rodgers J.A., Schwikert S.T. (2002): Buffer-Zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. *Conservation Biology* 16 (1), S. 216 - 224.
- Salzwedel, H., Rachor E., Gerdes D. (1985): Benthic macrofauna communities in the German Bight. *Veröffentlichungen des Institutes für Meeresforschung, Bremerhaven* 20: S. 199 - 267.
- Schrum, C. (1997): Thermohaline stratification and instabilities at tidal mixing fronts: results of an eddy resolving model for the German Bight. *Continental Shelf Research*, 17 (6), S. 689 - 716.
- Schwarz, J. & Heidemann, G. (1994): Zum Status der Bestände der Seehund- und Kegelrobbenpopulationen im Wattenmeer, S. 296 - 303. In: Lozán, J. L.; Rachor, E.; Reise, K.; v. Westernhagen, H. & Lenz, W. (Hrsg.): *Warnsignale aus dem Wattenmeer*.
- Schwemmer P., Mendel B., Sonntag N., Dierschke V., Garthe S. (2011): Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications* 21 (5), S. 1851-1860.
- Stanev, E. V., Al-Nadhairi, R., & Valle-Levinson, A. (2015). The role of density gradients on tidal asymmetries in the German Bight. *Ocean Dynamics*, 65(1), 77-92.
- Stanev, E. V., Jacob, B., Pein, J. (2019): German Bight estuaries: An inter-comparison on the basis of numerical modeling. *Continental Shelf Research*, 174, S. 48 - 65.

- Steuwer, J., Fischer, G., K. Heljen, K., Heiber, W. (1999): Benthosbiologische Untersuchungen im Jadebusen an Klappstellen des Niedersächsischen Hafenamtes Wilhelmshaven. Dienstbericht Forschungsstelle Küste 19/1999: 37 S. zuzgl. Anhang.
- Stolen E.D. (2003): The effects of vehicle passage on foraging behavior of wading birds. *Waterbirds* 26 (4), S. 429-436.
- 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 & Petromyzonti-da) der marinen Gewässer Deutschlands. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (2), S. 11 – 76.
- Todd, V.L.G., Todd, I.B., Gardiner, J.C., Morrin, E.C.N., MacPherson, N.A., DiMarzio, N.A., Thomsen, F. (2015): A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. *ICES Journal of Marine Science* 72, S. 328–340.
- 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. et al. (Hrsg.): *Wadden Sea Quality Status Report 2017*. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Heruntergeladen am 14.03.2019.
qsr.waddenseaworldheritage.org/reports/fish, 25 S.
- UBA (2010): Prüfverfahren-SOP: Untersuchungen der wirbellosen Bodenfauna in Übergangsgewässern (Weichboden), (P-SOP-BLMP-WBF_UG_09_03_22.doc). Umweltbundesamt (Version: 2010, verbindliche Arbeitsgrundlage).
- Umweltbundesamt und Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2019):
https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=325&clang=0
[11.07.2019]
- Verfuß, U.K., Miller, L.A., Pilz, P.K., Schnitzler, H.U. (2009): Echolocation by two foraging harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Journal of Experimental Biology* 212 (6), S. 823-834.
- Vogel S. (1994): Ausmaß und Auswirkung von Störungen auf Seehunde. Warnsignale aus dem Wattenmeer. In: Lozán J. L., Rachor E., Reise K., v. Westernhagen H. und Lenz W. Berlin, Blackwell, S. 303 - 308.
- Vogel, S. (2000): Robben im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Heft 12. Tönning, 41 S.
- Vorberg, R. & Breckling P. (1999): Atlas der Fische im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Heft 10, 178 S.
- WasserBLiCK (2019):
<https://geoportal.bafg.de/mapapps2/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de>.
[5.9.2019]
- Weiffen, M., Möller, B., Mauck, B., Dehnhardt, G. (2006): Effect of water turbidity on the visual acuity of harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vision Research* 46, S. 1777 - 1783.

Wetzel, M.A. Scholle, J., Teschke, K. (2014): Artificial structures in sediment-dominated estuaries and their possible influences on the ecosystem. *Marine environmental research* 99, S. 125 - 135.

Wisniewska, D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Siebert, U., Galatius, A., Dietz, R., Madsen, P.T. (2018): High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proceedings of the Royal Society B* 285, 20172314, 10 S.

Gesetze und Richtlinien

Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S. 1980), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2237).

Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) vom 11. Juli 2001, in der Fassung vom 19.02.2010 (Nds. GVBl. Nr. 06/2010 S.104).

Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542) zuletzt geändert durch das Gesetz vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434).

Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz (NAGBNatSchG) vom 19. Februar 2010, § 2 geändert durch Artikel 3 § 21 des Gesetzes vom 20.05.2019 (Nds. GVBl. S. 881).

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.5.1992 (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie - FFH-RL) zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, ABl. EG L 206/7 vom 22.7.1992.

Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30.11.2009 (Vogelschutzrichtlinie - VSchRL) über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, ABl. EG L 20 vom 26.1.2010 (BGBl. I S. 2542) zuletzt geändert durch das Gesetz vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434).

Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL), zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/64/EU des Rates vom 17. Dezember 2013, Amtsblatt der Europäischen Union, L 353, S. 8 vom 28.12.2013. - In 2000L0060 — DE — 01.01.2014 — 006.001 — 1. - Download am 22.11.19: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20140101>.

Richtlinie (EU) 2017/845 der Kommission v. 17. Mai 2017 zur Änderung der Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates bezüglich der indikativen Listen von Elementen, die bei der Erarbeitung von Meeresstrategien zu berücksichtigen sind.

Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie).

Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist. - Download am 25.11.2019: http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf.