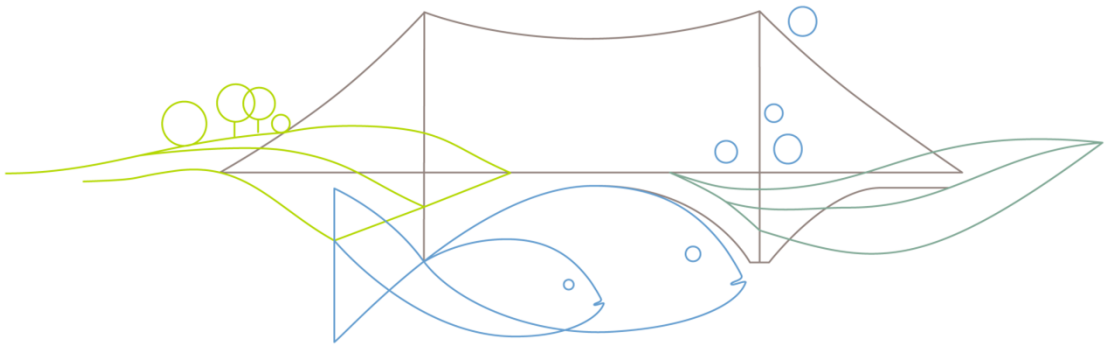
BfG-2126

Bericht

Auswirkungsprognose für die Unterbringung von Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3



BfG-2126

Bericht

Auswirkungsprognose für die Unterbringung von Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3

Auftraggeber: Hamburg Port Authority

SAP-Nummer: M39620104030

Datum: 06.03.2023

Koordination:	Ref G1	Dr. Carmen Kleisinger Dr. Henning Schröder
Fachliche Bearbeitung:		
Morphologie:	Ref M3	Dr. Axel Winterscheid Dirk Schulz Dr. Monika Donner
Schadstoffbelastung:	Ref G1	Dr. Henning Schröder Dr. Carmen Kleisinger
Ökotoxikologie:	Ref G3	Dierk-Steffen Wahrendorf
Sauerstoff/Nährstoffe/ Phytoplankton:	Ref U2	Dr. Steffen Hackbusch Andreas Schöl
Bioakkumulation:	Ref G3	Dr. Sabine Schäfer Benjamin Becker
Makrozoobenthos:	Ref U4	Dr. Markus Wetzel
Fische:	Ref U4	Christian von Landwüst
Vögel und Meeressäuger:	Ref U4	Dr. Thomas Taupp
Vegetation	Ref U3	Katja Behrendt Franziska Förster
Naturschutzfachliche Aspekte	Ref U1	Nikolas Uffmann
Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	Ref. U1	Volker Hüsing
Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)	Ref. U1	Dr. Heike Büttner

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**

Tabellenverzeichnis **7**

Abbildungsverzeichnis **12**

0 Zusammenfassung **17**

1 Veranlassung **37**

2 Beschreibung der Maßnahme **39**

2.1 Baggergutmengen, Herkunft und Art des Baggerguts 39
2.2 Verbringstelle bei Tonne E3 41
2.2.1 Beaufschlagte Verbringzentren 41
2.2.2 Korngrößenzusammensetzung des Baggergutes und Modellhoppereinsatz 41

3 Material und Methoden **43**

3.1 Nachprozessierung der Ergebnisse aus der numerischen Modellierung (BAW-Modell) zu Sedimentablagerungen und Schwebstoffgehalten 43
3.2 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton 48
3.2.1 Sauerstoff 48
3.2.2 Nährstoffe 48
3.2.3 Phytoplankton 49
3.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen 49
3.3.1 Schadstoffe 49
3.3.2 Ökotoxikologische Wirkungen 58
3.3.3 Bioakkumulation 62
3.4 Fauna 66
3.4.1 Makrozoobenthos 66
3.4.2 Fische 67
3.4.3 Avifauna 67
3.4.4 Meeressäuger 68
3.5 Vegetation (Seegras) 68

4 Zustandsbeschreibung **71**

4.1 Morphologie und Sedimente 71
4.1.1 Natürliche Sedimentation im Bereich der Tonne E3 (Schlickfallgebiet) 71
4.1.2 Entwicklung des Ablagerungskörpers 72
4.1.3 Hintergrundverhältnisse für Schwebstoffgehalte 75
4.1.4 Morphologischer Raum 79

4.2 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton 80
4.2.1 Nährstoffe, organischer Kohlenstoff und Sauerstoffzehrung im Baggergut 80
4.2.2 Nährstoffe, organischer Kohlenstoff und Sauerstoffzehrung im Sediment der Verbringstelle 84
4.2.3 Sauerstoff in der Wassersäule des Verbringgebietes 85
4.2.4 Nährstoffe in der Wassersäule des Verbringgebietes 89
4.2.5 Phytoplankton in der Deutschen Bucht 92
4.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen 98
4.3.1 Baggerabschnitte 98
4.3.2 Verbringstelle Tonne E3 100
4.3.3 Weitere Bereiche des Betrachtungsraumes 108
4.3.4 Ökotoxikologische Wirkungen 112
4.3.5 Bioakkumulation 117
4.4 Fauna 121
4.4.1 Makrozoobenthos 121
4.4.2 Fische 123
4.4.3 Avifauna 124
4.4.4 Meeressäuger 127
4.5 Vegetation 129
5 Auswirkungen und Auswirkungsprognose 138
5.1 Numerische Modellierungen als Grundlage der Auswirkungsprognose 138
5.1.1 Durchführung der Modellrechnungen und Ergebnisse 138
5.1.2 Untersuchung der morphologisch am stärksten betroffenen Bilanzierungsräume 141
5.2 Morphologie und Sedimente 152
5.2.1 Entwicklung des Ablagerungskörpers auf der Stelle Tonne E3 153
5.2.2 Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle 156
5.2.3 Sedimentablagerungen von Baggergut auf der Gewässersohle außerhalb der Verbringstelle, hier Auswirkungen auf die morphologischen Verhältnisse 157
5.2.4 Verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte 162
5.3 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton 166
5.3.1 Sauerstoff 166
5.3.2 Nährstoffe 169
5.3.3 Auswirkungen auf das Phytoplankton 171
5.4 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen 176
5.4.1 Schadstoffe 176
5.4.2 Ökotoxikologische Wirkungen 191
5.4.3 Bioakkumulation 199
5.5 Fauna 202
5.5.1 Makrozoobenthos 202
5.5.2 Fischfauna 204
5.5.3 Avifauna 205
5.5.4 Meeressäuger 209
5.6 Vegetation 212
6 Naturschutzfachliche und Wasserwirtschaftliche Belange 224

6.1 Natura 2000 224
6.1.1 Grundlagen 224
6.1.2 Natura 2000-Gebiete 224
6.1.3 Beschreibung der Schutzgebiete und Erhaltungsziele 226
6.1.4 Auswirkungsprognose 248
6.1.5 Bewertung der Beeinträchtigungen von Natura 2000 Gebieten im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten (Kumulation) 304
6.2 Gesetzlich geschützte Biotope 312
6.2.1 Riffe 313
6.2.2 Sublitorale Sandbänke 314
6.2.3 Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna 314
6.2.4 Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände 315
6.2.5 Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich 315
6.2.6 Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe 315
6.2.7 Fazit 316
6.3 Besonderer Artenschutz 316
6.3.1 Grundlagen 316
6.3.2 Fische und Rundmäuler 318
6.3.3 Meeressäuger 318
6.3.4 Avifauna 319
6.3.5 Fazit 319
6.4 Eingriffsregelung 320
6.5 Wasserrahmenrichtlinie 320
6.5.1 Ist-Zustandsbewertung 323
6.5.2 Auswirkungsprognose: 329
6.6 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) 334
6.6.1 Einleitung und rechtliche Grundlagen 334
6.6.2 Methodisches Vorgehen 337
6.6.3 Umweltzustand deutsche Nordseegewässer (Ist-Zustand) 343
6.6.4 Auswirkungsprognose bezüglich des Verschlechterungsverbotes 349
6.6.5 Auswirkungsprognose bezüglich des Zielerreichungsgebotes 357
7 Empfehlungen 366
Allgemeine Empfehlungen 366
7.1 Umsetzung der Szenarien im operationellen Betrieb 366
7.2 Vermeidung und Minimierung von Auswirkungen 367
7.2.1 Morphologie 367
7.2.2 Sauerstoff, Nährstoff und Phytoplankton 367
7.2.3 Vegetation 368
7.2.4 Wasserrahmenrichtlinie 368
7.3 Monitoring 368
7.3.1 Morphologie 368
7.3.2 Sauerstoff, Nährstoffe, Phytoplankton 368
7.3.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen 369
7.3.4 Bioakkumulation 370
7.3.5 Fauna 371

7.3.6 Vegetation 371
8 Abkürzungsverzeichnis 373
9 Literaturverzeichnis 377
10 Anhänge 396

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Prozentuale Mengenverteilung und Szenarien mit absoluten Mengen (in Mio. t TS). 40

Tabelle 2-2: Verwendete Korngrößenskalen und Korngrößenzusammensetzung des in der Simulation verwendeten Modellhoppers.....42

Tabelle 3-1: Ökotoxikologische Klassifizierung von Sediment und Baggergut mittels des pT-Wert-Systems und der darüber abgeleiteten Toxizitätsklassen. 60

Tabelle 3-2: Untersuchte chemische Gruppen mit Angabe der jeweiligen Analyten in den Monitoringorganismen. 62

Tabelle 3-3: Probenahmegebiete für die Bioakkumulationsuntersuchungen.....63

Tabelle 3-4: Nationale und internationale Umweltbewertungskriterien für Schadstoffkonzentrationen im Weichkörper von Muscheln und Austern 65

Tabelle 3-5: Umweltbewertungskriterien für Schadstoffkonzentrationen im Leber- oder Muskelgewebe von Fischen.....66

Tabelle 4-1: Mittlere Konzentrationen von Gesamtstickstoff und -phoshor im Sediment der Verbringstelle und in den Kreisen um die Verbringstelle, sowie dem Referenzgebiet. rot markierte Felder überschreiten den Richtwert der GÜBAK (P = 500 mg P/kg TS; N = 1500 mg N/kg TS). 85

Tabelle 4-2: Mittlerer Organikanteil und Sauerstoffzehrung (180 min) im Sediment der Verbringstelle und in den Kreisen um die Verbringstelle, sowie dem Referenzgebiet (TOC in %) 85

Tabelle 4-3: Quotient zwischen dem oberflächennahen gelösten Gesamtstickstoff (Ntot) und dem gelösten Phosphat (PO_4). 92

Tabelle 4-4: Gewichtete mittlere Schadstoffgehalte und Bewertung nach GÜBAK. 99

Tabelle 4-5: Mittlere Schadstoffkonzentrationen der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach GÜBAK.....102

Tabelle 4-6: Mittlere Arsen- und Metallgehalte (< 2000 µm) der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR. 104

Tabelle 4-7: Mittlere PAK-Gehalte der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR. 105

Tabelle 4-8: Mittlere auf 2,5 % TOC normierte PCB-Gehalte der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR. 106

Tabelle 4-9: Mittlere Gehalte anderer Organochlorverbindungen in den Sedimenten der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR. 106

Tabelle 4-10: Größe der ermittelten Flächen, auf denen erhöhte Konzentrationen der entsprechenden Parameter zu erwarten sind. Alle Angaben in km^2. 107

Tabelle 4-11: Anzahl der ökotoxikologisch untersuchten Sediment- und Baggergutproben der marinen Biotestpalette der Jahre 2008 - 2021. 113

Tabelle 4-12: Ökotoxikologische Belastung des Hamburger Baggergutes aus der Delegationsstrecke und den Landeshafengewässern für die Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021. Angegeben sind die Anzahl der in den jeweiligen Zeitabschnitten festgestellten marinen Toxizitätsklassen.....114

Tabelle 4-13: Ökotoxikologische Belastung des Baggergutes der Delegationsstrecke, den Landeshafengewässern, der Begegnungsbox und den elbseitigen Vorhäfen des NOK für die Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021. Angegeben sind die Anzahl der in den jeweiligen Zeitabschnitten festgestellten marinen Toxizitätsklassen. 115

Tabelle 4-14: Gemittelte ökotoxikologische Belastung des Baggergutes für die Baggerbereiche und die rechnerisch gemittelte Qualität der Baggergutbelastung für die Zeitabschnitte 2008 - 2018 und 2016 - 2021.....116

Tabelle 4-15: Übersicht von signifikant erhöhten Schadstoffkonzentrationen in Biota des Verbringbereichs im Vergleich zu den jeweiligen Referenzgebieten.....118

Tabelle 4-16: Überschreitungen von Umweltbewertungskriterien in Biota im Monitoringgebiet an der Tonne E3.....121

Tabelle 4-17: Rote Liste-Arten des Makrozoobenthos im April 2021, dargestellt für die sechs Teilgebiete. Die Kategorien richten sich nach RACHOR et al. (2013). Zahlenangaben (außer bei koloniebildenden Arten) beim van-Veen-Greifer beziehen sich auf Ind./m². G = potenziell Gefährdung (unklar), R = geographische Restriktion, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet. Aus Bioconsult (2022) 122

Tabelle 4-18*:*Im Umfeld von Helgoland vorkommende Seevögel im Sommer 2018 nach Borkenhagen et al. (2018) mit Angaben zu Dichte, Tauchtiefe, Hauptnahrung, jahreszeitlichem Vorkommen sowie der Empfindlichkeit gegenüber Störungen durch den Schiffsverkehr (DVI). Quellen: [1] Mendel et al. (2008), [2] Bauer et al. (2012), [3] Guse et al. (2018), [4] Fliessbach et al. (2019). 125

Tabelle 4-19*:* Im Umfeld von Helgoland und der Tonne E3 in den Jahren 2000 - 2015 erfasste Arten nach Guse et al. (2018) mit Angaben zu Dichte, Tauchtiefe, Hauptnahrung, jahreszeitlichem Vorkommen sowie der Empfindlichkeit gegenüber Störungen durch den Schiffsverkehr (DVI). Quellen: [1] Mendel et al. (2008), [2] Bauer et al. (2012), [3] Guse et al. (2018), [4] Fliessbach et al. (2019).....127

Tabelle 5-1: Korndurchmesser nach DIN EN ISO 14 688-1, Sinkgeschwindigkeit und prozentualer Anteil der Baggergutfraktionen, Tabelle hier in Anlehnung an BAW (2022).....139

Tabelle 5-2: Liste der 9 am stärksten durch Auflagen von Baggergutsedimenten betroffenen BZR (nach 95. Perzentil sortiert), 10-Jahres Prognose fürSzenario jährlich 2 Mio. t TS und BZR des Set 3.....158

Tabelle 5-3: Absolute und relative Erhöhung der Schwebstoffgehalte auf Grundlage des BAW-Modells für Szenarien von jährlich 2 | 2,5 Mio. t TS, maßgeblicher Zeitraum Sommer 2016. Prozessierung auf Set 3 unter Anwendung Korrekturfaktor 0,7.....164

Tabelle 5-4: Anteile des organischen Kohlenstoff im Feststoff der einzelnen Baggergutabschnitte (Gewichtsanteile in Prozent an der Trockensubstanz (TOC-%-TS) und mittlere Anteile des organischen Kohlenstoffs im Schlickfallgebiet; Für das Schlickfall- und Küstennahe Gebiet wurde die TOC Gehalte aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) wie folgt abgeschätzt: Glühverlust*0,43 = TOC-%-TS (Fischer et al., 2002).....168

Tabelle 5-5: Ausgangskonzentrationen und für die verschiedenen Mengenszenarien prognostizierte Konzentrationen der Parameter für die sich in BZR 120_ SeevogelschutzgebietWest rechnerisch Konzentrationszunahmen > Messunsicherheit ergeben (< 63 µm). Alle Werte in µg/kg. 178

Tabelle 5-6: Ausgangskonzentrationen und für die verschiedenen Mengenszenarien prognostizierte Konzentrationen (95-Perzentil der prognostizierten Baggergutauflage) der nach GÜBAK, OSPAR oder Anlage 6 OGewV bewertungsrelevanten Parameter für die sich in BZR 349_Grimmershoerner_Bucht bei modellierter Baggergutauflage am Ende der Simulation rechnerisch Konzentrationszunahmen > Messunsicherheit ergeben.....181

Tabelle 5-7: Ergebnisse aktueller (09/2021) Untersuchungen auf Wattflächen der Bereiche Altenbrucher Bogen, Döhser Watt und Grimmershörner Bucht. Konzentrationen GÜBAK-relevanter Schadstoffe und Bewertung nach GÜBAK. 182

Tabelle 5-8: Bewertung der prognostizierten Konzentrationen (95-Perzentil der prognostizierten Baggergutauflage) nach GÜBAK für Fälle mit gegenüber den Ausgangskonzentrationen geänderter Bewertung (Ergebnisse für BZR 349, 350, 351 und 356 nicht dargestellt, weil unplausibel) 186

Tabelle 5-9: Ausgangskonzentrationen und prognostizierte Konzentrationen der Parameter und BZR für die sich in mindestens einem Szenario rechnerisch zusätzliche ERL- oder EAC-Überschreitungen ergeben (Ergebnisse für BZR 349, 350, 351 und 356 nicht dargestellt, weil unplausibel).....188

Tabelle 5-10: Übersicht über die ökotoxikologischen Ergebnisse der Oberflächensedimente auf und um die Verbringstelle Tonne E3 der Jahre 2005 - 2021. 193

Tabelle 5-11: Ökotoxikologische Prognose für Set 1 mit <63 µm Feinkorn für das 95. Perzentil der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechneten Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet. 195

Tabelle 5-12: Ökotoxikologische Prognose für Set 3 mit < 63 µm Feinkorn für das 95. Perzentil der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechneten Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet. 197

Tabelle 5-13: Auswahl der verbringbedingt am stärksten betroffenen BZR mit Seegrasvorkommen im Szenario 2,0 und 2,5 Mio. t. TS/Jahr. Dabei überschreiten die gelisteten BZR eine prozentual verbringbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte von 10%

(Schwellenwertbetrachtung, vgl. BfG 2021) gegenüber den Hintergrundgehalten 10 / 17,5 / 25 mg/l. 216

Tabelle 5-14: Auswahl der verbringbedingt am stärksten betroffenen BZR mit Seegrasvorkommen im Szenario 1,5 Mio. t. TS. Dabei überschreiten die gelisteten BZR eine prozentual verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte von 10 % (Schwellenwertbetrachtung, vgl. BfG 2021) gegenüber den Hintergrundgehalten 10/ 17,5/ 25 mg/l. 218

Tabelle 6-1: Chemischer Zustand und Angabe der Stoffe mit Überschreitung einer UQN im 3. Bewirtschaftungsplan (BWPl) in möglicherweise von der Unterbringung betroffenen OWK 324

Tabelle 6-2: Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial und Einstufung der biologischen QK im 3. BWPl in möglicherweise von der Unterbringung betroffenen OWK 325

Tabelle 6-3: Ökologisches Potenzial und chemischer Zustand der Oberflächenwasserkörper (3. Bewirtschaftungsplan) in den Baggerbereichen 327

Tabelle 6-4: Prozentuale Mengenverteilung und Szenarien mit absoluten Mengen (in Mio. t TS) sowie Zuordnung der Baggergutentnahmen zu den OWK. 329

Tabelle 6-5: Die elf Qualitativen Deskriptoren zur Beschreibung des guten Umweltzustands gemäß Anhang I MSRL: 335

Tabelle 6-6: Die sieben übergeordneten MSRL-Umweltziele (aus BMU 2012): 336

Tabelle 6-7: Zuordnung der relevanten Komponenten der Meeresumwelt in Belastungs- und Zustandsaspekte (BMU 2018) 338

Tabelle 6-8: Potenzielle Betroffenheit der MSRL-Zustands- und Belastungsaspekte/Deskriptoren durch Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3 342

Tabelle 6-9:Übersicht Gesamtzustand der deutschen Nordseegewässer bezüglich der Kriterien für den Deskriptor 8 345

Tabelle 6-10: Zusammenfassung der prognostizierten Auswirkungen der Baggergutverbringung im Bereich Tonne E3 auf die MSRL-Deskriptoren basierend auf den Prognosen der Fachkapitel 350

Tabelle 6-11: Auswirkungsprognose anhand der Beschreibung des Guten Umweltzustands 357

Tabelle 6-12: Auswirkungsprognose anhand der Umweltziele 359

Tabelle 6-13: Auswirkungsprognose anhand des MSRL-Maßnahmenprogramms 2022 - 2027 (BMUB 2016, BMUV 2022). (Maßnahmen 1. Zyklus, *kursiv 2. Zyklus und überarbeitete Maßnahmen 1. Zyklus)* 361

Tabelle 10-1: Prognose zur Erhöhung der Schwebstoffgehalte bezogen auf einen 14 Tageszeitraum (Vegetation) 396

Tabelle 10-2: Datenbasis für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen der nach GÜBAK und OGewV bewertungsrelevanten Parameter. 399

Tabelle 10-3: Datenbasis für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen der nach OSPAR bewertungsrelevanten Parameter. 400

Tabelle 10-4: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen GÜBAK-relevanter Parameter und Bewertung nach GÜBAK. 401

Tabelle 10-5: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten Metalle und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in mg/kg. 409

Tabelle 10-6: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten PAKs und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in µg/kg. 413

Tabelle 10-7: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten PCBs und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums EAC. Alle Konzentrationen in µg/kg. 417

Tabelle 10-8: Ausgangskonzentrationen weiterer nach OSPAR bewertungsrelevanter Organochlorverbindungen und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in mg/kg. 421

Tabelle 10-9: Ausgangskonzentrationen der nach OGewV bewertungsrelevanten Parameter. 425

Tabelle 10-10: Ausgangskonzentrationen und resultierende Belastungen für die drei Mengenszenarien und zwei angenommenen Baggergutqualitäten für die Fälle in denen sich für wenigstens ein Szenario rechnerisch eine verbringungsbedingte Konzentrationszunahme ergibt, die die parameterspezifische erweiterte Messunsicherheit übersteigt. Konzentrationszunahmen > erweiterte Messunsicherheit blau hinterlegt. 431

Tabelle 10-11: Ökotoxikologische Prognose für Set 1 mit <63 µm Feinkorn für den Median der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechnete Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet. 437

Tabelle 10-12: Ökotoxikologische Prognose für Set 3 mit <63 µm Feinkorn für den Median der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechnete Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet. 438

Tabelle 10-13: Schwebstofferhöhung und Lichteindringtiefenveränderung für BZR Set 1. Hintergrund (HG) und die Erhöhung durch das Baggergut (BG) aus dem BAW Modell mit dem organischem Schwebstoff (POM) aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) in den Kategorien Küste (Kü), Schlickfallgebiet (Sch) und offene See (See) (Einteilung der Gebiete siehe Abb. 5.5.3-1). 439

Tabelle 10-14: Schwebstofferhöhung und Lichteindringtiefenveränderung für BZR Set 3. Hintergrund (HG) und die Erhöhung durch das Baggergut (BG) aus dem BAW Modell mit dem organischem Schwebstoff (POM) aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) in den Kategorien Küste (Kü), Schlickfallgebiet (Sch) und offene See (See) (Einteilung der Gebiete siehe Abb. 5.5.3-1) 440

Tabelle 10-15: Bewertung nach WRRL – Wasserphase Szenario 2,5 Mio. t TS 441

Tabelle 10-16: Bewertung nach WRRL – Wasserphase Szenario 2 Mio. t TS 442

Tabelle 10-17:Genehmigte aber noch nicht abgeschlossene Projekte im oder im Umfeld der Natura 2000 Gebiete (siehe Kapitel 6.1) bei denen ohne detailierte Betrachtung kumulative Auswirkungen mit der Baggergutverbringung im VSB bei Tonne E3 ausgeschlossen werden können (durch HPA übermittelt).....443

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Feld Nr 5 welches in der BAW Modellierung genutzt wurde: dünne schwarze Linie und die VZ Ost, Süd, West und Nord, farblich hervorgehoben die aktuell beaufschlagten Flächen (Abbildung der HPA) 41

Abbildung 3-1: Bilanzierungsräume im Set 1 (links), Set 2 (mittig) und Set 3 (rechts) 44

Abbildung 3-2: Zusammenhang zwischen Intensität und Dauer einer Wirkung und daraus resultierenden Auswirkungen auf z. B. Lebewesen (aus CEDA, 2020) 45

Abbildung 3-3: Berechnung eines mittleren Schwebstoffgehaltes für die Dauerstufe von 2 Wochen und Ermittlung des maximalen Gehaltes für diese Dauerstufe über einen bestimmten Gesamtzeitraum 46

Abbildung 3-4: Herkunft der für die Ableitung der Ausgangskonzentrationen verwendeten Proben. ..51

Abbildung 3-5: Karte der Probennahmestellen der Makrozoobenthosfauna (BioConsult, 2022) 67

Abbildung 4-1: Schlickfallgebiet bzw. „Helgoländer Schlicklinse“ südlich von Helgoland, im Hintergrund Bilanzierungsräume aus Set 3 72

Abbildung 4-2: Peildaten an der Tonne E3 aus den Jahren 2017 bis 2022 (im Uhrzeigersinn) mit der Rutschung zwischen Mai 2019 und Mai 2020 74

Abbildung 4-3: Hintergrundverhältnisse Schwebstoffgehalte, gültig für den oberen Bereich der Wassersäule während Vegetationsperiode im Sommer, Verhältnisse bestimmt für Bilanzierungsräume aus Set 3, Bandbreite an Gehalten, wie aus verschiedenen Datenquellen zusammengestellt 77

Abbildung 4-4: Hintergrundverhältnisse Schwebstoffgehalte, gültig für den oberen Bereich der Wassersäule während Vegetationsperiode im Sommer, Ausschnitt Außenelbe, Bilanzierungsräume aus Set 3, Bandbreite an Gehalten, wie aus verschiedenen Datenquellen zusammengestellt 78

Abbildung 4-5: Morphologischer Raum im Bereich der Außenelbe, im Hintergrund Bilanzierungsräume des Set 3, Datenquelle AufMod – Projekt aus 2013, siehe Milbradt et al., (2015) 79

Abbildung 4-6: Karte mit den oberflächennahen Mittelwerten des gelösten ortho-Phophates (o-PO_4-P), Ammoniums (NH_4-N), Chlorophyll-a (Chl-a) und der Sauerstoffsättigung (DO in %) bzw. - gehalt im Zeitraum Mai – September der Jahre 2018 – 2020. Zuständige Institutionen für die Messstationen: Elbe I, Elbe II, Elbe III, Elbe IV, E3, Helgo FB = Alfred-Wegener-Institut Helgoland; Cux FB = Hereon; Norderelbe = LLUR (SH). „n.b.“ = nicht bestimmter Parameter an der jeweiligen Station. 80

Abbildung 4-7: Mittlerer Gesamtstickstoff und -phosphor im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox;

Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das für die AP2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1). 81

Abbildung 4-8: Zusammenhang zwischen organischem Kohlenstoffanteil (TOC) und (marin) eluierbarem Ammonium des Baggergutes der verschiedenen Baggerabschnitte. 82

Abbildung 4-9: Mittlere Feinkornfraktion, organischer Kohlenstoff (TOC) und der eluierbare Ammoniumgehalt (NH4-N, marin eluiert) der verschiedenen Baggerabschnitte im Jahr 2022 Begegnungsbox (BBox), Landeshafengewässer (LHG), Delegationsstrecke (Deleg) und des Nord-Ostseekanals (NOK, Werte über TOC-Gehalt abgeschätzt). 82

Abbildung 4-10: Mittlerer organischer Kohlenstoff (TOC) im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox; Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das nach Baggergutmengen für die AP2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1). 83

Abbildung 4-11: Mittlere Sauerstoffzehrung (180 min) im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox; Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das nach Baggergutmengen für die AP 2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1). 84

Abbildung 4-12: Sauerstoffsättigung und Temperatur an der BSH Station „Deutsche Bucht“ in 6 m und in 30 m Wassertiefe für die Jahre 2018 - 2022 sowie die Temperaturdifferenz und das Sauerstoffdefizit. 86

Abbildung 4-13: Bodennahe Sauerstoffgehalte im August 2022 an Tonne E3. 87

Abbildung 4-14: Tiefenprofile der Temperatur, Salinität und des gelösten Sauerstoffs in den Sommermonaten der Jahre 2018 - 2020. 88

Abbildung 4-15: Minimalwerte des gemessenen gelösten Sauerstoffgehaltes (in mg/l) des gesamten Tiefenprofils der Stationen der Transektfahrten zwischen marinen (Elbe I) und küstennahen Stationen (Elbe IV), inklusive der Verbringstelle Tonne E3. Zur Orientierung ist der Schwellenwert von 5 mg/l mit eingezeichnet (rote Linie). 89

Abbildung 4-16: Nährstoffwerte (NO_2/NO_3, NH_4, o-PO_4, SiO_4) der Oberfläche auf dem Transekt Elbe I (Nähe Helgoland) bis Elbe IV (Nähe Cuxhaven) zwischen 2018 – 2020. 90

Abbildung 4-17: Vergleich der Oberflächen (OB) und sohlnahen (SOH) Nährstoffkonzentrationen im Zeitraum 2018 – 2020 bei Verbringstelle Tonne E3. 91

Abbildung 4-18: Oberflächennahe Phytoplanktonbiomassen ([µg C/ l]) auf den Transektfahrten der Jahre 2018 - 2020. September 2018 (Sep18) und September 2019 (Sep19) keine Daten zu Elbe IV. 93

Abbildung 4-19: Oberflächennahe (linke Graphik) und bodennahe (rechte Graphik) Chlorophyll-a Konzentrationen auf den Transektfahrten der Jahre 2018 - 2020. 93

Abbildung 4-20: Fernerkundungsdaten (Satellitenübertragung) zu Chlorophyll (µg/l, nicht kalibrierte Daten) und Trübungswerte (NTU, nechad_665, nicht kalibrierte Daten) mit grid-Anpassung (Ocean Data View, Auflösung 20 x 20). Aufgeteilt nach Sommer- (Mai – September) und Winterhalbjahr (Oktober – April), gemittelt über die Jahre 2016 – 2021 (n_{Winter} = 5292, n_{Sommer} = 7815). 94

Abbildung 4-21: Mittelwerte der Fernerkundungsdaten für Trübung (TUR, braun; nechad_665) und Chlorophyll (chl-a, grün) entlang der Elbkilometer von Cuxhaven bis in die Deutsche Bucht. Die Daten sind nicht kalibriert. Mittelwert der Jahre 2016 - 2021 (n_{min}= 105 / n_{max} = 207). 95

Abbildung 4-22: Shannon Index der Elbe Transektstationen (Elbe I – Elbe IV, hier 1 – 4) in den monatlichen Messkampagnen. Tonne E3 (E3) ist hervorgehoben (grün). 96

Abbildung 4-23: Relative Verteilung der Phytoplanktongemeinschaft (per Algenbiomasse [µg C/l]) auf „Stamm"-Ebene der Jahre 2018 – 2020 über das Transekt Helgoland (1) bis vor Cuxhaven (4) mit der Verbringstelle (E3). Chlorophyll-a Gehalte (grüne Linie [µg/l]) auf der Sekundärachse. 97

Abbildung 4-24: Relative Verteilung der beiden Hauptgruppe der Phytoplanktongemeinschaft (per Algenbiomasse [µg C/l]): Kieselalgen (Baillariophyta) und autotrophe Dinoflagellaten (Dinophyta) der Jahre 2018 und 2019 über das Transekt Helgoland (1) bis vor Cuxhaven (4) mit der Verbringstelle (E3). 98

Abbildung 4-25: Flächen mit gegenüber der Nullbeprobung erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Nahbereich der Verbringstelle Tonne E3 für die Monitoringkampagnen 2018 - 2021 108

Abbildung 4-26: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen der Parameter As, Cd und Hg in der nach GÜBAK bewertungsrelevanten Fraktion < 20 µm in den BZR der 3 Analysesets. ...109

Abbildung 4-27: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen der Parameter p,p'-DDD, HCB und TBT in der nach GÜBAK bewertungsrelevanten Fraktion (normiert auf < 63 µm für p,p'-DDD und HCB, < 2000 µm für TBT) in den BZR der 3 Analysesets. 110

Abbildung 4-28: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen und mittlere gemessene Konzentrationen für alle betrachteten BZR. 111

Abbildung 4-29: Karte der Nordsee mit den ermittelten ökotoxikologischen Belastungspotenzialen. 117

Abbildung 4-30: Jahresmaxima der summierten Ausdehnung von Grünalgenbeständen (km²) an der niedersächsischen Küste 1990 - 2020 (einschließlich HH Wattenmeer; Quelle: NLWKN 2021).....131

Abbildung 4-31: Abbild der Seegrasvorkommen beider Arten (orange: *Zostera noltii*; rot: *Zostera marina*) im Jahresvergleich der niedersächsischen Gesamtbestandserfassungen 2008, 2013 und 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen (Stand: 20.9.22).....135

Abbildung 4-32: Abbild der Vorkommen von *Zostera marina* im Jahresvergleich der niedersächsischen Gesamtbestandserfassungen 2008, 2013 und 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen (Stand: 20.9.22). 136

Abbildung 4-33: Abbild der schleswig-holsteinischen Seegrasvorkommen im Jahresvergleich 2008, 2013 und 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Dienst im Rahmen des Projektes MDI-DE-Marine Daten-Infrastruktur Deutschland (https://sh-mis.gdi-sh.de/catalog/?lang=de#/datasets/iso/f9c5b250-7403-4097-99f3-d8509f3a1806; Stand: 20.9.22).....137

Abbildung 5-1: Sommerperiode (= Vegetationsperiode) 2016, Intensität der Baggergutverbringung bei den drei Baggergutmengenszenarien.....140

Abbildung 5-2: Winterperiode 2016/2017, Intensität der Baggergutverbringung bei den drei Baggergutmengenszenarien 140

Abbildung 5-3: Bilanzierungsräume in Set 3 142

Abbildung 5-4: Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung) für die drei verschiedenen Baggergutmengenszenarien mit den 95. Perzentil und den Medianwerten je BZR ... 144

Abbildung 5-5: Zeitliche Entwicklung der Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung, dunkelrot) für ausgewählte BZRs inkl. Windgeschwindigkeit (orange) und Windrichtung (grün) gültig für den Bereich an der Tonne E3..... 145

Abbildung 5-6: Schwebstoffgehalte für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t : hier die Maximalwerte aus dem gleitende Mittel über zwei Wochen für die Vegetationsperiode 2016, 2017 sowie die Winterzeiträum 2016/2017, 2017/2018 (hier mit küstennahem Fokus) 148

Abbildung 5-7: Zeitliche Entwicklung der Schwebstoffgehalte inkl. Gleitendes Mittel über 14 Tage (Dunkelblau) für ausgewählte BZRs inkl. Windgeschwindigkeit (orange) und Windrichtung (grün) an der Tonne E3..... 150

Abbildung 5-8: Relative Erhöhung Gesamtschwebstoffgehalt für die Dauer eines 2-wöchigen Zeitraums [in %] für die Szenarien von jährlich 2,0 und 2,5 Mio t Baggergut, links Analysezeitraum bis 30. September (Ende Vegetations), rechts verkürzter Analysezeitraum bis 31. August. 152

Abbildung 5-9: IST-Zustand (links, Quelle BfG, 2023a) und Prognose (rechts) der flächigen Ausdehnung für zukünftige Ablagerungskörper und Baggergutauflage auf und um VZ Nord und VZ West..... 155

Abbildung 5-10: Abschätzung der NH_4-N Erhöhung im 12km Kreis um die Verbringstelle Tonne E3. 170

Abbildung 5-11: Glühverluste der Bereiche „Westlich des Verbringgebietes“, Schlickfall“ Gebiet und eines „Küstennahen Gebietes“ als Boxplots mit 10 und 90 Perzentilen für Winter (Oktober – April) und Sommer (Mai – September). Die grünen Kreise entsprechen den Messpunkte. Datenauswertung auf Grundlage von Schartau et al., 2019..... 173

Abbildung 5-12: Oben; Mittlere errechnete sommerlichen Lichteindringtiefen (blau, 1% der Oberflächenintensität) des Hintergrundes (HG) als auch mit Schwebstofferhöhung der Szenarien (1,5 und 2,5 Mio. t TS Baggergut (BG)). Mittlere gemessene Secchitiefen (rot, n = 14 – 48) der AWI Stationen der Jahre 2016 - 2021. In der Tabelle sind absolute errechnete Eindringtiefen und deren relative Änderung gegenüber dem Hintergrund angegeben. Unten: Karte der Bereiche aus Set 1 und Set 3. 174

Abbildung 5-13: Abgeschätzte Abnahme der Lichteindringtiefen in den BZR (Set 3) für das 1,5 Mio. und 2,5 Mio. t TS Szenario für die Sommermonate (Mai-September)..... 175

Abbildung 5-14: Übersicht der rechnerischen Ergebnisse für die BZR der 3 Analysestes 177

Abbildung 5-15: Konzentrationen von a-HCH, b-HCH, HCB, MBT, o,p‘-DDD, o,p‘-DDE, p,p`-DDD, p,p‘-DDE, p,p‘-DDT, PCB 118, PCB Summe 7, Pentachlorbenzol und TBT in Sedimentproben der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake für den Zeitraum 2008 - 2021. Die blaue Linie stellt den linearen Trend dar..... 184

Abbildung 5-16: Extrapolation der Ergebnisse des verbringungsbegleitenden Monitorings für die drei Mengenszenarien anhand der Menge verbrachten Baggergutes..... 190

Abbildung 5-17: Mögliche Ausdehnung der von Baggerguteinmischung betroffenen Flächen 191

Abbildung 5-18: Karteausschnitt von Set 1, Nahbereich der Verbringstelle Tonne E3 inkl. Natura 2000 und FFH-Gebiete. Prognostizierte Toxizitätsklassen für das 95. Perzentil der BZR mit Feinkorn <63 µm (Karte: WebAtlasDE, DLZ/BKG).....196

Abbildung 5-19: Karteausschnitt von Set 3, BZR der Deutschen Bucht inkl. des Elbeästuars. Prognostizierte Toxizitätsklassen für das 95. Perzentil der BZR mit Feinkorn < 63 µm (Karte: WebAtlasDE, DLZ/BKG).....198

Abbildung 5-20: Abbild der Seegrasvokommen der Arten *Zostera noltii* und *Zostera marina* (Einzelvorkommen und Flächen) der niedersächsischen, hamburgischen und schleswig-holsteinischen Gesamtbestandserfassungen aus dem Jahr 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal, Marine.Daten.Infrastruktur (Stand: 20.9.22).....213

Abbildung 5-21: Zusammenhang zwischen dem Schwebstoffgehalt und der euphotischen Tiefe für das Seegras und (Phytoplankton) und der Wassertiefe, bei der das Seegras noch 20 % (links) bzw. 10 % (rechts, schwarze Linie) des einfallenden Lichtes erhält. 219

Abbildung-6-1: Natura 2000 Gebiete im potentiellen Wirkbereich der Verbringstelle Tonne E3 225

Abbildung 6-2: Benthische Lebensräume in der deutschen Nordsee (WMS-Service des BfN, einsehbar unter https://www.mdi-de.org/mapapps/resources/apps/mdide_natur_environment/index.html?lang=de).....314

Abbildung 6-3: Lage der repräsentativen Messstellen und der Untersuchungsradien im Umfeld der Unterbringung.....321

Abbildung 6-4: Bewertungseinheiten der deutschen Nordseegewässer (aus BMU 2018).....339

Abbildung 6-5: Eutrophierungszustand der deutschen Nordseegewässer, Bewertung nach OSPAR Common Procedure basierend auf Daten 2006 - 2014 (aus BMU 2018a) 343

Abbildung 6-6: Bewertungsergebnis einzelner Bewertungseinheiten der deutschen Nordseegewässer anhand ausgewählter Eutrophierungskriterien (D5C2, D5C3, D5C4) mit direktem Bezug zu pelagischen Habitaten (aus BMU 2018a) 347

Abbildung 6-7: Weitverbreitete (Broad Habitat Types) und besonders geschützte Lebensräume (Other Habitat Types) im Küstenmeer im Gebiet des Verbringbereiches bei Tonne E3 (Datengrundlage: benthische Lebensräume 2018 aus MDI-DE, verändert).....348

0 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht gibt eine Prognose für die mit der Verbringung von Baggergut zur Stelle Tonne E3 verbundenen morphologischen, chemischen und ökologischen Auswirkungen. Diese Prognose umfasst einen Zeitraum von 10 Jahren, für welchen drei Szenarien für die jährliche Verbringung von Baggergut geprüft werden[1]: i) 1,5 Mio. t, ii) 2,0 Mio. t und iii) 2,5 Mio. t. Es handelt sich hierbei um Baggergut aus der Wassertiefenunterhaltung im Zuständigkeitsbereich der HPA (Delegationsstrecke und Landeshafengewässer) sowie aus dem Zuständigkeitsbereich der WSV (elbseitige Vorhäfen des Nord-Ostsee-Kanals und Begegnungsbox).

Die Auswirkungsprognose wurde im Auftrag der Hamburg Port Authority (HPA) erstellt und wird den Antrag der HPA beim Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) auf Erteilung eines wasserrechtlichen Einvernehmens sowie einer wasserrechtlichen Erlaubnis als Grundlage für die geplante Maßnahme dienen.

Grundlagen der Auswirkungsprognose

Die Erstellung der Auswirkungsprognose erfolgt gemäß den zurzeit gültigen „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern“ (GÜBAK 2009). Die Überprüfung der Auswirkungen erfolgt anhand von drei Mengenszenarien (s.o.), welche alle eine jährliche Verbringung des Baggerguts im Zeitraum von Anfang Juli bis Jahresende beschreiben. Hierzu wird der Einsatz von ein bis zwei Hopperbaggern unterschiedlicher Größe vorgesehen. Zusätzlich werden zwei Belastungsstufen (derzeitige Baggergutqualität und eine etwas schlechtere Baggergutqualität) für die Schadstoffbelastung des Baggergutes in die Untersuchungen miteinbezogen.

Für die Auswirkungsprognose unmittelbar auf der Verbringstelle ist das bereits langjährig durchgeführte Monitoring an der Stelle Tonne E3 von wichtiger Bedeutung. Hierzu liegen umfangreiche Daten sowie daraus gewonnene Erkenntnisse und Beobachtungen vor. Etwa 30 % der feinkörnigen Anteile des Baggerguts (< 63µm) und ebenso der gesamte sandige Baggergutanteil verbleiben auf der Verbringstelle. Diese Sedimentmengen bilden dort einen lagestabilen Ablagerungskörper. Ein messtechnischer Nachweis erhöhter Schwebstoffgehalte oder verbringungsbedingter Sedimentablagerungen mit Hilfe von In-Situ Messungen ist in großer Entfernung infolge des Anteils des feinkörnigen Baggerguts, welches großräumig verdriftet, nicht mehr möglich. Nur mit Hilfe des Einsatzes von numerischen Modellen kann die von der Verbringung ausgehende Wirkung großräumig und über längere Zeiträume quantifiziert werden. Eine solche Modellrechnung, mit deren Hilfe die Verdriftung, die Wirkung auf den Gesamtschwebstoffgehalt sowie den großräumigen Verbleib der bei Tonne E3 verbrachten Baggergutmengen untersucht werden kann, wurde durch die Bundesanstalt für Wasserbau durchgeführt (siehe BAW, 2023). Für jedes der drei betrachteten Mengenszenarien wurde

[1] Bei den Angaben handelt es sich um jährliche Mengen. Alle Angaben zur Masse beziehen sich auf Trockensubstanz (TS)

eine Langzeitsimulation durchgeführt, die den Zeitraum von 01/06/2016 bis 31/12/2018 mit einer Gesamtdauer von 2,5 Jahren umfasst.

Für die weitere Untersuchung und Erstellung einer Prognose der morphologischen, chemischen und ökologischen Auswirkungen wurden die Modellergebnisse für größere räumliche Einheiten zusammengefasst. Zu diesem Zweck wurden drei Sets von Bilanzierungsräumen (BZR) entwickelt. Die Sets umfassen

i) die NATURA-2000 Gebiete (FFH/Vogelschutz) und den Nahbereich der Tonne E3 (Set 1),
ii) die Wasserrahmenrichtlinien-Körper und Marine Reporting Units (Set 2) und
iii) modellspezifisch für die Analyse der Verdriftung und Bilanzierung entwickelte räumliche Einheiten (Set 3).

Für die einzelnen BZR wurden für die Auswertung der Modellergebnisse statistische Kennwerte (u. a. 95. Perzentil, Mittelwert) bestimmt, welche die zu erwartende Erhöhung der Schwebstoffgehalte und Sedimentablagerungen infolge der Verbringung von Baggergut beschreiben. Das 95. Perzentil spiegelt dabei ein worst case Szenario, also auf der sicheren Seite liegend, wider. Der für diesen Bericht maßgebliche Prognosezeitraum umfasst 10 Jahre. Daher war es erforderlich die Modellergebnisse zu extrapolieren, indem diese mit dem Faktor 10 multipliziert wurden. Dieser Ansatz liegt auch auf der sicheren Seite, eine Unterschätzung möglicher Wirkungen kann damit ausgeschlossen werden. Die Schwäche dieser Sicherheit ist jedoch eine Langfristprognose, die weit von den tatsächlichen Werten entfernt liegen kann und damit die möglichen Wirkungen durch Sedimentablagerungen deutlich überschätzt. Im Fall der Sedimentablagerung kann es in bestimmten Bereichen zu einer fortlaufenden Akkumulation von Sedimentablagerungen kommen. Die größten Wirkungen auf die Schwebstoffgehalte sind während der laufenden Verbringung von Baggergut oder unmittelbar im Anschluss zu erwarten.

Die nachfolgend beschriebenen Prognosen der Bandbreite an möglichen Auswirkungen basiert auf den Vorgaben aus den Szenarien zu Menge und Qualität des Baggerguts sowie den Daten und Erkenntnissen aus Beobachtungen, die aus Monitoring und modellgestützten Untersuchungen gewonnen wurden sowie aus der Literatur.

Morphologische Auswirkungsprognose für die Verbringstelle und den Nahbereich

Ablagerungskörper und Baggergutauflage

Seit Beginn der Maßnahme im Jahr 2005 bis Ende 2022 wurden ca. 14,5 Mio. t TS Baggergut auf die Stelle Tonne E3 verbracht. Bislang erfolgte die Verbringung beinahe ausschließlich auf die VZ Ost (2005 bis September 2016) und VZ Süd (seit September 2016). Das Volumen beider Ablagerungskörper inklusive eines 200 m breiten Puffers um beide VZ kann derzeit mit ca. 4,5 Mio. m^3 (Stand Februar 2021) angegeben werden. Aufgrund der Vorgaben aus den drei Mengenszenarien ergeben sich in den kommenden 10 Jahren Gesamtmengen von 15, 20 oder 25 Mio. t an Unterhaltungsbaggergut, welches zusätzlich auf die Verbringstelle Tonne E3 verbracht werden soll. Das bedeutet mindestens eine Verdopplung der bisher seit 2005 verbrachten Gesamtmenge. Hinsichtlich der maximalen Höhe des Ablagerungskörpers gibt es seitens der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung die Vorgabe, dass es nicht zu einer Unterschreitung der Wassertiefe von -25 m KN kommen darf. Um diese Vorgabe zu erfüllen, wird es erforderlich sein, zukünftig Baggergut ausschließlich auf den bislang (weitgehend) ungenutzten Flächen der VZ Nord und VZ West unterzubringen.

Unter zukünftiger Beachtung der Vorgabe einer Mindestwassertiefe ist davon auszugehen, dass die Baggergutmengen aus dem Szenario von jährlich 1,5 Mio. t TS (= 15 Mio. t TS nach 10 Jahren) sicher auf den noch verfügbaren VZ Nord und VZ West verbracht werden können. Gleiches gilt auch für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t TS (= 20 Mio. t TS nach 10 Jahren). Für dieses Szenario ist jedoch davon auszugehen, dass zum Ende des Zeitraums von 10 Jahren Teilflächen auf den VZ gezielt festgelegt werden müssen, um weitere Baggergutmengen sicher verbringen zu können. Beim größten Mengenszenario von jährlich 2,5 Mio. t TS (= 25 Mio. t TS nach 10 Jahren) kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass die volle Menge ohne Verstoß gegen die Vorgabe der Mindestwassertiefe auf den bestehenden vier VZ verbracht werden kann.

Aufgrund der zukünftigen Nutzung der beiden VZ Nord und VZ West wird es nicht nur zu einer Vergrößerung des Ablagerungskörpers kommen, sondern auch die Ausdehnung der Baggergutauflage[2] im Nahbereich wird sich vergrößern. Aktuell wird die nachgewiesene Ausdehnung der Baggergutauflage (inkl. Ablagerungskörper) mit 3,48 km² angegeben. Sie enthält die Fläche der beiden bisher genutzten VZ und reicht bis an den 1,5-km-Radius. Die Prognose für den Flächenzuwachs der Baggergutauflage beträgt etwa 2 km², so dass die betroffene Gesamtfläche auf etwa 5,4 km² zunehmen wird. Es ist davon auszugehen, dass die zukünftige Baggergutauflage bis an den 2 km Radius heranreichen oder punktuell sogar darüber hinaus reichen wird.

Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle

Durch die früheren Verbringungen bis einschließlich 2022 von rd. 14,5 Mio. t Baggergut hat sich im Bereich der bisher genutzten Verbringzentren Ost und Süd jeweils ein sandiger Ablagerungskörper gebildet. Auf dem nicht mehr genutzten VZ Ost zeigen die Daten einen Trend zu einem höheren Feinkornanteil. Zuletzt lag der Sandanteil (> 63 µm) bei nur noch rund 50 Gew.-%. Auf dem aktiv genutzten VZ Süd hingegen wurde ein Sandanteil von bis zu 75 Gew.-% festgestellt (BfG, 2023a).

Die größte Veränderung an den bisherigen Sedimentverhältnissen wird sich durch die Neunutzung der VZ Nord und VZ West einstellen. Der prognostizierte Flächenzuwachs für Ablagerungskörper plus Puffer (200 m) beträgt 0,56 km². Dies entspricht zugleich dem Zuwachs einer Fläche auf der eine Vergröberung des Sedimentinventars mit Sandanteilen > 50 Gew.-% erwartet werden muss. Zugleich wird es aber auf den zukünftig nicht mehr genutzten VZ Ost und VZ Süd (plus Puffer) teilweise zu einer Verfeinerung der Sedimente kommen. Die geschätzte Fläche hierfür liegt bei rd. 0,5 km². Es ist davon auszugehen, dass eine nachweisliche Veränderung der Korngrößenverteilung auf einen Kreis mit einem Radius von einem Kilometer um das jeweils beaufschlagte Verbringzentrum beschränkt bleiben wird. Bei den beiden größeren Mengenszenarien ist es aber nicht ausgeschlossen, dass die beeinflusste Fläche punktuell auch darüber hinaus reichen wird.

Großräumige Auswirkungen auf die morphologischen Verhältnisse und Schwebstoffgehalte

Sedimentauflagen auf der Gewässersohle außerhalb der Verbringstelle, sedimentologische Verhältnisse

Im Fokus der Prognose stehen an dieser Stelle mögliche Auswirkungen von feinkörnigen Sedimentablagerungen auf die langfristige Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen und sedimentologischer Verhältnisse an der Gewässersohle. Die Untersuchung der vom Modell berechneten

[2] Der Ablagerungskörper hebt sich in Peilaufnahmen deutlich erkennbar von seiner Umgebung ab. Als Baggergutauflage ist eine flächenhafte und eher ebene Überdeckung der umliegenden Sedimente mit Baggergut gemeint. Die Baggergutauflage an sich bzw. deren räumliche Ausdehnung kann durch die Auswertung von Peildaten nachgewiesen werden.

Sedimentablagerungen, welche anschließend noch auf einen 10 Jahreszeitraum extrapoliert wurden, haben ergeben, dass aufgrund dieser Prognose mit keiner Beeinträchtigung oder Beeinflussung der natürlichen Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen wie z. B. Watten, Priele, Sandbänke gerechnet werden muss. Auch unter der hier vorgenommenen extremen Auslegung der Worst-Case Bedingungen, wie hier für die Prognose durchgeführt, wäre eine Veränderung der Bathymetrie der Gewässersohle infolge der Verbringung von Baggergut weiterhin nicht mess- und beobachtbar. Dem gegenüber steht eine natürliche Entwicklungsdynamik, die Veränderungen in einer ganz anderen Größenordnung, Intensität und in wesentlich kürzeren Zeiträumen bewirken kann. Aufgrund der verhältnismäßig geringen baggergutbedingten Auflagen außerhalb des Verbringbereiches kann zudem ausgeschlossen werden, dass diese die vorhandenen „sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle“ maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können.

Schwebstoffgehalte

Bei Verbringung von Baggergut auf die VZ West und VZ Nord ist weiterhin davon auszugehen, dass geschätzt rund 65 bis 75 % der feinkörnigen Baggergutsedimente über den 2 km-Kreis hinaus verdriften. Ein messtechnischer Nachweis erhöhter Schwebstoffgehalte wird jedoch auf den Bereich innerhalb der 6 – 12 km Kreise beschränkt bleiben. In allen weiter entfernteren Gebieten bzw. BZR hingegen bleibt eine mess- und beobachtbare Erhöhung der Schwebstoffgehalte ausgeschlossen.

Für die BZR, welche den Bereich des Küstenmeeres und die daran anschließenden Watten abdecken, werden im Sommerhalbjahr (bis Ende September) die größten Schwebstofferhöhungen im Verlauf des Septembers erwartet. Die Prognose für die maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte (zeitlich gemittelt über 14 Tage) liegt hier in einer Spannweite von 2 bis zu 5 mg/l. Im Zeitraum Juli bis August ist jedoch mit deutlich geringen Wirkungen infolge der Verbringung zu rechnen, so dass dann eine Einstufung in die Klasse darunter, d.h. bei 1 - 2 mg/l, erfolgt. Betroffen sind hiervon die Außenelbe sowie die unmittelbar westlich und nördlich anschließenden Watten und Küstengewässer. Vor allem weiter westlich zwischen Weser und Ems gehen die prognostizierten Wirkungen auf nahe Null zurück.

Weiter stromauf in der Tideelbe liegt die maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte ebenfalls in einer Größenordnung von höchsten 2 - 5 mg/l, in anderen BZR liegt die Prognose bei 1 - 2 mg/l oder sogar noch darunter. Aufgrund der hohen Hintergrundgehalte, wie diese in einem Ästuar natürlicherweise anzutreffen sind, liegt die relative Erhöhung hier mit der Klassenbreite 2 - 5 % deutlich unter den Erhöhungen, die für die anderen Bereiche prognostiziert werden.

Nach Abschluss der Verbringung im Winter können die Gehalte je nach BZR nochmal ansteigen. In den allermeisten BZR resultiert daraus keine Höherstufung in die nächste Klasse der Schwebstoffgehalte. Zugleich kommt es in den Wintermonaten zu einem deutlichen Anstieg der natürlichen Hintergrundgehalte, so dass die prozentuale Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehalts infolge der Verbringung abnimmt.

Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Verbringbegleitende Messungen von Baggergutverbringungen in anderen Gewässern haben gezeigt, dass es im direkten Umfeld der Verbringstelle zu kurzzeitigen und lokal sehr begrenzten Beeinträchtigungen des Sauerstoffgehaltes durch die Verbringung von Baggergut und den assoziierten organischen und reduzierten anorganischen Stoffen kommt. Entsprechend den vorherrschenden Sauerstoffgehalten in der Wassersäule wird diese Sauerstoffzehrung durch Vermischung im weiteren

Bereich um die Stelle abgepuffert. Bei verbringbegleitenden Untersuchungen im Bereich der Tonne E3 im September 2016 wurde allerdings keine Reduzierung des Sauerstoffgehaltes im Wasserkörper bei E3 beobachtet. Eine bessere Durchmischung der Wassersäule durch die Verklappung und dem damit einhergehenden Schiffsverkehr sowie der advektive Antransport von sauerstoffreicherem Wasser während der Verklappung könnten diese Ergebnisse erklären. Die Einschätzung zu den Auswirkungen der Verbringungen auf den Sauerstoff wandelt sich, wenn es, wie im August 2022, zu ausgeprägten Schichtungsereignissen in der Deutschen Bucht und damit auch im Gebiet der Verbringstelle kommt. Dadurch ist bei ungünstigen Hintergrundwerten für den Sauerstoff und einer durch die Schichtung bewirkten schlechten Wiederbelüftung der sohlnahen Wasserschichten durch das Einbringen von Baggergut ein verstärktes, weiteres Absinken der bodennahen Sauerstoffgehalte nicht auszuschließen ist. Die Verbringung von Baggergut ist nicht als Ursache der großräumigen bodennahen Sauerstoffdefizite anzusehen, aber eine Einstellung der Verbringung (wie in der derzeit gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegt) in diesen Zeiten verhindert -unter den dann vorherrschenden schlechten Sauerstoffbedingungen- eine zusätzliche Belastung. Bezüglich der Szenarien sind nur äußerst geringe Unterschiede bei den Auswirkungen auf den Sauerstoff zu erwarten. Bei dem Szenario 2,5 Mio. t TS sind entsprechend der relativ gesehen größten Menge an eingebrachten sauerstoffzehrenden Substanzen auch minimal stärkere Belastungen des Sauerstoffgehaltes zu erwarten als bei dem 2,0 Mio. t TS Szenario und dem 1,5 Mio. t TS Szenario. Entsprechende Teilmengen werden im Spätherbst und Winter verbracht, wenn mit keinen Beeinträchtigungen bezüglich der dann hohen Sauerstoffgehalte im Verbringgebiet zu rechnen ist.

Nährstoffe, die im Porenwasser des Baggergutes vorliegen oder dort an Partikeln schwach adsorbiert sind, werden beim Verbringvorgang und bei der anschließenden Verdriftung in den Wasserkörper eingemischt. Diese eluierbare Fraktion kann potenziell bei der Verbringung des Baggergutes in kurzer Zeit freigesetzt werden und somit zur möglichen Nährstofferhöhung im Bereich der Verbringstelle beitragen. Bei der Verbringung von Baggergut wird vor allem das im Porenwasser gelöste und am Feststoff schwach adsorbierte Ammonium in den Wasserkörper eingebracht. Die abgeschätzte Erhöhung des gelösten Stickstoffes liegt für die 1,5 bis 2,5 Mio. t-Szenarien im Bereich von unter 1 %, im Vergleich zu den mittleren sommerlichen anorganischen Stickstoffkonzentrationen im Wasserkörper des 12 km Kreises um die Tonne E3. Bezogen auf den 10-Perzentilwert der Hintergrundkonzentration für den Stickstoff liegen die Erhöhungen bei wenigen Prozent. Daher bewirkt die Verbringung eine nur geringe Erhöhung der Nährstoffkonzentration im 12 km Kreis um die Tonne E3. In Zeiträumen mit Nährstofflimitierung, üblicherweise im Spätsommer, kann dadurch das Algenwachstum gefördert werden. Weiter entfernte Bereiche der Verbringstelle sind auf Grund der großen Verdünnung nicht durch Nähstofferhöhungen betroffen. Über den Winter hin nimmt die Konzentration an Nährstoffen in der Deutschen Bucht durch Einträge aus Flüssen und die Remineralisierung des organischen Materials zu. Somit fällt die relative Erhöhung der Nährstoffgehalte durch die Einbringung von Baggergut in den Wintermonaten deutlich geringer aus. Nährstoffeinträge im Winter wirken nicht direkt eutrophierend, da keine Nährstofflimitierung, sondern eine Licht- und Temperaturlimitierung der Algenaktivität besteht.

Das Phytoplanktonwachstum ist beeinflusst von der Lichtintensität, der Wassertemperatur und der Verfügbarkeit von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor). Der Eintrag von nährstoffreichem Baggergut während der Vegetationszeit des Phytoplanktons kann, gerade unter nährstofflimitierten Bedingungen, zu einem Algenwachstum beitragen. Der Eintrag von Schwebstoffen bewirkt eine Lichtlimitierung der Photosyntheseaktivität, was wiederum eine Verminderung des Phytoplanktonwachstums hervorruft. Unter Berücksichtigung dieser beiden gegenläufigen Wirkpfade ist eine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse in der Vegetationsperiode nicht zu erwarten, weder im 12 km Kreis um die

Tonne E3 noch in den angrenzenden Gebieten. Auch eine Änderung der Artenzusammensetzung auf der Verbringstelle und im Nahbereich ist nicht zu erwarten. In den Wintermonaten, also außerhalb der Vegetationszeit, ist durch die Verbringung von Baggergut keine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse zu erwarten.

Additive Effekte der zuvor beschriebenen Auswirkungen der Verbringungen auf den Sauerstoff, die Nährstoffe und Phytoplankton innerhalb des Prognosezeitraums von zehn Jahren sind nicht zu erwarten, da die hohe Dynamik, bedingt durch eine ausgeprägte Saisonalität und den starken Wasseraustausch im Verbringgebiet, keine langfristige Summation von Auswirkungen erwarten lässt. Für eine Beurteilung der Auswirkungen der Baggergutverbringung über einen Zeitraum von zehn Jahren müssen jedoch auch die Veränderungen der Hintergrundwerte für den Sauerstoff, die Nährstoffe und Phytoplankton betrachtet werden. Für den Sauerstoff ist das sommerliche Auftreten von langanhaltenden Schichtungen in der deutschen Nordsee ein Aspekt, der bei einer langfristigen Betrachtung zu beachten ist. Nehmen Schichtungsereignisse in Zukunft zu, muss mit geringeren Hintergrundgehalten für den Sauerstoff in der unteren Wasserschicht gerechnet werden. Dies würde, bei geltender Reglung, zu einer Zunahme der Ausfallzeiten der Baggergutverbringungen vorrangig im Spätsommer führen. Für die Nährstoffe könnten langfristig abnehmende Hintergrundgehalte bedingt durch verringerte Einträge aus den Flüssen, die relative Wirkung des verbringbedingten Nährstoffeintrags verstärken. Auch dies könnte am ehesten in den Spätsommermonaten mit allgemein geringen Nährstoffgehalten wirksam werden. Häufiger auftretende heiße und trockene Sommer können das Phytoplanktonwachstum durch höhere Temperaturen und eine bessere Lichtversorgung fördern und einen Einfluss auf die Hintergrundgehalte der Phytoplanktonbiomasse haben.

Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

Schadstoffe

Dieser Auswirkungsprognose wird eine Schadstoffbelastung des Baggergutes zugrunde gelegt, die sich aus den, entsprechend der vorgesehenen Baggergutzusammensetzung gewichteten, mittleren Schadstoffkonzentrationen der Zeiträume 2008 - 2018 (schlechtere Baggergutqualität) und 2016 - 2021(bessere Baggergutqualität) ergibt. Bei einer Bewertung nach GÜBAK sind beide angenommenen Baggergutqualitäten in den Fall 3 einzuordnen. Die Richtwert (R)2-Überschreitungen ergeben sich in beiden Fällen für die Parameter p,p`-DDT, p,p`-DDE, p,p‘-DDD, für die schlechtere Baggergutqualität zusätzlich für Hexachlorbenzol. Hinzu kommen für beide Qualitäten R1-Überschreitungen der Parameter Cadmium, Kupfer, Quecksilber, Zink, Summe 7 PCB und TBT. Bei der besseren Qualität wird der R1 für HCB überschritten. Bei der schlechteren Qualität wird der R1 bei a-HCH, Pentachlorbenzol und PAK Summe 16 überschritten. Auch Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor überschreiten die GÜBAK-Richtwerte in beiden angenommenen Baggergutqualitäten.

Um mögliche Beeinträchtigungen der Sedimentqualität der Gewässersohle zu erkennen, wurden für sämtliche BZR Ausgangskonzentrationen der betrachteten Parameter abgeleitet. Dazu wurden vorhandene Messwerte anhand geostatistischer Verfahren (KRIGING) räumlich interpoliert und für jeden BZR zu Einzelwerten aggregiert. Berücksichtigung fanden die nach GÜBAK (2009), OSPAR oder nach Anlage 6 der OGewV (2016) bewertungsrelevanten Stoffe.

Weitere Eingangsgrößen in die Beurteilung sind die modellgestützten 10 Jahres Prognosen für die verbringungsbedingten Sedimentablagerungen sowie die erwarteten Schadstoffgehalte des zu verbringenden Baggerguts. Aus den Werten für die Ausgangskonzentration, der Sedimentablagerung (im Nachfolgenden auch als Baggergutauflage bezeichnet) und die Baggergutqualität ergeben sich

Hinweise für welche BZR sich rechnerisch messtechnisch erfassbare Konzentrationszunahmen ergeben könnten. Als Worst-Case-Betrachtung wurden für dieses formalisierte quantitative Vorgehen zunächst für jeden BZR das 95. Perzentil der prognostizierten Baggergutauflagen verwendet. Mit diesem formalisierten Vorgehen, welches auf Worst-Case Annahmen basiert, konnten für fast alle BZR Auswirkungen auf die Sedimentqualität ausgeschlossen werden. Bei den Ausnahmen hiervon handelt es sich zum einen um BZR, in dem die Verbringstelle liegt und zum anderen um solche BZR, für welche in den Modellrechnungen mit Abstand die größten Baggergutauflagen prognostiziert wurden. Es handelt sich hierbei jedoch um Sedimentablagerungen in stets sehr kleinräumigen Bereichen, in denen Strömung und Sedimentation durch wasserbauliche Anlagen wie Häfen, Buhnenfelder oder kleinere Rinnen lokal geprägt sind. Die Prognosefähigkeit des großräumig konzipierten BAW-Modells stößt auf solchen kleinen Flächen an modelltechnische Grenzen insbesondere mit Blick auf das Vorgehen bei der Erstellung der Langzeitprognose für die Sedimentablagerungen (s.o. Grundlagen der Auswirkungsprognose).

Hiervon unter anderem betroffen sind die BZR 349_Grimmershoerner_Bucht und BZR 350_Cuxhaven_Hafen. Die rechnerischen Prognosen messtechnisch erfassbarer Zunahmen der Schadstoffbelastung stehen allerdings im Widerspruch zu Ergebnissen, der in dem Bereich gelegenen Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake, an der sich, trotz der Baggergutverbringungen bei Tonne E3 seit 2005, für eine Vielzahl von Schadstoffen tendenziell rückläufige Konzentrationen beobachten lassen.

Im Bereich der Verbringstelle Tonne E3 werden die Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten seit Beginn der Baggergutverbringungen im Rahmen des verbringungsbegleitenden Monitorings regelmäßig untersucht. Die Ergebnisse zeigen insgesamt, dass eine verbringungsbedingte Zunahme von Schadstoffkonzentrationen bisher auf den Bereich der Verbringstelle begrenzt blieb und nicht über den Bereich von 2 - 3 km um das Verbringzentrum hinaus feststellbar ist.

Für die Auswirkungsprognose unmittelbar auf der Verbringstelle und im Nahbereich wurden vorhandene Messwerte des verbringungsbegleitenden Monitorings verwendet. Damit wurde für jede bisher durchgeführte Monitoringkampagne die Größe der Fläche abgeschätzt, auf der eine verbringungsbedingte Zunahme von Schadstoffkonzentrationen zu erwarten ist. Für die Jahre 2018 - 2021 ergibt sich eine Fläche mit einer Größe von bis zu 30 km^2, auf der von einem nachweisbaren Schadstoffeintrag auszugehen ist. Um Prognosen für die zukünftig betroffene Fläche machen zu können, wurden die ermittelten Flächengrößen für die drei betrachteten Mengenszenarien anhand der Menge verbrachten Baggergutes extrapoliert. Für die drei betrachteten Mengenszenarien ist davon auszugehen, dass am Ende des Betrachtungszeitraumes von 10 Jahren auf einer Fläche von ca. 60, 70 bzw. 80 km^2 im Nahbereich um die Verbringstelle verbringungsbedingte Schadstoffeinträge nachweisbar sein werden. Eine genaue Prognose zur Lage der Fläche ist nicht möglich, jedoch ist tendenziell von einer dominierenden Ausbreitung nach NW und SE auszugehen.

Zur Überwachung der Belastung der Sedimente mit Schadstoffen soll in den Bereichen, in denen sich Auswirkungen durch die Baggergutverbringung nicht ausschließen lassen, ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden. Hier wäre ein jährliches Untersuchungsintervall anzustreben. Dieses sollte möglichst immer zur gleichen Jahreszeit durchgeführt werden.

<u>Ökotoxikologie</u>

Als Datenbasis für die Prognosen zum ökotoxikologischen Belastungspotenzial dienen insgesamt 608 Sediment- und Baggergutuntersuchungen, die den Baggerbereichen entstammen und 915 Sedimentuntersuchungen, die im Zuge des Monitorings bei Tonne E3 erhoben worden sind.

Die Prognosen werden mit zwei leicht unterschiedlich belasteten Baggergutqualitäten für die zwei Zeiträume der Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021 durchgeführt, das Vorgehen ist analog zu den Schadstoffen. Hierbei weist das Baggergut des zweiten Zeitabschnittes eine leicht geringere Belastung auf, als das des ersten Abschnittes (2008 - 2018: Toxizitätsklasse 1,4 und 2016 - 2021 Toxizitätsklasse 1,1).

Als Hintergrundbelastung in den BZR wird die Toxizitätsklasse 0 angenommen. Diese Annahme, wie auch die weiteren Festlegungen (z. B. 95. Perzentil der modellgestützten Prognosen für die Sedimentablagerungen), erfolgen im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung. Prognostizierte Auswirkungen werden daher eher überschätzt.

Bei der Prognose für den Nahbereich auf Basis der bisherigen Monitoringuntersuchungen ist für diesen keine Verschlechterung der ökotoxikologischen Sedimentqualität abzuleiten. Die bis dato durchgeführten Monitoringuntersuchungen zeigen hier bislang lediglich temporär auftretende Effekte.

In der Prognose für den Fernbereich von Set 3 werden für den BZR 350 Cuxhaven Hafen und BZR 357 Tideelbe vor Brunsbüttel potenzielle Erhöhungen ermittelt. Ob diese tatsächlich nachweisbar sein werden, ist fraglich, da die hier vorhandene Sedimentqualität auch heute schon nicht durchgehend mit Toxizitätsklasse 0 belastet sind. Die Annahmen sind somit durch die applizierte Worst-Case-Betrachtung eher überschätzend, man beachte hierzu die vorangestellten Hinweise zur Prognose der Sedimentablagerungen im Kapitel Schadstoffe.

Gemäß den durchgeführten Prognosen sind für die Berechnung mit den Daten des 95. Perzentils maximal für drei BZR leichte Auswirkungen zu erwarten. Werden für die Prognosen jedoch die Daten der Median-Auflagen zu Grunde gelegt, ergeben sich für keinen BZR negative Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial.

Seitens der Ökotoxikologie ist für die Durchführung der Verbringungsmaßnahme ein begleitendes, regelmäßiges Monitoring erforderlich. Das Monitoringprogramm an der Verbringstelle Tonne E3 muss daher fortgeführt werden. Bei der Konzeption des Monitorings in den potenziell betroffenen BZR sind insbesondere die Gebiete zu untersuchen, in denen es zu hohen Feinkornauflagen des Baggergutes kommt.

Bioakkumulation

Auf der Verbringstelle und im Nahbereich ist für jedes Mengenszenario der geplanten Baggergutverbringung mit zunehmend nachweisbaren Effekten auf die Bioakkumulation zu rechnen. Die Konzentration der für das Baggergut typischen Schadstoffe wird sehr wahrscheinlich in Biota steigen und in größerer Entfernung zum Verbringzentrum nachweisbar sein (3 km-Radius wahrscheinlich, 6 km-Radius nicht auszuschließen). Zusätzlich ist davon auszugehen, dass Effekte für weitere Analyten messbar sind und Effekte längerfristig anhalten. Von baggergutbedingten Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen in Biota ist jedoch nicht auszugehen.

Jenseits der Monitoringstellen um Tonne E3 ist die Datengrundlage zur Bioakkumulation sehr gering und es können nur verbal-argumentative Abschätzungen anhand der Schadstoffkonzentration in den Sedimenten getätigt werden. Auf dieser Grundlage können im BZR 349_Grimmershoerner Bucht baggergutbedingt erhöhte Anreicherungen nicht ausgeschlossen werden.

Fauna

Makrozoobenthos

Im Rahmen des bisherigen verbringungsbegleitenden Monitorings wurden Veränderungen der Benthosgemeinschaft unmittelbar auf der Verbringstelle beobachtet, jedoch keine starke „Verödung" der Besiedlung. Dabei wurden Beeinträchtigungen auf das Makrozoobenthos wie leicht verringerte mittlere Artenzahl, mittlere Abundanz, Diversität und Dominanz höchstens in einen Radius von 1-km um die Verbringstelle festgestellt. Bei gleichbleibender Beaufschlagung (ca. 1,5 Mio. t TS/a) der genutzten VZ ist auch in Zukunft nicht mit einer über den 1-km-Radius hinausreichenden Beeinträchtigung der Benthosgemeinschaft zu rechnen. Auch für die weiteren Mengenszenarien (2,0 und 2,5 Mio. t TS/a) ist eine wesentlich über den 1-km-Radius hinausreichende Beeinträchtigung der Benthosgemeinschaft unwahrscheinlich.

Für Bereiche zwischen 3 und 6 km Entfernung zur Verbringstelle werden kleinräumig Sedimentablagerungen in der Größenordnung von einigen Millimetern prognostiziert. Für Bereiche zwischen 6 und 12 km Entfernung zur Verbringstelle liegt die Prognose bei maximal 2 mm, häufig jedoch < 1 mm. Diese Werte liegen etwa in der Größenordnung der „natürlichen" Sedimentation, die für das Schlickfallgebiet mit ca. 1,6 mm/Jahr (Scheuerle 2004) angegeben wird. Bei einer so geringen Sedimentationsrate ist nicht zu erwarten, dass ein Einfluss auf die Makrozoobenthosfauna sichtbar wird; die hohen natürlichen Abundanzschwankungen der Makrozoobenthosfauna werden es wahrscheinlich unmöglich machen, verbringungsbedingte Effekte über den 1-km Ring hinaus zu erkennen.

Hinsichtlich der Anreicherung von Schadstoffen in der Makrozoobenthosfauna ist für keines der geprüften Mengenszenarien damit zu rechnen, dass potentielle Wirkungen auf Populationsebene sichtbar werden. Die hohen natürlichen Abundanzschwankungen machen eine Identifikation verbringungsbedingter Effekte sehr unwahrscheinlich.

Fische

Im Bereich der VS Tonne E3 können sich insbesondere die mit den Verbringungen verbundenen Störungen und ein reduziertes oder verändertes Angebot benthischer Nahrungsorganismen beeinträchtigend auf Fische auswirken. Diese Auswirkungen sind bei allen Szenarien auf die jeweils beaufschlagten Verbringstellen und deren unmittelbare Umgebung (1-km Radius) beschränkt. Sie betreffen dort einzelne Individuen, Auswirkungen auf Bestandsebene sind nicht zu erwarten. Zudem hat das Gebiet um die Tonne E3 keine besondere fischökologische Funktion, z. B. als Laichgebiet oder als besonders wichtiges Nahrungsgebiet (BioConsult 2022).

Diese Einschätzungen gelten auch für besonders und streng geschützte Arten mit Nachweis oder potenziellem Vorkommen im Untersuchungsgebiet sowie für Fisch- und Neunaugenarten, deren Status in nahe gelegenen FFH-Gebieten erhalten werden soll und die das Gebiet um Tonne E3 zeitweilig aufsuchen/durchwandern (z. B. Finte).

Avifauna

Die Auswirkungen der Baggergutverbringung an der VS Tonne E3 auf die Avifauna werden insgesamt als sehr gering eingeschätzt. Verbringungsbedingte Störungen und Vergrämungen von Seevögeln durch Schiffsverkehr werden auf vereinzelte Seevögel begrenzt bleiben. Negative Auswirkungen auf die Nahrungsverfügbarkeit von Seevögeln sind praktisch nicht zu erwarten. Eine relevante Beeinträchtigung von Seevögeln durch erhöhte Trübung ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Die Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung im weiteren Umfeld des Verbringungsbereiches bei Tonne E3 kann als relativ gering eingeschätzt werden, da sie sich bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken und die Individuendichte der Vögel im Verbringbereich relativ gering ist. Von einer akuten Gefährdung von Vögeln durch die Baggergutverbringung ist in keinem der betrachteten Mengenszenarien auszugehen.

Meeressäuger

Die Auswirkungen der Baggergutverbringung an der VS Tonne E3 auf Meeressäuger werden als sehr gering eingeschätzt. Von einer akuten Gefährdung durch die Baggergutverbringung ist in keinem der drei betrachteten Mengenszenarien auszugehen. Ein erhöhtes Kollisionsrisiko für Meeressäuger mit Schiffen auf Grund des Baggerschiffverkehrs wird als sehr unwahrscheinlich angesehen. Lokale Vergrämungen einzelner Individuen, v. a. durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe, müssen als möglich betrachtet werden. Hieraus ergeben sich jedoch insgesamt wahrscheinlich keine relevanten negativen Auswirkungen auf Meeressäuger. Ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit für Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale sollte auf Grund der nur schwach ausgeprägten und räumlich begrenzten Auswirkungen auf Fische und das Makrozoobenthos vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger nicht gegeben sein. Negative Auswirkungen auf die Meeressäuger durch erhöhte Schwebstoffgehalte sind auf Grund ihrer Fähigkeiten, sich bei reduzierter Sichtweite zu orientieren und zu ernähren sowie der räumlich begrenzten verbringungsbedingten Trübungszunahme unwahrscheinlich. Eine Beeinträchtigung von Meeressäugern durch die erhöhte Schadstoffbelastung im näheren Umfeld der Verbringstelle wird als gering eingeschätzt, da sie sich bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie die Verbringstelle beschränken.

Vegetation

Der Fokus der Auswirkungsprognose liegt im Fachkapitel Vegetation auf den sensiblen, im Wattenmeer lebenden Seegrasvorkommen. Dabei schließt der Bezugsraum der Auswirkungsprognose alle Bilanzierungsräume mit potenziellen und rezenten Seegrasvorkommen der jüngsten Seegrasbestandserfassungen (2008, 2013, 2019) ein. Im gesamten Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer sind die Seegrasbestände im letzten Jahrzehnt zurückgegangen. Der stark rückläufige Trend zeichnete sich bereits 2013 ab. Die Ursachen dafür sind nicht unmittelbar ableitbar. Die Seegräser im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer sind hingegen in einem stabilen Zustand.

Eine verbringungsbedingte Zunahme der gelösten Nährstoffkonzentrationen wird in den küstennah gelegenen, seegrasrelevanten Bereichen auf Grund der großen Entfernung zur Verbringstelle ebenso wenig erwartet wie eine relevante Freisetzung von Nährstoffen aus zur Ablagerung kommenden Baggergutsedimenten. Direkte Auswirkungen auf die Physiologie des Seegrases aufgrund einer erhöhten Nährstoffbelastung können somit ausgeschlossen werden. Mit einer verbringungsbedingten

Zunahme der mit den Seegrasvorkommen um Licht konkurrierenden Algenbiomasse ist gleichfalls nicht zu rechnen.

Als maßgeblicher Wirkpfad möglicher Beeinträchtigungen rezenter Seegrasvorkommen durch die Baggergutverbringung auf der VS Tonne E3 wird die Lichtlimitierung infolge der prognostizierten relativen Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehaltes betrachtet. Dabei ist insbesondere die Tiefenverbreitung von *Zostera marina* lichtlimitiert. Die Effekte auf das Lichtklima werden für zwei Zeitfenster (bis 1.9. – Hauptwachstumsphase bzw. bis 30.9. – inkl. des Zeitraums der angehenden Vegetationsruhe) hergeleitet. Dabei fallen die Prognosen für die maximale verbringbedingte Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehaltes in den seegrasrelevanten BZR bis Ende August deutlich geringer aus, als im Zeitraum bis Ende September (vgl. Prognose Schwebstoffgehalte). Für alle Szenarien werden somit im Zeitraum der photosynthetischen Stoffproduktion (April/Mai – Ende August) verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhungen bei Dauerstufe 2 Wochen unterhalb von 1 mg/l im Maximum prognostiziert, die messtechnisch nicht nachweisbar wären. Für den Zeitraum bis Ende Juni können Auswirkungen ausgeschlossen werden, da die Szenarien eine Verbringung von Baggergut erst ab Juli beschreiben. Daraus wird eine nur geringfügig und zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert. Davon betroffen sind ausschließlich die BZR 340, 339, 332, 331 und ferner die BZR 338, 320, 318 und 312. Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes und der eher überschätzenden Wirkung, werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen. Ein aufgrund des geringfügig schlechteren Lichtklimas nicht gänzlich auszuschließender, geringer Verlust an potenziell besiedelbarem Lebensraum für die Art. *Z. marina* im künftigen Besiedlungsvorgang (Prognose 10 Jahre) wird gleichfalls vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes (vgl. Kapitel 5.6) als nicht erheblich gewertet. Der zeitliche Abstand zwischen der maximalen Zunahme der Schwebstoffgehalte in den letzten zwei Septemberwochen und einer daraus resultierenden Verringerung der Lichteindringtiefe legt jedoch den Schluss nahe, dass es in der Hauptwachstumsphase der Seegräser (April/Mai – Ende August) nicht zu einer Überschreitung der vorgegebenen Baggergutmenge und Intensitäten kommen darf (siehe Kapitel 5.1.1., dort Abbildung 5.-1. zu Intensitäten, Kapitel 7.1 und 7.2.3). Ebenso wenig darf ein früherer Beginn der Verbringung ab etwa April, was einen Nachlauf der verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung in die Keimzeit und Hauptwachstumsphase der Seegräser zur Folge haben könnte, in Betracht gezogen werden. Eine Verbringung im Zeitraum vor 1. Juli ist jedoch nicht vorgesehen.

Es wird eine Überprüfung und ggf. Überarbeitung der Aussagen nach fünf Jahren und auf Grundlage weiterer verfügbarer Daten (vgl. Monitoringempfehlung, Kapitel 7.3.6, neue Gesamtbestandserfassungsdaten 2024/2025) empfohlen.

Da für die identifizierten seegrassensitiven BLZ für den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren

- eine verbringungsbedingte Sedimentablagerung nur lokal und
- mit einer maximalen Mächtigkeit von nur wenigen mm prognostiziert wird und
- die Mächtigkeit der Ablagerung um Größenordnungen kleiner ist als die natürliche Morphodynamik und damit vollständig von anderen Sedimenten wieder überlagert wird,

ergeben sich bei den hier geprüften Szenarien keine Auswirkungen auf die Seegräser.

Auswirkungen auf die tidebeeinflusste, (semi-)terrestrische Vegetation der Ufer an und unterhalb der MThw-Linie können ausgeschlossen werden, da sie gegenüber den als maßgeblich identifizierten Wirkfaktoren weitestgehend unempfindlich sind.

Bezüglich der Makroalgenbestände („sonstige marine Makrophyten“) in direkter Umgebung von Helgoland werden sowohl für den maßgebenden Wirkpfad „Schwebstoffgehaltserhöhung/Lichtlimitierung“ als auch für die übrigen im Kapitel Vegetation betrachteten Wirkpfade sehr geringe Auswirkungen prognostiziert, die als nicht erheblich gewertet werden.

Naturschutzfachliche Belange

Natura 2000

Gemäß § 34 BNatSchG wurde geprüft, ob durch die geplante Baggergutverbringung zur Verbringstelle bei Tonne E3 (der außerhalb von Natura 2000-Gebieten liegt) die Erhaltungsziele eines der im Folgenden aufgeführten Natura 2000-Gebiete erheblich beeinträchtigt werden können.

FFH-Gebiete

- Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)
- Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2306-301)
- Unterelbe (DE-2018-331)
- Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392)
- NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)
- Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391)
- Steingrund (DE-1714-391)

EU-Vogelschutzgebiete

- Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE-2210-401)
- Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491)
- Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)
- Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)
- Unterelbe (DE-2121-401)
- Unterelbe bis Wedel (DE-2323-401)
- Östliche Deutsche Bucht (1011-401)

Für landseitige FFH-Lebensraumtypen (nach Anhang I der FFH-Richtlinie) sowie ausschließlich (semi-) terrestrisch vorkommende Tier- und Pflanzenarten (nach Anhang II der FFH-Richtlinie und Anhang I Vogelrichtlinie) sind Auswirkungen aus den Wirkpfaden der Baggergutverbringung bei der VS Tonne E3 auszuschließen. Hingegen wurden für die im aquatischen bzw. semiaquatischen Bereich vorkommenden Lebensraumtypen

- 1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser
- 1130 Ästuarien
- 1140 Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
- 1150 Lagunen des Küstenraumes (Strandseen)
- 1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)
- 1170 Riffe
- 1210 Einjährige Spülsäume
- 1220 Mehrjährige Vegetation der Kiesstrände
- 1310 Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)
- 1320 Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae)

> 1330 Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

sowie die Arten

> *Alosa fallax* Finte
> *Aspius aspius* Rapfen
> *Coregonus oxyrinchus* Schnäpel
> *Halichoerus grypus* Kegelrobbe
> *Lampetra fluviatilis* Flußneunauge
> *Lutra lutra* Fischotter
> *Oenanthe conioides* Schierlings-Wasserfenchel
> *Phoca vitulina* Seehund
> *Phocoena phocoena* Schweinswal
> *Petromyzon marinus* Meerneunauge
> *Salmo salar* Lachs (nur im Süßwasser)

und die Seevogelarten der Vogelschutzgebiete auf Basis der Ergebnisse der Auswirkungsprognosen der Fachkapitel 5.1 bis 5.6 potentielle Beeinträchtigungen ermittelt und bewertet.

Durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 werden die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse und Strukturen der Nordsee und deren ungestörte und natürliche Entwicklungsdynamik nicht beeinträchtigt. Die für die Bereiche innerhalb der Natura 2000-Gebiete prognostizierten verbringungsbedingten geringmächtigen Sedimentablagerungen von wenigen Millimetern sind zu gering, um Verlandungsprozesse zu bewirken oder messbar zu beschleunigen oder die Sedimentverteilung und -zufuhr zu verändern. Potentielle Wirkungen werden hier durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Die Lebensräume in den Natura 2000 Gebieten, insbesondere die der Wattbereiche mit seinen vielfältigen und wertvollen Laich-, Liege-Aufzuchtsgebieten, Brut- und Rastplätzen sowie dem Nahrungsangebot werden hierdurch nicht erheblich beeinträchtigt.

Für den Bereich des Altenbrucher Bogen (BZR 351) im FFH-Gebiet wurde zwar eine Sedimentauflage von 4,5 cm (95. Perzentil, 10 Jahre) berechnet, dieser kleinräumigen Prognose liegen jedoch modelltechnisch vereinfachende Annahmen aber auch weitere Festlungen zugrunde, die einer Worst-Case Betrachtung entsprechen. Die beobachtete natürliche Entwicklungsdynamik führt im Vergleich zu Veränderungen in einer ganz anderen Größenordnung und Intensität in wesentlich kürzeren Zeiträumen (vgl. Kapitel 4.1.4). Es kann daher ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten verbringbedingten Baggergutauflagen die natürliche Entwicklungsdynamik, morphologischer Strukturen (wie z.B. Watten, Priele, Sandbänke und damit ästuartypische Biotoptypen), der Sedimentverteilung und damit der sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können. Je nach Mengenszenario und angenommener Baggergutqualität auf Grundlage der auf 10 Jahre skalierten Modellergebnisse ergeben sich für einzelne Parameter in diesem BZR rechnerisch prognostizierte Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert (Schwellenwert = Ausgangskonzentartion + erweiterte Messunsicherheit) der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen. In gleicher Weise wie zuvor ist das eine unmittelbare Folge der Prognose für die Sedimentauflage. Im Widerspruch dazu zeigt die Auswertung zur Verfügung stehender Messwerte, dass die seit 2014 kontinuierliche Baggergutverbringung bei Tonne E3 zu keinen erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Bereich stromauf von Cuxhaven geführt hat. Bei Betrachtung der realitätsnäheren $Prognose_{2018}$ (vgl. Kapitel 5.4.1) werden für diesen BZR keine rechnerisch prognostizierten Konzentrationserhöhungen ermittelt. Daher werden auch für zukünftige Verbringungen

mit ähnlichen Baggergutmengen und -zusammensetzung keine messbaren Schadstofferhöhungen und keine relevanten Auswirkungen auf die Bioakkumulation erwartet.

Im sensitivsten Zeitraum des Pflanzenwachstums werden bei den prognostiziert geringfügigen relativen Schwebstoffgehaltserhöhungen (in Relation zu den Hintergrundgehalten) im Maximum nur geringfügige und zudem zeitlich limitiert auftretende Änderungen der Lichteindringtiefe von < 10 cm (kumulativ im Worst-Case-Fall bis etwa 15 cm) erwartet. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die rezenten Seegrasvorkommen dadurch negativ beeinträchtigt werden. Im Prognosezeitraum von 10 Jahren können jedoch geringe Auswirkungen, insb. auf die Tiefenverbreitung von *Zostera marina* (als charakteristische Art des LRT 1140) nicht ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.6), diese werden jedoch als unerhebliche Beeinträchtigung bewertet. Andere charakteristische Arten, wie z. B. das Makrozoobenthos werden außerhalb des Verbringstellen- und Nahbereichs nicht beeinträchtigt. Auch die Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf den Bereich der Verbringstelle und ihrer unmittelbaren Umgebung und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Die Auswirkungen auf die Seevögel sind gleichfalls auf diesen Bereich begrenzt, die Individuendichte dort ist relativ gering und es ist kein Mausergebiet. Die große Gewässertiefe ist nur bedingt zur Jagd geeignet und es stehen zahlreiche Ausweichflächen zur Verfügung, so dass es keine negativen Auswirkungen der Nahrungsverfügbarkeit gibt. Auch durch Schadstoffbelastung ist keine Beeinträchtigung zu erwarten. Die Vogelschutzgebiete befinden sich in einer Entfernung von mehr als 8 km zu den Verbringzentren, so dass innerhalb der Schutzgebiete erhebliche Auswirkungen auf die Avifauna ausgeschlossen werden können. Das Kollisionsrisiko des Baggerschiffsverkehrs mit den Meeressäugern Schweinswal, Seehund und Kegelrobbe erhöht sich aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und der verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben.

Insgesamt führt das Projekt „Baggergutverbringung auf der VS Tonne E3“ weder einzeln noch im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen zu erheblichen Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele eines FFH-Gebiets (Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung) oder eines Europäischen Vogelschutzgebietes.

Gesetzlich geschützte Biotope

Nach § 30 Abs. BNatSchG sind Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der gesetzlich geschützten Biotope führen können, verboten. Zu den gesetzlich geschützten Biotopen, die potentiell von den Vorhabenwirkungen betroffen sein können, gehören „Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich“, „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“, „Riffe, sublitorale Sandbänke“, „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ sowie „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“. Nur eine kleine Fläche, ca. 1,5 km östlich der Verbringstelle, mit potentiellem Vorkommen des geschützten Biotops „Artenreiche Kies-, Grobsand und Schillgründe“ liegt in einem Bereich, in dem Auswirkungen der Verbringungen messbar sein können. Da dieser Bereich vom BfN (https://www.mdi-de.org/mapapps/resources/apps/mdide_natur_environment/index.html?lang=de) aber nicht als geschütztes Biotop ausgewiesen ist, die bisherigen Monitoringergebnisse zur Verbringung bei Tonne E3 (BfG 2022) bis zum 2 km-Kreis kein Vorkommen von Kies-, Grobsand- und Schillgründen und kein Vorkommen der für dieses Biotop charakteristischen Makrozoobenthosarten aufweisen, ist davon

auszugehen, dass diese Fläche nicht den Kriterien des Biotoptyps „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ erfüllt.

Auf weiter entfernten Flächen können die oben aufgeführten geschützten Biotope vorkommen. Die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkungen (vgl. Kapitel 5.1 bis 5.6) sind jedoch nicht geeignet, zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung dieser geschützten Biotope zu führen.

Besonderer Artenschutz

Für die Verbringung von Baggergut bei der Tonne E3 muss sichergestellt werden, dass infolge der Durchführung die Verbotstatbestände bzw. Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) für die besonders bzw. streng geschützten Arten nicht verletzt werden. Potenziell relevante Wirkungen auf die geschützten Arten und die Verbotstatbestände sind beschränkt auf den Bereich der Verbringstelle und dessen unmittelbare Umgebung, sowie auf die Meeressäuger bezüglich der Wirkfaktoren Lärm, visuellen Wirkungen und Kollision mit Baggerschiffen und zusätzlich die Fahrrinne mit angrenzenden Bereichen. In diesem Bereich vorkommende besonders geschützte Arten sind bei den Fischen und Rundmäulern Einzelexemplare: Europäischer Stör und Flussneunauge sowie Aal, Nordseeschnäpel und Meerneunauge, bei den Meeressäugern die Kegelrobbe und der Schweinswal (letztere ist streng geschützt), sowie die in Kapitel 4.4.3 „Avifauna“ aufgeführten europäischen Seevogelarten. Zusammenfassend sind Individuenverluste oder Verletzungen der besonders und streng geschützten Arten infolge der Verbringung von Baggergut sehr unwahrscheinlich. Das allgemeine Lebensrisiko der Tiere wird nicht signifikant erhöht. Von einer Verletzung des Störungsverbotes ist für die geplante Maßnahme nicht auszugehen, da höchstens sehr geringe Störwirkungen auftreten können, die keine Auswirkungen auf die lokalen Populationen der relevanten Arten entfalten. Die weit von der Verbringstelle entfernten Fortpflanzungs- und Ruhestätten der besonders geschützten Arten werden nicht von den Wirkungen der Baggergutverbringung beschädigt oder zerstört. Die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 BNatSchG für besonders bzw. streng geschützte Arten werden also nicht verletzt und Maßnahmen zur Vermeidung und Schadensminderung sowie zum Funktionserhalt sind nicht erforderlich.

Eingriffsregelung

Da bezüglich der Eingriffsregelung je nach Baggergutherkunft (Hafengewässer, Delegationsstrecke, Bundeswasserstraße) unterschiedliche Rechtsgrundlagen gelten, erfolgt die Prüfung eines mit der Baggergutverbringung möglicherweise verbundenen Eingriffstatbestandes gemäß der §§ 14 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in Verbindung mit den §§ 8 bis 11 des Landesnaturschutzgesetzes Schleswig-Holstein (LNatSchG) nicht in dieser Auswirkungsprognose, sondern gesondert im Antrag der HPA bzw. im Anschreiben der WSV zur Herstellung des naturschutzfachlichen Benehmens und hinsichtlich des wasserwirtschaftlichen Einvernehmens.

Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Die Bewertung von Auswirkungen der Baggergutverbringung zu VS Tonne E3 auf die Ziele der WRRL folgt dem „Leitfaden zur Erstellung des Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben der WSV an BWaStr“ (BMVI, 2019).

Die Baggerbereiche liegen mit jeweils unterschiedlichen Anteilen im OWK Elbe-Ost (DERW_DEHH_EL_01, kartographisch ein sehr geringer Anteil), im OWK Elbe-Hafen (DERW_DEHH_EL_02), im OWK Elbe-West (DERW_DESH_EL_03) und im OWK Nord-Ostsee-Kanal (DERW_DESH_NOK_0). Für die Baggerbereiche ist davon auszugehen, dass es zu morphologischen Veränderungen insbesondere zu Trübungserhöhung und Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen kommt. Ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot bzw. das Zielerreichungsgebot ist auszuschließen, da fortlaufend intensive Unterhaltungsarbeiten erfolgen und mögliche Wirkungen in die behördliche Zustandsbewertung eingeflossen ist. Die anstehende Erhöhung der Intensitäten ist nicht geeignet, auf Wasserkörperniveau mess- und beobachtbare Veränderungen auszulösen. Der gesteigerte Austrag von spezifisch höher belastetem Sediment bzw. Baggergut (spezifisch höher belastet als das Sediment auf der Verbringstelle und deren Umgebung) stellt tendenziell eine Verbesserung der Belastungssituation im Hafen dar, wird aber auf Wasserkörperniveau nicht messbar sein.

Die Verbringstelle Tonne E3 liegt im Bereich des OWK Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer). Darüber hinaus von Wirkungen der Baggergutunterbringung möglicherweise betroffen sind die Wasserkörper OWK Küstengewässer der Weser (Küstengewässer), OWK Küstenmeer der Weser (Hoheitsgewässer), OWK Westliches Wattenmeer der Elbe (Küstengewässer), OWK Östliches Wattenmeer der Weser (Küstengewässer), OWK Hakensand (Küstengewässer), OWK Tideelbe (Übergangsgewässer), OWK Außenelbe Nord (Küstengewässer), OWK Helgoland (Küstengewässer), OWK Piep Tidebecken (Küstengewässer), OWK Dithmarscher Bucht (Küstengewässer), OWK Küstenmeer der Eider (Hoheitsgewässer), OWK Eider Tidebecken (Küstengewässer), OWK Außeneider (Küstengewässer). Weitere OWK werden nicht betrachtet, da mess- und beobachtbare Veränderungen der Konzentrationen bewertungsrelevanter Stoffe auf Wasserkörperniveau nicht angenommen werden.

Grundlagen der Auswirkungsprognose sind die anhand der BAW-Modellierungen prognostizierten Baggergutauflagen und Zunahmen der Schwebstoffgehalte sowie sich daraus ergebende mögliche morphologische Veränderungen und zu erwartende Nähr- und Schadstoffeinträge.

Referenzzustand im Lichte des Verschlechterungsverbotes bzw. des Zielerreichungsgebotes sind die behördliche Einstufung im dritten Bewirtschaftungsplan (= Ist-Zustand) sowie die Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmenprogrammen des dritten Bewirtschaftungszyklus. Dort, wo keine Monitoringdaten der behördlichen Einstufung zur Verfügung stehen, werden hilfsweise Monitoringdaten vergleichbarer Zeiträume aus anderen behördlichen Datenquellen, insbesondere der MUDAB, der Ist-Zustandsbeschreibung zugrunde gelegt. Zur Bewertung der Auswirkungen auf die OWK wurden die Ergebnisse für das Bilanzierungsset 2 (WRRL- WK und Marine Reporting Units) herangezogen und zur Bewertung der Jahresdurchschnitts-UQN die Ergebnisse der Schwebstoffgehalte über 1 Jahr verwendet. Eine Hochskalierung auf 10 Jahre wurde dabei nicht durchgeführt.

Bezugsraum bzw. Bezugsort für die Verstoßprüfung sind nach BVerwG jeweils die OWK als Ganzes, also ihre Gesamtausdehnung bzw. das Gesamtvolumen. Die Verstoßprüfung erfolgt zusätzlich auch im Lichte der Vorgaben der LAWA Handlungsempfehlung zum Verschlechterungsgebot (LAWA, 2017) an den jeweiligen repräsentativen Messstellen.

Im Ergebnis wird ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot im OWK Küstenmeer Elbe (Unterbringungsbereich) ausgeschlossen, da im Maßnahmenprogramm für diesen OWK keine Maßnahmen vorgesehen sind. In den übrigen OWK werden die vorgesehenen Maßnahmen vom Vorhaben weder be- noch verhindert.

Ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim ökologischen Zustand bzw. ökologischen Potential kann sowohl mit Blick auf die komplette Ausdehnung der möglicherweise betroffenen OWK

als auch bei Betrachtung der repräsentativen Messstellen ausgeschlossen werden. Ein bewertungsrelevanter Einfluss des Vorhabens auf Abundanz und Artenzusammensetzung -biologischer Qualitätskomponenten kann sowohl im Bereich der Messstellen als auch großflächig mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Ein Abrutschen in die nächst schlechtere Bewertungsstufe ist nicht zu besorgen. Auch eine mess- bzw. beobachtbare weitere Verschlechterung bei bereits niedrigster Einstufung ist auf Wasserkörperniveau zu verneinen. Eine messtechnisch erfassbare, vorhabenbedingte Veränderung der Konzentrationen flussgebietsspezifischer Schadstoffe wird nicht ausgelöst, da im Baggergut die Schadstoffgehalte schon auf einem sehr geringen Niveau sind. Bei der Mehrzahl der hier relevanten OWK spielen flussgebietsspezifische Schadstoffe schon im Ist-Zustand keine Rolle.

Hinsichtlich des chemischen Zustandes kann ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot in allen möglicherweise betroffenen OWK für die Mengenszenarien 1,5 Mio. t TS/a und 2,0 Mio. t TS/a mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Für die Verbringung von 2,5 Mio. t TS/a kann ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand für die OWK „Eider Tidebecken“ und „Außenelbe Nord“ auf Grund einer möglichen weiteren Überschreitung der schon überschrittenen JD-UQN für Benzo(a)pyren nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Es wird daher als Vorkehrung empfohlen, das Szenario mit 2,5 Mio. t TS Baggergut an der Tonne E3 nicht umzusetzen. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass eine erhöhte Verbringungsintensität (über die im Modell hinausgehenden Intensitäten) im Zeitraum 1. Juli bis Ende August und ein, von den in den Kapiteln 7.1 und 7.2.3 ausgesprochenen Empfehlungen, abweichendes Handeln mögliche Auswirkungen auf die Einstufung der biologischen QK Wasserpflanzen in bestimmten Küstenwasserkörpern entfalten kann.

Zu beachten ist außerdem, dass der angestrebte Unterbringungszeitraum über den dritten Bewirtschaftungszyklus hinaus geht. Daher ist die Auswirkungsprognose für den Zeitraum nach 2027 dahingehend vorbehaltlich, dass zum derzeitigen Zeitpunkt die für die Beurteilung in dieser Auswirkungsprognose maßgeblichen Ist-Zustandsbewertungen des 4. Bewirtschaftungsplans sowie einschlägige Maßnahmen zur Zielerreichung des 4. Maßnahmenprogramms nicht vorliegen können. Auch sind ggf. wegfallende oder auch neu hinzukommende prioritäre und sonstige Schadstoffe derzeit nicht fassbar. Insofern wird bereits an dieser Stelle empfohlen, mit Veröffentlichung des Entwurfes der behördenverbindlichen Unterlagen zum 4. Bewirtschaftungszyklus, spätestens aber nach deren Veröffentlichung am 22.12.2027 die Prognosen für den verbleibenden Prognosezeitraum im Lichte der Unterlagen des 4. Bewirtschaftungszyklus zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Die Vorgaben zur Bewirtschaftung der Meeresgewässer gemäß der MSRL sind im Wasserhaushaltsgesetz (WHG), §§ 45a ff., umgesetzt. 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.

Zur Prüfung möglicher Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot und das Zielerreichungsgebot für die Meeresgewässer nach den Maßstäben der MSRL wurden die in den Fachkapiteln prognostizierten

und beschriebenen Auswirkungen auf relevante MSRL-Deskriptoren, MSRL-Umweltziele sowie MSRL-Maßnahmen betrachtet und bewertet.

Eine Verschlechterung des aktuellen Umweltzustands der deutschen Nordsee ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten, sofern bestimmte Vorkehrungsmaßnahmen eingehalten werden, wie die Intensivierung der Verbringung (Einsatz 2. Bagger) nicht vor August und die Verbringung einer jährlichen Menge von 2,5 Mio. t TS nicht umzusetzen.

Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot ergibt sich aus den prognostizierten Auswirkungen nicht. Die Erreichung des guten Umweltzustands wird nicht gefährdet. Der Schadstoffeintrag ist relativ kleinräumig. Das Vorhaben verhindert nicht die Erfüllung der übergeordneten und operativen Umweltziele. Ein Einfluss der Baggergutverbringung auf die Umsetzung der MSRL-Maßnahmen kann ausgeschlossen werden.

Es bleibt festzuhalten, dass die im Rahmen der 6-jährigen Berichtszyklen zur MSRL erforderlichen Aktualisierungen für den 3. Bewirtschaftungszyklus in den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren fallen (Zustandsbewertung der deutschen Nordsee 2024, MSRL-Maßnahmenprogramm 2028 – 2033). Es wird daher eine Überprüfung der MSRL-Prognose nach Vorlage der jeweiligen MSRL-Berichte empfohlen.

Empfehlungen

Vermeidung und Minimierung von Auswirkungen

Entsprechend der bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnis sollten auch bei der für 10 Jahre beantragten Verbringung bei einem Sauerstoffwert von unter 5 mg O_2/l im Verbringbereich kein Material eingebracht werden, dass die Sauerstoffsituation weiter verschlechtert. Damit wird vermieden, dass bei sommerlicher Schichtung der Wassersäule durch einen weiteren Eintrag von zehrungsfähigem Baggergut es zu einer weiteren Reduzierung des Sauerstoffgehaltes in Bodennähe kommt.

Ein verbringbedingter Eintrag von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Silikat) kann das Wachstum von Phytoplankton zusätzlich steigern. Daher kann eine Reduzierung der Verbringungsintensität um 10 % bis Ende August dazu beitragen, dass der Eintrag von Nährstoffen in die Wassersäule während der Hauptwachstumszeit des Phytoplanktons verringert wird und so die Förderung des Algenwachstums abgeschwächt wird. Um Vitalitätsverlusten oder Absterben rezenter Vorkommen der Seegrasart *Z. marina* vorzubeugen und damit Auswirkungen auf die Einstufung der biologischen WRRL-Qualitätskomponente Wasserpflanzen in bestimmten Küstenwasserkörpern zu vermeiden, ist eine Baggergutverbringung zu Tonne E3 im Zeitraum vor 1. Juli eines Jahres nicht vorgesehen. Ein früherer Beginn der Verbringung ab etwa April könnte einen Nachlauf der verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung in die Keimzeit und Hauptwachstumsphase der Seegräser zur Folge haben. Weiterhin darf es in der Hauptwachstumsphase der Seegräser (April/Mai – Ende August) nicht zu einer Überschreitung der vorgegebenen Baggergutmenge und Intensitäten kommen. Für den Übergangsmonat September (Zeitraum der angehenden Vegetationsruhe, vgl. Kapitel 5.6) ist hingegen eine moderate Überschreitung der durch die Szenarien vorgegebenen Intensitäten dann zulässig, wenn es zuvor eine vergleichbare Unterschreitung (siehe Kapitel 7.2.3) gegeben hat. Insgesamt kann eine Reduzierung der Verbringungsintensität um 10 % bis Ende August dazu beitragen, dass die verbringbedingten Schwebstoffgehalte und somit die Auswirkungen auf das Lichtklima entsprechend reduziert werden.

Die Untersuchungen der verschiedenen Szenarien belegt einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Baggergutmenge und der Prognose für die Auswirkungen. Im Grundsatz gilt, je geringer die Menge und besser die Qualität des Baggerguts, desto geringer die Auswirkungen. Für die großräumigen

Auswirkungen gilt zudem, je größer die Menge oder der Anteil, welcher im Bereich der Verbringstelle verbleibt, desto geringer sind die zu erwartenden Auswirkungen. Gleiches gilt auch für eine verbesserte Baggergutqualität. Die Wirksamkeit möglicher Minimierungsmaßnahmen können anhand dieser Kriterien überprüft werden.

Die Prüfung des Verschlechterungsverbotes nach WRRL kam für die OWK „Eider Tidebecken“ und „Außenelbe Nord“ für den chemischen Zustand zu dem Ergebnis, dass ein Verstoß für die Verbringung von 2,5 Mio. t TS/a nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Es wird daher als Vorkehrung empfohlen, das Szenario mit 2,5 Mio. t TS Baggergut zur Verbringung an der VS Tonne E3 nicht umzusetzen.

Monitoring

Es wird empfohlen, das bestehende verbringungsbegleitende Monitoring von Schadstoffen in Sediment und Biota im Bereich der VS Tonne E3 dahingehend anzupassen, dass der inzwischen von Baggerguteinmischung betroffene Bereich zwischen 3 und 6-km-Radius engmaschiger untersucht wird, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Hauptausbreitungsrichtung des verbrachten Baggergutes. Das Fisch-Monitoring sollte im bisherigen Umfang fortgeführt werden, um die bisherigen Erkenntnisse nur sehr geringer Auswirkungen und die darauf aufbauend getroffenen Prognosen überprüfen zu können.

Es sollte weiterhin eine Erfassung der Sauerstoff-, Chlorophyll- und Nährstoffgehalte (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Silikat) im Verbringgebiet und dessen Umgebung erfolgen. Dazu soll eine Beprobung der Nordseeschnittfahrten (Stationen Elbe I, Elbe II, Tonne E3, Elbe III, Elbe IV) mit Messungen der gelösten Nährstoffe in der Wassersäule, des Chlorophyll-a, der Diversität der Phytoplanktongemeinschaft sowie der Tiefenprofilmessungen der chemisch-physikalischen Parameter und des Sauerstoffgehaltes fortgeführt werden.

Zur besseren Vorwarnung vor bodennahen Sauerstoffdefiziten wird empfohlen, dass die Beobachtung der sommerlichen Entwicklung der BSH-Station „Deutsche Bucht“, die kontinuierlich und vertikal aufgelöste Messdaten für Temperatur und Sauerstoff erfasst, in das Monitoring eingebunden wird. Bei einer angestrebten zehnjährigen Verbringung sollte die Möglichkeit von kontinuierlichen Sauerstoffmessungen, zu Zeiten, in denen es Hinweise auf Sauerstoffdefizite in der Deutschen Bucht in bodennahen Bereichen gibt, bei der Verbringstelle und deren Umgebung geprüft werden. Ferner sollten zukünftig bodennah erfasste Sauerstoffgehalts- und Trübungsmessungen des BSH Messnetzes in der Nordsee (Helgoland Süd, Helgoland Ost, TW Elbe) in das Monitoring- und Frühwarnsystem mit integriert werden.

Da die Auswirkungen auf das Phytoplankton über komplexe Wirkketten stattfinden, ist bei einer auf mehrere Jahre geplanten Baggerguteinbringung (jeweils im Vegetationszeitraum Juli bis September) ein kontinuierliches Monitoring der Algenbiomassen und -diversität zu empfehlen. Hierfür sollten, neben den bisher durchgeführten Probenahmen, auch verfügbare Fernerkundungsdaten zur Überwachung der Chlorophyllkonzentrationen genutzt werden, welche wichtige Erkenntnisse über die räumliche Verteilung von Chlorophyllkonzentration im Küstenvorfeld ermöglichen.

Für die Bereiche in der Tideelbe stromauf Cuxhaven, für die prognostisch größere Baggergutauflagen nicht sicher ausgeschlossen werden können, wird empfohlen, das chemische Monitoring durch Einrichtung weiterer Dauermessstellen zu erweitern Da im BZR 349_Grimmershoerner Bucht baggergutbedingt erhöhte Anreicherungen nicht ausgeschlossen werden können, wird empfohlen im Verbund aller Akteure im Ästuarbereich für dieses Gebiet in einem Expertenkreis zunächst die

Durchführbarkeit eines zusätzlichen chemischen Biotamonitorings zu diskutieren bzw. zu prüfen, um mögliche bioakkumulative Effekte zu überwachen. Aufgrund kumulativer Effekte verschiedener Maßnahmen, sowie dem Einfluss der Elbe, wird es jedoch kaum möglich sein, kausale Zusammenhänge zu einer bestimmten Baggermaßnahme oder dem Elbeeinfluss herzustellen.

Schließlich wird, zur besseren Vorwarnung vor weiteren Rückgängen, in besonders sensitiven Bereichen eine jährliche Beobachtung und Kartierung der Seegrasvorkommen empfohlen. Sollten sich Hinweise auf negative Veränderungen ergeben, sollte in der E3-Monitoring-AG eine Abstimmung erfolgen, ob und welche zur Ursachenklärung weitere konkreten Untersuchungen durchgeführt werden können.

1 Veranlassung

Seit 2005 wird Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke und seit 2016 zusätzlich Baggergut aus Hamburgs Landeshafengewässern Köhlfleet und Köhlfleethafen, Parkhafen und Waltershofer Hafen, Vorhafen mit Kaiser Wilhelm-Hafen, Südwesthafen und Hansahafen sowie Sandauhafen und Rethe in die Nordsee nordwestlich von Scharhörn auf die Stelle der Tonne E3 verbracht. Die dorthin verbrachten Baggergutmengen betrugen bis 2021 insgesamt 23 Mio. m^3 Laderaumvolumen (LRV) (10,1 Mio. t Trockensubstanz; TS) aus der Delegationsstrecke und 8,0 Mio. m^3 LRV (2,9 Mio. t TS) aus den Landeshafengewässern.

Die Verbringung von Baggergut aus den Landeshafengewässern Hamburgs zur Verbringstelle Tonne E3 erfolgt auf Grundlage einer wasserrechtlichen Erlaubnis vom 25.04.2016, geändert am 18.06.2018, 14.10.2019 und 30.06.2021 sowie einer naturschutzrechtlichen Genehmigung vom 25.04.2016, geändert am 21.06.2018, 14.10.2019 und 23.06.2021. Für die Verbringung von Baggergut aus der Delegationsstrecke zur Verbringstelle Tonne E3 besteht seit 2005 zwischen der Hamburg Port Authority (HPA) und dem Land Schleswig-Holstein ein wasserwirtschaftliches Einvernehmen, zuletzt erteilt am 25.04.2016, geändert am 18.06.2018, 14.10.2019, 30.06.2021 und 29.12.2022. Ursprünglich galten sowohl das wasserwirtschaftliche Einvernehmen als auch die wasserrechtliche Erlaubnis und die naturschutzrechtliche Genehmigung zur Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3 zeitlich befristet bis zum 31.12.2021 und sahen zulässige Gesamtmengen von 6,67 Mio. m3 LRV (3,335 Mio. t TS) Baggergut aus der Delegationsstrecke und 3,33 Mio. m³ LRV (1,66 Mio. t TS) Baggergut aus den Landeshafengewässern vor. Die Änderungsbescheide aus dem Jahr 2019 genehmigten befristet bis 31.12.2024 die Verbringung einer weiteren Gesamtmenge von 6,67 Mio. m3 LRV (3,335 Mio. t TS) Baggergut aus der Delegationsstrecke und 3,33 Mio. m³ LRV (1,66 Mio. t TS) Baggergut aus den Landeshafengewässern. Am 29.12.2022 wurde der Verbringung von weiteren 0,33 Mio. tTS befristet bis zum 30.6.2023 zugestimmt..

Die unterdurchschnittlich niedrigen Oberwasserzuflüsse der Elbe seit dem Ende des Extremhochwassers im Juni 2013 führten im Elbeabschnitt stromauf der ästuarinen Trübungszone zu verstärktem Stromauftransport von Feinsedimenten. Damit einher gingen eine Intensivierung von Kreislaufbaggerungen sowie die Notwendigkeit, überdurchschnittlich hohe Baggergutmengen aus dem Hamburger Hafengebiet zu entnehmen. Zu erwarten ist, dass die Umsetzung der jüngsten Fahrrinnenanpassung in der Unterelbe zu weiter steigendem Baggergutaufkommen führen wird.

Um das Sedimentmanagement in der Tideelbe für die nächsten Jahre sicherzustellen soll zukünftig sowohl Baggergut aus den durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) unterhaltenen Fahrwasserabschnitten der Elbe (elbseitige Vorhäfen des Nord-Ostsee-Kanals (NOK) und der Begegnungsbox (BBox)) als auch aus der Delegationsstrecke und den Landeshafengewässern zur Verbringstelle Tonne E3 verbracht werden. Hierfür soll ein für die kommenden 10 Jahre gültiges erneutes wasserrechtliches Einvernehmen sowie eine wasserrechtliche Erlaubnis und eine naturschutzrechtliche Genehmigung erwirkt werden. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ist durch die HPA um eine Abschätzung möglicher Auswirkungen bei einer Fortsetzung der Verbringung

von Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3 gebeten worden. Die vorliegende Auswirkungsprognose dient als Grundlage für den Antrag der HPA für die geplante Maßnahme beim Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur (MEKUN) und ist dort als Anlage ergänzt.

2 Beschreibung der Maßnahme

Die Auswirkungsprognose betrachtet die jährlichen Verbringungen von Baggergut aus dem Zuständigkeitsbereich der HPA (Delegationsstrecke und Landeshafengewässer) sowie einen Anteil aus dem Zuständigkeitsbereich der WSV zunächst für die Dauer von 10 Jahren (Zeitraum 2023 bis 2032). Die Verbringungen des Baggergutes zur VS Tonne E3 sollen im Zeitraum Juli bis Dezember erfolgen.

2.1 Baggergutmengen, Herkunft und Art des Baggerguts

Die Baggergutmengenentwicklung der vergangenen Jahre zeigt deutlich, dass der Baggerbedarf starken Schwankungen unterliegt und insbesondere aufgrund des ausgeprägten Oberwassereinflusses nicht verlässlich prognostiziert werden kann. Die Jahresmengen sind aufgrund der naturbedingt stark schwankenden Sedimentationsraten flexibel zu handhaben. Der Gesamtbedarf in der Tideelbe wird durch die derzeit zur Verfügung stehenden Unterbringungsoptionen nicht gedeckt, so dass eine zukünftige Nutzung der Verbringstelle Tonne E3 auch durch die WSV mit bis zu 20 % der Gesamtmenge möglich sein soll.

Im Rahmen der Auswirkungsprognose werden drei Mengenszenarien geprüft: A) - 1,5 Mio. t TS/a, B) - 2,0 Mio. t TS/a und C) - 2,5 Mio. t TS/a. Folgende Mengenaufteilungen sollen betrachtet werden:

Das Baggergut soll zu 80 % von der HPA und zu 20 % von der WSV stammen. Die 80 % der HPA teilen sich wie folgt auf: 30 % aus der Delegationsstrecke (Norderelbe Bl. 7 und 6, Köhlbrand, Süderelbe Bl. 5), 10 % aus der BBox (auf Hamburger Landesseite) und 40 % aus den angrenzenden seeschifffahrtstiefen Bereichen der Landeshafengewässer (u. a. Köhlfleet mit Köhlfleethafen, Parkhafen und Waltershofer Hafen, Vorhafen mit Kaiser-Wilhelm-Hafen, Sandauhafen und Rethe, Hansahafen mit Südwesthafen) (Tabelle 2-1). Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Baggergutmengen wird für die Berücksichtigung der Qualitäten von folgender Verteilung der Hafengebietsmengen ausgegangen (Gewichtung): Die fünf benannten Landeshafengewässer mit jeweils 8 % (zusammen 40 % der Gesamtmenge), und 15 % Süderelbe, 7,5 % Köhlbrand, 6 % Norderelbe Bl7, 1,5 % Norderelbe Bl6 (zusammen 30 % der Gesamtmenge). Aus der jeweils anteiligen Unterhaltung der sogenannten Begegnungsbox in der Bundeswasserstraße durch WSV und HPA ergibt sich, dass für diesen Bereich eine gemeinsame mittlere Qualität in der Auswirkungsprognose angesetzt werden muss. Das Baggergut, das mit bis zu 20 % aus Unterhaltungsbereichen der WSV stammt, soll bis zu 10 % aus den elbseitigen NOK- Vorhäfen und bis zu 10 % aus der BBox stammen (jenseits der Hamburger Landesgrenze) (Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1: Prozentuale Mengenverteilung und Szenarien mit absoluten Mengen (in Mio. t TS).

	Gesamt-bedarfe Mio. t TS		**HPA** 80 %			**WSV** 20 %
		von 100 %	**LHG** 40 %	**BW** 40 %		**BW** 20 %
		von 100 %	**LHG** 40 %	**Deleg** 30 %	**BBOX** 10 + 10 %	**NOK** 10 %
Szenario A Grundbedarfe	**1,5**	Mio. t TS	0,6	0,45	0,3	0,15
Szenario B erhöhter Bedarf	**2**		0,8	0,60	0,4	0,20
Szenario C hoher Bedarf	**2,5**		1,0	0,75	0,5	0,25

(LHG = Hamburger Landeshafengewässer, BW = Bundeswasserstraße, NOK = Nordostseekanal, Deleg. = Delegationsstrecke – Hamburger Teil der BW bestehend aus den Gebieten Norderelbe, Süderelbe und Köhlbrand, BBox = Begegnungsbox – Teil der BW).

Die nach GÜBAK untersuchte Belastung des zukünftig für die Verbringung vorgesehenen Baggergutes wird nicht höher sein als die des bisher ins Schlickfallgebiet verbrachten Sediments.

Es wird eine gemeinsame Qualität, die sich prozentual entsprechend Tabelle 2-1 und den nachfolgenden Angaben aus WSV, HPA und BBox-Material zusammensetzt, in der Auswirkungsprognose berücksichtigt. Die Qualität des Baggergutes setzt sich aus den folgenden Referenzzeiträumen zusammen: (A) 2008 - 2018 und (B) 2016 - 2021 (s. Kapitel 4.3.1), wobei für die HPA-Proben nur die Ergebnisse der Freigabebeprobungen verwendet wurden. Die Jahre 2008 - 2018 wurden als Referenzzeitraum für ein Szenario mit schlechterer Baggergutqualität gewählt. Ursache für diese schlechtere Qualität waren Phasen höherer Oberwasserzuflüsse und dadurch bedingt ein höherer Eintrag von Schadstoffen in das Ästuar. Mit dem anderen Referenzzeitraum 2016 - 2021 wird die derzeitige bessere Baggergutqualität abgebildet, die durch anhaltend niedrigere Oberwasserzuflüsse und dadurch geringere Schadstoffeinträge bei einem zugleich vermehrten Eintrag von gering belasteten marinen Sedimenten erreicht wird. Mit dieser Vorgehensweise wird versucht, einem 10 Jahreszeitraum, in dem die Rückkehr zu wieder anhaltend höheren Oberwasserzuflüssen und damit eine erneute Verschlechterung der Baggergutqualität nicht ausgeschlossen werden kann, Rechnung zu tragen. Der überlappende Zeitraum 2016 - 2018 wurde zum einen gewählt, da die Sedimentqualität der Jahre 2008 - 2009 die höchste Belastung des Zeitraums 2008 – 2018 zeigt und die Sedimentqualität der Jahre 2020 - 2021 die geringste Belastung aufweist. Die Daten der Jahre dazwischen zeigen eine abnehmende Belastung. Durch Festlegung der sich überlappenden Zeiträume 2008 - 2018 sowie 2016 - 2021 wurden entsprechend zwei Belastungsstufen erreicht, wobei die höhere Belastungsstufe nicht ganz so hoch ist wie 2008 - 2009 und die niedrigere Belastungsstufe nicht ganz so niedrig ist wie 2020 - 2021. Zum anderen wird hier auch das Aussetzen der Verbringungen von 2010 - 2013 berücksichtigt, aus dem für das HPA-Baggergut keine Schadstoffdaten in die hier verwendete Sedimentqualität eingeflossen sind. Eine Ausnahme ergibt sich für Tributylzinn. Da es überwiegend durch seine Verwendung in Schiffsanstrichen in die Gewässer gelangte, mittlerweile aber nicht mehr eingesetzt werden darf, ist im Gegensatz zu anderen Schadstoffen nicht davon auszugehen, dass die Tributylzinn-Gehalte der Sedimente in der Tideelbe bei höheren Oberwasserzuflüssen wieder zunehmen. Es wird daher in beiden betrachteten Sedimentqualitäten die gewichtete mittlere Tributylzinnkonzentration des Referenzzeitraumes 2016 - 2021 verwendet.

2.2 Verbringstelle bei Tonne E3

2.2.1 Beaufschlagte Verbringzentren

Die Verbringzentren an der Verbringstelle Tonne E3 (VZ Ost, Süd, West, Nord) weisen jeweils eine Größe von 400 x 400 m auf. Für die Modellierungen des Verbringungsvorganges seitens der BAW wurde ein theoretisches Verbringzentrum definiert, siehe hierzu BAW (2023). Es erstreckt sich über die östliche Hälfte des Verbringzentrums West (Feld West), der SW-Ecke von Verbringzentrum Nord (Feld Nord) sowie der NW-Ecke von Verbringzentrum Süd (Feld Süd). Um die erforderlichen Mindestwassertiefen von -25 m KN einzuhalten, sind die VZ Ost und Süd derzeit nur noch eingeschränkt nutzbar. Aufgrund von Abwägungen hinsichtlich Flächenverbrauch und Strömungsdynamik wurde laut HPA seit dem Jahr 2022 zunächst folgender Bereich der Verbringzentren vorrangig genutzt werden: VZ Süd ohne den nordöstlichen Bereich sowie die südwestliche Ecke (200 x 200 m) von VZ Nord (Abbildung 2-1). Die WSV beabsichtigt das VZ Süd zu nutzen.

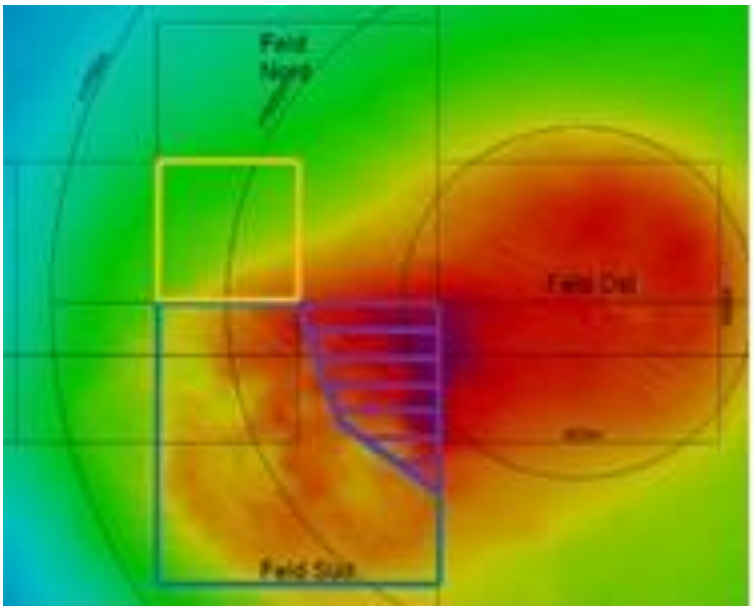


Abbildung 2-1: Feld Nr 5 welches in der BAW Modellierung genutzt wurde: dünne schwarze Linie und die VZ Ost, Süd, West und Nord, farblich hervorgehoben die aktuell beaufschlagten Flächen (Abbildung der HPA)

2.2.2 Korngrößenzusammensetzung des Baggergutes und Modellhoppereinsatz

Für die Verbringungen werden, wie bisher, Laderaumsaugbagger (Hopperbagger) benutzt, die geplant ein Laderaumvolumen (LRV) von bis zu 20.000 m³ pro Baggervorgang aufnehmen können. Es kann bedarfsgerecht zum gleichzeitigen Betrieb mehrerer Geräte kommen.

Die Korngrößenzusammensetzung des Baggergutes im Modellhopper sowie die verwendeten Korngrößenskalen sind in Tabelle 2-2 dargestellt. In den Simulationen der BAW wurde für das Hintergrundsediment die Korngrößenskala nach Udden-Wenthwort verwendet. Die Korngrößenzusammensetzung des Baggergutes der HPA und WSV wurde nach DIN EN ISO 14688 bestimmt. Tabelle 2-2 zeigt die Anteile der Korngrößen im Baggergut in Gew. % im Modellhopper und

welchen Einteilungen sie der jeweiligen Skalen zugeordnet sind (farblich kenntlich gemacht). Eine Beschreibung der Methodik findet sich in BAW 2023.

Tabelle 2-2: Verwendete Korngrößenskalen und Korngrößenzusammensetzung des in der Simulation verwendeten Modellhoppers

	Vergleich Körnung BAW	Körnung BAW	Körnung BfG/HPA	Körnung BfG/HPA	Körnung
	Skala Udden-Wenthwort	Skala Udden-Wenthwort	Skala EN ISO 14688	Skala EN ISO 14688	Modellhopper in Gew.%
	Clay	< 3,9 µm	< 2 µm	Clay	27,5
			2 - 6,3 µm	Fine Silt	
Fraktionen	Very Fine Silt	3,9 - 7,8 µm	6,3-20 µm	Medium Silt	14,4
	Fine Silt	7,8 - 15,6 µm			
	Medium Silt	15,6 - 31 µm	20 - 63 µm	Coarse Silt	31
	Coarse Silt	31 - 62,5 µm			
	Very Fine Sand	62,5 - 125 µm	63 - 100 µm	Very Fine Sand	17
			100 - 200 µm	Fine Sand	7,5
	Fine Sand	125 - 250 µm	200 - 630 µm	Medium Sand	1,8
	Medium Sand	250 - 500 µm			
	Coarse Sand	500 - 1000 µm	630-1000 µm	Coarse Sand	0,7
	Very Coarse Sand	1000 - 2000 µm	1000 - 2000 µm	Very Coarse Sand	
	Gravel	> 2000 µm	> 2000 µm	Gravel	

Während der Verbringzeit im Modell kommen zeitweise 2 Bagger unterschiedlicher Größe zum Einsatz: 20.000 m³ LRV (ca. 8000 t TS Baggergut) und 10.000 m³ LRV (ca. 4000 t TS Baggergut). Der Einsatz der Bagger für die verschiedenen Szenarien ist in der Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 in Kapitel 5.1 dargestellt.

3 Material und Methoden

3.1 Nachprozessierung der Ergebnisse aus der numerischen Modellierung (BAW-Modell) zu Sedimentablagerungen und Schwebstoffgehalten

Die Erstellung dieser Auswirkungsprognose wurde fachlich von der BAW durch verschiedene Rechenläufe mit einem dreidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modell unterstützt (siehe BAW 2023). Mit diesem Modell konnten die Verdriftungswege und der Verbleib des Baggergutes simuliert untersucht werden.

Modelleinsatz in früheren Auswirkungsprognosen

Bereits die Auswirkungsprognose von 2016 (BfG 2016) wurde BAW-seitig durch modellgestützte Untersuchungen der Verdriftungswege unterstützt. Diese Modellergebnisse wurden auch in der Auswirkungsprognose 2019 (BfG 2019) verwendet. Damals ist eine modifizierte Version des Nordseemodells der BAW zum Einsatz gekommen, so wie es für das KfKI-Projekt AUFMOD (Heyer & Schrottke 2013) aufgebaut wurde. Seitdem hat die BAW das Modell sowie unterstützende Werkzeuge zur Analyse und Darstellung der Modellergebnisse (für das sogenannte Postprocessing) kontinuierlich weiterentwickelt. Ebenfalls aktualisiert worden sind die Datengrundlagen des Modells, vor allem die Topographie, welche für die Nordsee und den Küstengewässern dem Stand von 2019 entspricht. In der Tideelbe sind für das Modell mit dem Stichtag 03.05.2021 (Fahrrinnenanpassung) noch aktuellere Daten enthalten. Auch die Modellausdehnungen und Simulationszeiträume wurden deutlich vergrößert bzw. verlängert, um den gestiegenen Anforderungen an die Genehmigung der Verbringstelle Tonne E3 gerecht zu werden (z. B. Quantifizierung des Verbleibs von Baggerguts auch großräumig und Quantifizierung der Wirkpfade sowie der ökologischen Auswirkungen).

Für die Untersuchungen von Verbleib und Wirkung der verdriftenden Baggergutanteile auf die Schwebstoffverhältnisse und Sedimentablagerungen standen für das Gutachten 2016 Modellergebnisse für einen 8-monatigen Simulationszeitraum zur Verfügung. Heute stehen Modelldaten zur Verfügung, die einen 2,5 Jahre umfassenden Zeitraum abdecken. Diese technischen Veränderungen, aber auch die veränderten Randbedingungen wie deutlich größere Baggergutmengen und eine veränderte Zusammensetzung des Baggerguts erlauben keinen direkten Vergleich der heutigen mit den damaligen Simulationsergebnissen. Dennoch zeigen beide Modelle ein vergleichbares Verhalten hinsichtlich der Hauptausbreitungsrichtung, den bekannten Sedimentationsräumen und des unterschiedlichen Verhaltens einzelner Baggergutfraktionen (siehe BAW 2023).

Mit den deutlich verbesserten Methoden beim Postprocessing ist nun auch eine weitergehende quantitative Nachnutzung der Modellergebnisse für ökologische Analysen möglich. Vormals rein verbal argumentativ gestützte Prognosen von ökologischen Auswirkungen können nun mit Hilfe von Modellergebnissen (hier Schwebstoffgehalte und Sedimentmassen) auf der räumlichen Einheit von Bilanzierungsräumen deutlicher besser untersucht, quantifiziert und beurteilt werden. Aus den vorangenannten Gründen (z. B. neue Methoden, unterschiedliche Szenarien (Baggergutmenge, -

zusammensetzung und eingesetzte Hopperbagger) sowie unterschiedliche Randbedingungen (Simualtionszeiträume, Größe Modellgebiet)) können sich Unterschiede zu früheren Auswirkungsprognosen ergeben.

Bilanzierungsräume (BZR)

In Vorbereitung auf die Durchführung dieser Rechenläufe haben BAW und BfG gemeinsame sogenannte Bilanzierungsräume (BZR) festgelegt. Auf diesen räumlichen Einheiten wurden die Modellergebnisse durch die BAW prozessiert. Eine weitere Nachprozessierung der Daten ist dann in einem weiteren Schritt durch die BfG erfolgt. Ziel dieser Nachprozessierung war die Berechnung spezieller Kennzahlen für Sedimentablagerungen (Baggergutauflagen) und Schwebstoffgehalte für die danach anschließende Erstellung einer Auswirkungsprognose. Das methodischeVorgehen bei diesen Schritten wird hier nachfolgend erläutert.

Es wurden drei Sets an BZR entwickelt. Das Set 1 umfasst die NATURA-2000 Gebiete (FFH/Vogelschutz) und den Nahbereich der Tonne E3 mit den Monitoringkreisen. Das Set 2 umfasst die WRRL-Körper und die Marine Reporting Units (MRU) und das Set 3 wurde modellspezifisch für die Analyse der Verdriftung und Bilanzierungen entwickelt (siehe Abbildung 3-1).

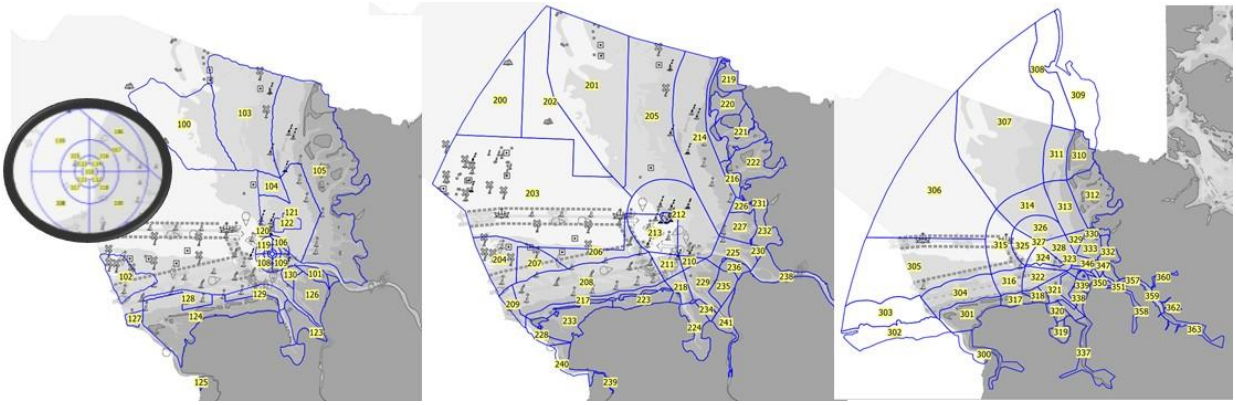


Abbildung 3-1: **Bilanzierungsräume im Set 1 (links), Set 2 (mittig) und Set 3 (rechts)**

Für jedes der drei Mengenszenarien und jeden BZR liefert das Modell im gesamten Modellraum Zeitreihen zu Schwebstoffgehalten und abgelagerten Sedimentmächtigkeiten auf der Gewässersohle. Für die Bearbeitung der Auswirkungsprognose hat die BAW der BfG Modellergebnisse in einer zeitlichen Auflösung von $\Delta t = 10$ min übergeben. Für jedes Element des Berechnungsgitters im Modell liegen also alle 10 min neu berechnete Werte vor. Diese große Gesamtdatenmenge wurde durch die BAW vor Übergabe an die BfG wie nachfolgend beschrieben prozessiert (formalisiert quantitatives Vorgehen):

Schritt 1 - Räumliche Prozessierung der Daten zu Schwebstoffen und Sedimentablagerungen, bereits vor Übergabe an die BfG durch die BAW

Je nach Größe eines BZR kann dieser im Modell aus hunderten oder sogar tausenden Elementen bestehen. An jedem Element und für jeden Zeitschritt wurde zunächst für den Schwebstoffgehalt der tiefengemittelte Gehalt bestimmt. Im Anschluss konnten für die räumliche Verteilung der Sedimentablagerungen und der Schwebstoffgehalte der Mittelwert, der Median und das 95. Perzentil für alle Elemente eines BZR berechnet werden. Für jeden Zeitschritt wurde entsprechend verfahren.

Für die räumliche Prozessierung der Daten zu den Sedimentablagerungen spielt das 95. Perzentil des abgelagerten Baggerguts eine wichtige Rolle für die Prognose der Auswirkungen auf die Sedimentqualität. Das 95. Perzentil entspricht der Sedimentablagerung, deren Mächtigkeit an 5 % der Knotenpunkte in einem BZR überschritten ist und entsprechend an den anderen 95 % unterschritten ist. Das heißt. auch, dass die betroffene Fläche in einem BZR im Vergleich zur Gesamtfläche desselbigen eher klein ist. Dieser Wert kann im Sinn einer maximalen Mächtigkeit bzw. als Worst-Case im BZR betrachtet werden, wobei Extremwerte an einzelnen Berechnungselementen oder Ausreißerwerte unberücksichtigt bleiben.

Schritt 2- zeitliche Prozessierung für die Schwebstoffgehalte

Die Auswirkungsprognose blickt nicht auf den 10 min-Wert, es werden je nach Fachthema der Prognose verschiedene zeitliche Mittelungen durchgeführt. Dies ist damit begründet, dass nicht nur die Größe bzw. Intensität der Schwebstofferhöhung oder Sedimentüberdeckung die ökologische Auswirkung bestimmt, sondern auch die Dauer, mit der diese Wirkung anhält. Eine Änderung/ Erhöhung geringerer Intensität, die jedoch über einen längeren Zeitraum anhält, kann eine größere Auswirkung haben. Dieses grundlegende Prinzip wird durch Abbildung 3-2 dargestellt. Es bedarf daher der Festlegung einer Zeitspanne, über welche ein repräsentativer Schwebstoffgehalt gemittelt wird.

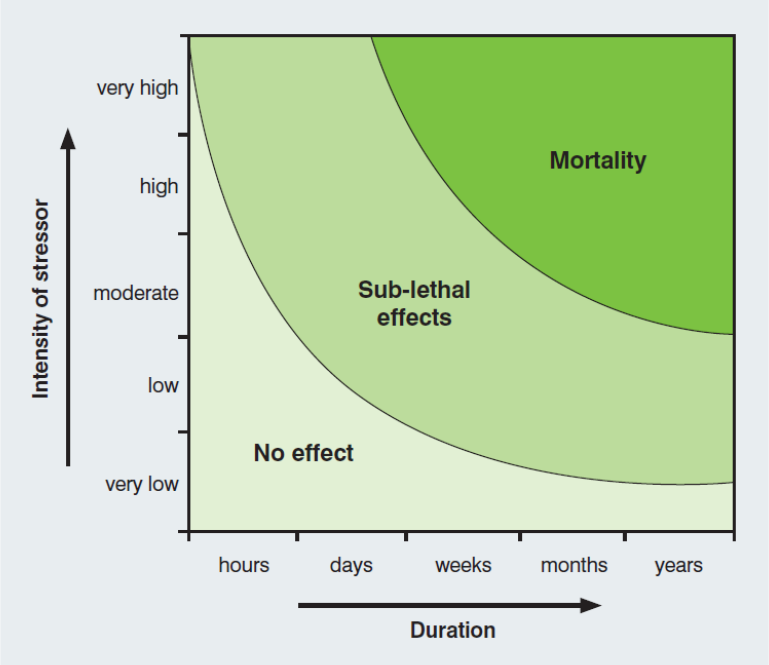


Figure 6-5: Intensity-duration relationship (after Erftemeijer et al., 2012) based on the species response curve for speciesand biological sensitive receptors.

Abbildung 3-2: Zusammenhang zwischen Intensität und Dauer einer Wirkung und daraus resultierenden Auswirkungen auf z. B. Lebewesen (aus CEDA, 2020)

Für die Nachprozessierung der Daten und Berechnung einer maximalen verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte wurden die folgenden Festlegungen getroffen:

- Es werden die Ergebnisse der BAW-Rechenläufe mit dem Stripping Faktor[3] 1,0 verwendet. Der hier verwendete Wert von 1,0 besagt, dass alles feinkörnige Baggergut in die Wassersäule eingebracht wird. Von dort wird es in Suspension mit der vorherrschenden Strömung verdriftet.
- Für die Schwebstoffgehalte wird der Faktor 0,7 im Nachgang auf Modellberechnungen angewendet. Dieser Faktor leitet sich aus dem begleitenden Monitoring der vergangenen Jahre ab (vgl. BfG 2023a). Demnach verbleiben etwa 30 % des auf der Stelle Tonne E3 eingebrachten Baggerguts, hier nur die feinkörnigen Anteile < 63 µm, innerhalb des 1,5 km Kreises um die Verbringstelle herum.
- In Bezug auf die Vegetation wurde für die Berechnung einer verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte kein Momentanwert, sondern für jeden BZR die maximale Erhöhung über einen zweiwöchigen Zeitraum genommen; im Folgenden auch als das Maximum für das gleitende Mittel über zwei Wochen bezeichnet. Getrennt voneinander werden maximale Erhöhungen für die Vegetationsperioden und für die Winterzeiträume von Juli 2016 bis Dezember 2018 bestimmt.

Für die Prognose der Auswirkungen auf Vegetation, hier Seegras, wurde der Zeitraum von zwei Wochen als die relevante Zeitspanne während der Vegetationsperiode im Sommer festgelegt (vgl. Kapitel 3.5). Dies entspricht ungefähr der Dauer eines Spring-Nipp-Zyklus. Gesucht wurde also der maximale Schwebstoffgehalt (infolge Verbringung von Baggergut), welcher sich während eines Zweiwochenzeitraumes (Dauerstufe) einstellen könnte.

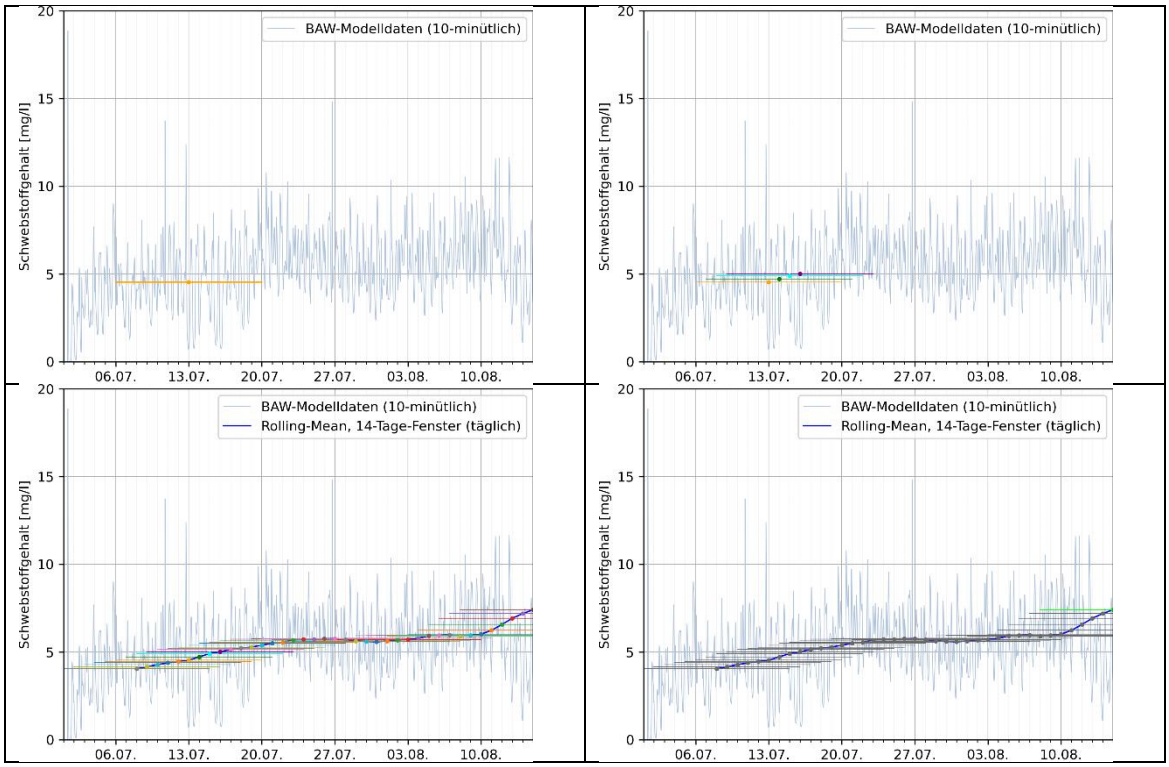


Abbildung 3-3: Berechnung eines mittleren Schwebstoffgehaltes für die Dauerstufe von 2 Wochen und Ermittlung des maximalen Gehaltes für diese Dauerstufe über einen bestimmten Gesamtzeitraum

[3] Dieser Faktor beschreibt die Anteile des feinkörnigen Baggerguts, die entweder als Suspension in die Wassersäule eingebracht oder direkt am Boden abgelegt werden. Im Unterschied zur Wassersäule können am Boden abgelegte Baggergutsedimente erst nach strömungsbedingter Remobilisierung verdriften. Für weitere Hinweise siehe BAW (2023).

In Abbildung 3-3 ist das Prinzip dieser Maximalwertsuche skizziert. In a) ist der mittlere Schwebstoffgehalt für einen zufällig ausgesuchten Zweiwochenzeitraum dargestellt. b) Der Beginn dieses Zweiwochenzeitraums wird um jeweils einen Tag verschoben und ein neuer Mittelwert berechnet. c) Für alle Zweiwochenzeiträume einer Vegetationsperiode wird entsprechend verfahren. d) Aus allen berechneten Mittelwerten wird das Maximum bestimmt, in diesem Fall der in Grün markierte Wert zum Ende des hier dargestellten Ausschnitts aus der Gesamtzeitreihe. Für das Seegras wurde diese Analyse für die Zeitreihe des Medians über alle Knotenpunkte (siehe Schritt 1) durchgeführt.

Für das Phytoplankton wurde die gesamte Vegetationsperiode als relevante Dauerstufe gewählt (vgl. Kapitel 3.2.3). Berechnet wurde der mittlere Schwebstoffgehalt über den gesamten Zeitraum. Durchgeführt wurde diese Berechnnung für die Zeitreihe des Medians über alle Knotenpunkte (siehe Schritt 1).

Für die Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie für Schadstoffe in der Wasserphase wurden für die JD-UQN (Umweltqualitätsnorm des Jahresdurchschnitts) die mittleren Schwebstoffgehalte (infolge Verbringung von Baggergut) für den Zeitraum eines Jahres ab Beginn der Verbringung von Baggergut berechnet; also von Anfang Juli 2016 (Start der Verbringung von Baggergut) bis Ende Juni des Folgejahres. Eingangsdatensatz ist die Zeitreihe für den Mittelwert über alle Knotenpunkte. Zuerst werden für jeden Monat das zeitliche Mittel für den Schwebstoffgehalt ermittelt, anschließend der Jahresmittelwert aus den 12 Monatsmittelwerten. Im Modell führen vor allem in den Wintermonaten Sturmflutereignisse und Seegang zu einer Resuspension von zuvor bereits sedimentierten Baggergutsedimenten und damit kurzzeitig zu höheren Schwebstoffgehalten, welche dann den Monatsmittelwert dominieren. Deshalb wurde bei der Berechnung der Monatsmittelwerte ein Filter auf Extremwerte angewendet. Alle Werte oberhalb des 85. Perzentils wurden bei der Mittelwertbildung ausgeschlossen. Das 85. Perzentil wurde für jeden Monat neu berechnet.

Zur Beurteilung des chemischen Zustandes wurde für die Bewertung auf Basis der ZHK-UQN (Zulässige Höchstkonzentration der Umweltqualitätsnorm) die Maxima der Schwebstoffmodellierungen über die Monatsmittel Juli 2016 – Juni 2017 verwendet. Letztere wurden für die weitere Berechnung mit dem Faktor 0,7 multipliziert (s.o.).

Schritt 3 - zeitliche Prozessierung der Ergebnisse für die Sedimentablagerung

Vergleichbar zu den Schwebstoffgehalten wurde bei der Prozessierung der Ergebnisse für die Sedimentablagerungen von Baggergut wie folgt vorgegangen:

- Die Modellläufe werden mit dem Stripping Faktor 1,0 (BAW 2023) durchgeführt. Bei diesem Faktor werden sämtliche Feinsedimentanteile einer Verbringung in die Wassersäule eingebracht.
- Für die Sedimentablagerungen wird ebenfalls der Faktor 0,7 im Nachgang auf die Ergebnisse der Rechenläufe angewendet. Die Begründung ist dieselbe wie zuvor bei den Schwebstoffgehalten.
- Für die Berechnung einer verbringungsbedingten Sedimentablagerung wurde vergleichbar zu den Schwebstoffgehalten kein Momentanwert, sondern für jeden BZR die maximale Ablagerung über einen zweiwöchigen Zeitraum genommen. Das Vorgehen ist also vergleichbar zu Abbildung 3-3 mit dem Unterschied, dass hier die Zeitreihe für die vom Modell berechneten Sedimentablagerungen berechnet werden. Hierfür werden die zeitlichen Mittelwerte sowohl für den räumlichen Mittelwert als auch für das 95. Perzentil der Ablagerungen bestimmt. Das 95. Perzentil entspricht lokalen Sedimentauflagen (größere Mächtigkeiten nur auf 5 %

der Fläche eines BZR), welche zudem nur zeitweise mit dieser maximalen Mächtigkeit aufzufinden sind. Der Blick auf den Mittelwert wiederum stellt die Bandbreite möglicher Ergebnisse bei weniger strengen Vorgaben für die Überprüfung einer Auswirkung dar und dient später als eine erweiterte Grundlage für die abschließende Beurteilung.

- Für die Erstellung der Langfristprognose über 10 Jahre als maßgeblicher Zeitpunkt für die abgelagerte Baggergutauflage in den einzelnen BZR wird der Mittelwert für die letzten beiden Wochen eines Simulationslaufes (15. bis 31.12.2018) festgelegt. Auch dieser Mittelwert wird sowohl für das 95. Perzentil und dem räumlichen Mittelwert der Sedimentablagerungen berechnet.
- Für die erforderliche Extrapolation auf einen Zeitraum von 10 Jahren werden die Ergebnisse eines Simulationslaufes (also das aus den vorherigen Punkten erhaltene Ergebnis) mit dem Faktor 10 multipliziert. Daraus resultieren je nach Szenario die folgenden Gesamtbaggergutmengen: 15 | 20 | 25 Mio. t Baggergut. Insbesondere beim 95. Perzentil setzt dies voraus, dass diese größtmögliche Ablagerung stets auf derselben Stelle bzw. kleinräumigen Fläche auftritt und in den noch verbleibenden Jahren nicht erodiert wird. Beim räumlichen Mittelwert ist eine solche enge Festlegung nicht erforderlich. Daher stellt die Verwendung des 95. Perzentil eine Annahme dar, die auf der sicheren Seite liegt, aber daher auch eine Überschätzung darstellt (Worst-Case).

3.2 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Die für Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton verwendeten Daten sind Bestandteil der Elbeschnittfahrten des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) Helgoland. Zudem werden Daten des Landes Schleswig-Holstein (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR)), sowie Daten der BSH Messstelle „Deutsche Bucht“ westlich von Helgoland genutzt. Für die Ermittlung der Lichteindringtiefen wurden Schwebstoffdaten des BAW-Modells sowie Literaturdaten (Schartau et. al, 2019) verwendet.

Die im Bericht dargestellten Fernerkundungsdaten zeigen Auswertungen zur Verteilung des Chlorophylls im Bereich der Elbmündung bis vor Helgoland, die auf Aufnahmen des Satellitenpaars Sentinel-2a und 2b im Zeitraum 2016 bis 2021 beruhen und von der Firma Brockmann Consult aufgearbeitet und der BfG bereitgestellt wurden.

3.2.1 Sauerstoff

Die Sauerstoffsättigungs- und Temperaturdaten der Dauermessstelle „Deutsche Bucht“ des BSH wurden in zwei Wassertiefen (6 m und 30 m) von 2018 bis 2022 verwendet. Die Elbeschnittfahrten des AWI liefern Sauerstoffdaten an 5 Stationen (Elbe I, Elbe II, Tonne E3, Elbe III, Elbe IV) im Tiefenprofil auf neun Ausfahrten zwischen 2018 und 2020.

3.2.2 Nährstoffe

Daten zu im Wasser gelösten Nährstoffen Phosphat, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Silikat stammen ebenfalls von den neun Elbeschnittfahrten des AWI zwischen 2018 und 2020, jeweils aus zwei Tiefen (Oberfläche und sohlnah). Für die Beschreibung der Zusammensetzung des Baggerguts wurden die

Ergebnisse der Freigabebeprobungen durch HPA und WSV verwendet, als auch aus Eluationsversuchen nach DIN 38414-S4, durchgeführt durch das Labor Nowak.

3.2.3 Phytoplankton

Daten zu den Chlorophyll-Konzentrationen in der Wassersäule um die Verbringstelle von 2018 - 2021 entstammen den neun Elbeschnittfahrten des AWI, jeweils aus zwei Tiefen (Oberfläche und sohlnah). Die Diversitätsanalyse des Phytoplanktons parallel zu den AWI Elbeschnittfahrten wurde durch das Umweltbüro AquaEcology GmbH & Co. KG durchgeführt.

Die maximalen Schwebstoffgehalte in dem betrachteten Modellierungszeitraum treten hauptsächlich gegen Ende der Vegetationsperiode auf (Abbildung 3-3) und spiegeln dadurch nicht die Verhältnisse wider, die für die Phytoplanktonaktivität im Sommer (hohe Temperatur und Lichtintensität) entscheidend sind. Daher wurde zur Ermittlung der Lichteindringtiefen die mittleren Schwebstoffgehalte der gesamten Vegetationsperiode 2016 aus der BAW- Modellierung für den anorganischen Anteil verwendet. Der bereichsspezifische organische Anteil am Schwebstoff wurde aus Literaturdaten (Schartau et al., 2019) für die Deutsche Bucht ermittelt und dem anorganischen Anteil zugerechnet.

Die im Bericht dargestellten Fernerkundungsdaten zeigen Auswertungen zur Verteilung des Chlorophyll-a´s im Elbemündungsbereich, die auf Aufnahmen des Satellitenpaars Sentinel-2a und -2b im Zeitraum Januar bis September 2020 beruhen und von der Firma Brockmann Consult aufgearbeitet und in der BfG nachprozessiert wurden.

3.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

3.3.1 Schadstoffe

Im Rahmen dieser Auswirkungsprognose werden die zu erwartenden Auswirkungen der Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3 für den, annähernd die gesamte deutsche Nordsee umfassenden Betrachtungsraum, anhand eines formalisierten quantitativen Vorgehens abgeschätzt (s. Kapitel 3.1, dort Schritt 3). Bei diesem Vorgehen handelt es sich um eine worst case Betrachtung. Detailbetrachtungen, in denen morphologische Räume (s. Kapitel 4.1.4) und Messdaten mit einbezogen werden, erfolgen dann für Bilanzierungsräume, für die sich Auswirkungen auf die Qualität der Sedimente anhand dieses Vorgehens nicht ausschließen lassen.

Darüber hinaus wurden die im Nahfeld der Verbringstelle zu erwartenden Auswirkungen auf Grundlage der Ergebnisse des die bisherigen Baggergutverbringungen begleitenden Monitorings abgeschätzt.

Formalisiertes quantitatives Vorgehen für das gesamte Betrachtungsgebiet

Grundlage für die Abschätzung der Auswirkungen der Baggergutverbringungen auf Bereiche in größerer räumlicher Entfernung zur Verbringstelle sind

i) aus Messwerten der Jahre 2015 - 2021 für die einzelnen Bilanzierungsräume abgeleitete Ausgangskonzentrationen der betrachteten Schadstoffe in den Sedimenten,
ii) die erwarteten Schadstoffgehalte des zu verbringenden Baggergutes,
iii) auf Grundlage von Doppelbestimmungen im Rahmen des Tonne E3-Monitorings ermittelte Messunsicherheiten der verschiedenen Parameter,
iv) die durch das BAW-Modell prognostizierte Verteilung des eingebrachten Baggergutes im Untersuchungsgebiet sowie

v) eine angenommene Beprobungstiefe von 20 cm (Greifer).

Die betrachteten Parameter umfassen die in der GÜBAK aufgeführten Metalle, Metalloide, organischen Schadstoffe und Nährstoffe sowie die im Rahmen der OSPAR-Konvention zu betrachtenden Stoffe.

Berechnung der Ausgangskonzentrationen

Regelmäßige Untersuchungen zur Qualität der Sedimente werden im, die gesamte deutsche Nordsee umfassenden, Untersuchungsraum nur an einer überschaubaren Anzahl von Einzelstationen erhoben. Dazu zählen die Messstationen des Bund- Länder- Messprogramm Meeresumwelt der Bund -Länder Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO) (Daten abzurufen über die Meeresumweltdatenbank (MUDAB)), die im Rahmen des Monitorings an der Verbringstelle Tonne E3 untersuchten Stationen im Nah- und Fernfeld der Verbringstelle sowie die im Rahmen des Monitorings zur Verbringstelle Tonne E3 untersuchten Wattmessstellen. Darüber hinaus liegen Daten zur Sedimentqualität aus Unterhaltungsmaßnahmen der WSV sowie einmalige Untersuchungen für weitere Stationen in der Nordsee (Erkundung der Schadstoffbelastung) vor. Die Untersuchungen zur Sedimentqualität sind sehr ungleichmäßig über das Betrachtungsgebiet der Auswirkungsprognose verteilt und konzentrieren sich auf die Bereiche der Ästuare von Elbe und Weser sowie um die Verbringstelle Tonne E3. Für die küstennahen Gewässer Nord- und Ostfrieslands beschränken sich die zur Verfügung stehenden Daten hingegen auf Ergebnisse des Bund-Länder-Messprogramms sowie einige durch BfG und HPA betriebene Dauermessstellen. Außerhalb der 12-Seemeilen-Zone wurden die Bereiche zwischen 54,00° N und 7,26° E sowie 54,33° N und 7,62° E durch HPA in den Jahren 2017 und 2018 einmalig umfangreich beprobt. Darüber hinaus liegen für weite Bereiche der AWZ keine Informationen zur Sedimentqualität vor. Die Lage sämtlicher für die Ermittlung der Ausgangskonzentrationen der betrachteten Schadstoffe genutzten Proben ist in Abbildung 3-4 dargestellt. Zu beachten ist, dass die einzelnen Positionen unterschiedlich häufig untersucht wurden. Während die Messstellen des Bund-Länder-Messprogramms sowie des Tonne E3 Monitorings regelmäßig untersucht werden, wurden viele der durch die WSV untersuchten Positionen nur einmalig beprobt. Hinzu kommt, dass nicht in jeder Probe sämtliche im Rahmen dieser Auswirkungsprognose betrachteten Parameter erhoben wurden. Die Anzahl der berücksichtigten Messwerte und untersuchten Positionen variiert daher von Parameter zu Parameter und kann für die nach GÜBAK, OGewV oder OSPAR bewertungsrelevanten Parameter im Anhang in Tabelle 10-2 und Tabelle 10-3 entnommen werden.

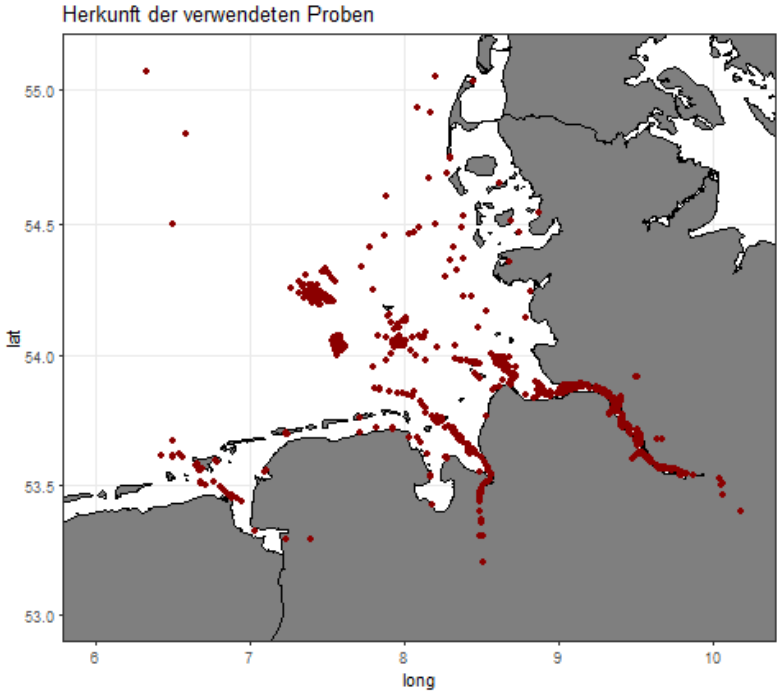


Abbildung 3-4: Herkunft der für die Ableitung der Ausgangskonzentrationen verwendeten Proben.

Nicht aus jedem der betrachteten Bilanzierungsräume liegen Untersuchungen zur Sedimentqualität vor. Um dennoch für alle betrachteten Bilanzierungsräume Ausgangskonzentrationen der berücksichtigten Schadstoffe festlegen zu können, wurden vorhandene Messwerte aus den Jahren 2015 - 2021 nach Harmonisierung und Plausibilisierung des Datenbestandes aus den verschiedenen Quellen mit Hilfe geostatistischer Methoden aufbereitet. Hierzu fanden zunächst eine Harmonisierung und Plausibilisierung des Datenbestandes aus den verschiedenen Quellen statt wobei der Umgang mit Messwerten unter der Bestimmungsgrenze auf Grund der verschiedenen Datenquellen eine besondere Herausforderung darstellt. Es wurden schließlich für alle Werte < Bestimmungsgrenze die im Rahmen des Tonne E3 Monitorings angegebenen Bestimmungsgrenzen verwendet. Diese wurden auch zur Ermittlung der mittleren Baggergutqualität herangezogen.

GÜBAK und OSPAR sehen für verschiedene Parameter die Bewertung von Schadstoffgehalten vor, die auf den Feinkornanteil (Fraktion < 63 µm) oder auf 2,5 % TOC-Gehalt normiert sind. Für die Berechnung der Ausgangskonzentrationen in der entsprechenden Fraktion / Normierung wurden die Messwerte der Datengrundlage jeweils mit den in derselben Probe gemessenen Feinkorn und TOC-Gehalten normiert.

Die harmonisierten, plausibilisierten und wenn nötig normierten Messwerte wurden für jeden Parameter durch Bildung des Mittelwertes stationsweise zu Einzelwerten aggregiert. Die so erhaltenen mittleren Schadstoffkonzentrationen der untersuchten Stationen wurden unter Anwendung des Kriging-Verfahrens (Krige, 1951) räumlich über den Untersuchungsraum interpoliert. Das hierbei erhaltene Punktraster prognostizierter Konzentrationen wurde jeweils auf die Ausdehnung der einzelnen Bilanzierungsräume zugeschnitten. Schließlich wurden die angegebenen Ausgangskonzentrationen wiederum durch Bildung des arithmetischen Mittels für jeden der Bilanzierungsräume festgelegt.

Trotz der großen Anzahl der für die Ableitung der Ausgangskonzentrationen berücksichtigten Messwerte und untersuchten Positionen stellt die Reduktion der Schadstoffgehalte auf einen einzigen Kennwert für die räumlich ausladenden Bilanzierungsräume notwendigerweise eine drastische Vereinfachung dar. Die in den Sedimenten der deutschen Nordsee tatsächlich vorliegenden Schadstoffgehalte können unter anderem auf Grund der Variabilität von Topographie, Morphologie und

Sedimentinventar von den angegebenen Ausgangskonzentrationen deutlich abweichen. Hinzu kommt, dass auf Grund der Einteilung des Untersuchungsraumes in mehrere Sets von Bilanzierungsräumen weite Bereiche der deutschen Nordsee mehreren Bilanzierungsräumen zugeordnet wurden. Hierdurch werden einzelnen Positionen bis zu 3 Ausgangskonzentrationen zugewiesen, deren Werte voneinander abweichen.

Bestimmung der erweiterten Messunsicherheiten

Für alle betrachteten Parameter wurden die erweiterten Messunsicherheiten aus verdeckt gemessenen Doppelbestimmungen des Tonne-E3-Monitorings nach der in (Hentschke, 2020) beschriebenen Methode bestimmt. Hierbei werden zunächst Stichprobenpaare mit mindestens einem Wert unter der Bestimmungsgrenze aus dem Datensatz entfernt. Die verbleibenden Wertepaare werden ausreißerbereinigt, wobei Wertepaare außerhalb des Standardfehlerbereiches als Ausreißer betrachtet werden. Aus den bereinigten Wertepaaren werden die Variationskoeffizienten (= relative Messunsicherheiten) bestimmt und mit dem Erweiterungsfaktor k = 2 multipliziert, um die erweiterte relative Messunsicherheit zu erhalten, die der statistischen Sicherheit von etwa 95 % der betrachteten Fälle entspricht.

Berechnung möglicher nachweisbarer Konzentrationserhöhungen

Die Abschätzung möglicher durch die geplante Baggergutverbringung verursachten nachweisbaren Zunahmen von Schadstoffkonzentrationen in den betrachteten BZR erfolgte auf Grundlage

i) der resultierenden Ablagerungsmächtigkeit der Baggergutauflage (95. Perzentil der Baggergutauflage eines BZR am Ende des Modelllaufs s. auch Kapitel 3.1, Schritt 3),
ii) der mittleren Schadstoffgehalte des zu verbringenden Baggergutes (s. Kapitel 4.3.1)
iii) der Schadstoffgehalte im Sediment der BZR (ermittelte Ausgangskonzentrationen) (s. Kapitel 4.3.3) sowie
iv) der stoffspezifischen erweiterten Messunsicherheiten.

Dabei wurden zum einen die modellierten Ablagerungsmächtigkeiten für die Betrachtung des Antragszeitraumes von 10 Jahren durch Multiplikation durch *10 hochskaliert. Zum anderen wurde für die Nachweisbarkeit einer Konzentrationserhöhung eine Probenahmetiefe von 20 cm (entspricht der mit einem Van-Veen-Greifer erfassten Mächtigkeit) angenommen. Damit lässt sich die Schadstoffmischung aus Baggergutauflage und Sediment des BZR mit Hilfe der allgemeinen Mischungsgleichung folgendermaßen ermitteln:

C = ((C1 * M1) + (C2 * M2)) / (M1 + M2)

Mit:

C1 = ermittelte Ausgangskonzentration des Parameters,

C2 = Konzentration des Parameters im zu verbringenden Baggergut,

M1 = Menge Sediment

M2 = Menge Baggergut

Für BZR in denen die modellierte Gesamtsedimentation während des Betrachtungszeitraumes von 10 Jahren 20 cm übersteigt wurde der daraus resultierende Verdünnungseffekt berücksichtigt, in dem abweichend die Gesamtmengen der Hintergrundsedimentation (M1) und des sedimentierten Baggergutes (M2) in die Berechnung Eingang fanden.

Von einer nachweisbaren, verbringungsbedingten Konzentrationserhöhung ist auszugehen, wenn die prognostizierte Konzentration um mehr als die erweiterte Messunsicherheit über der ermittelten Ausgangskonzentration liegt und die parameterspezifische Bestimmungsgrenze übersteigt.

Abschätzung der Auswirkungen im Nahbereich auf Grundlage bisheriger Monitoringergebnisse

Da aufgrund des Ansatzes im Modell das gesamte Baggergut in die Wassersäule zu geben, im Nahfeld die Ergebnisse nicht voll aussagekräftig sind, aber durch das langjährige Monitoring viele Daten existieren, wurden die Auswirkungen zukünftiger Baggergutverbringungen auf die Qualität der Sedimente im Nahfeld der Verbringstelle Tonne E3 unabhängig von den BAW-Modellierungen abgeschätzt, in dem bestehende Daten des verbringungsbegleitenden Monitorings ausgewertet und anhand der verbrachten Baggergutmenge extrapoliert wurden.

Anhand der Messwerte von sechs Analyten, deren Konzentrationen im Baggergut kontinuierlich deutlich gegenüber den Sedimenten des Schlickfallgebietes erhöht sind (Cd, Zn, HCB, p,p`-DDD, p,p`-DDE und TBT) wurde für sämtliche bisher durchgeführten Monitoringkampagnen die Größe der Fläche abgeschätzt, auf der sich anhand erhöhter Schadstoffkonzentrationen die Einmischung von Baggergut nachweisen lässt. Die so ermittelten Flächengrößen wurden anhand der Menge verbrachten Baggergutes für die drei Mengenszenarien (1,5 Mio. t TS/a, 2,0 Mio. t TS/a, 2,5 Mio. t TS/a) für zehn Jahre extrapoliert, um die Größe der dann jeweils betroffenen Fläche abzuschätzen.

Schwierigkeiten bei der Abschätzung der Fläche auf der sich für eine jeweilige Monitoringkampagne die Einmischung von Baggergut nachweisen lässt, bestehen einerseits im verhältnismäßig groben Probenraster und andererseits in der Wahl der zu Grunde zu legenden Ausgangskonzentration. Im Rahmen der seit Beginn der Baggergutverbringungen mindestens jährlich durchgeführten Monitoringkampagnen wird der Bereich auf der Verbringstelle verhältnismäßig engmaschig beprobt, während sich das Beprobungsraster mit größerer Entfernung zur Verbringstelle deutlich ausdünnt. Mittlerweile werden an Stationen des 3-km-Radius regelmäßig signifikante Schadstoffzunahmen verzeichnet. Auf Grund der großen Entfernung zu den nächstgelegenen Monitoringstationen müssen Abschätzungen der von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche, die über diesen Bereich hinaus gehen als grobe Schätzung betrachtet werden. Erst seit 2021 werden Stationen auf dem 4-km-Radius beprobt. Für alle vorangehenden Messkampagnen liegen erst wieder Proben auf dem 6-km-Radius vor.

Bereits für die vor Beginn der Baggergutverbringung durchgeführten Probenahme zeigt sich für die meisten chemischen Parameter eine gewisse Spannbreite der gemessenen Konzentrationen, häufig mit zunehmenden Konzentrationen von West nach Ost. Grund hierfür ist unter anderem der nach Osten hin zunehmende Einfluss der Elbe („Elbefahne“). Als für das gesamte im Rahmen des Monitorings untersuchte Gebiet (bis einschließlich 12-km-Radius) gültige Hintergrundkonzentrationen, deren signifikante Überschreitung den Einfluss der Baggergutverbringung sicher anzeigen, kommen daher nur die maximalen während der Nullbeprobung erfassten Werte in Frage. Diese würden für große Teile des Betrachtungsraumes aber über dem tatsächlichen Hintergrund liegen und daher zu einer Unterschätzung der baggergutbeeinflussten Fläche führen.

Um dennoch für alle Monitoringkampagnen auf Grundlage einer einheitlichen Methode die von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche abschätzen zu können, wurden für alle während der Nullbeprobung untersuchten Stationen die Differenz zwischen aktuellem Messwert und Messwert zum Ausgangszustand gebildet. Die für die einzelnen Stationen ermittelten Konzentrationsdifferenzen der betrachteten Parameter wurden mittels KRIGING-Verfahren räumlich interpoliert. Bereiche, in denen die durch Interpolation erhaltene Konzentrationsdifferenz die parameterspezifische erweiterte Messunsicherheit übersteigt, werden als Flächen identifiziert, auf denen eine nachweisbare verbringungsbedingte Anreicherung des entsprechenden Stoffes anzunehmen ist. Diese für die berücksichtigten Einzelparameter ermittelten Flächen wurden miteinander verschnitten, um die Gesamtfläche zu ermitteln, für die von einem verbringungsbedingten Einfluss auf die Qualität der Sedimente ausgegangen werden muss. Die angegebenen Gesamtflächen weisen folglich gegenüber der Nullbeprobung erhöhte Konzentrationen mindestens eines der berücksichtigten Parameter auf. Auf Grund der ungleichmäßigen Verteilung der Probenahmestationen im Untersuchungsgebiet, die durch abnehmende Beprobungsdichte mit zunehmender Entfernung von der Verbringstelle gekennzeichnet ist, sowie der vorgenommenen räumlichen Interpolation, ist das gewählte Vorgehen mit großen Unsicherheiten behaftet. Die ermittelten Flächengrößen müssen als grobe Schätzung betrachtet werden.

Um Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der betroffenen Flächen abzuleiten, wurde auf die ermittelten Größen der verbringungsbeeinflussten Flächen ein lineares Modell angepasst und anhand der Menge des verbrachten Baggergutes über 10 Jahre für die drei betrachteten Mengenszenarien (15 Mio. t TS, 20 Mio. t TS und 25 Mio. t TS) extrapoliert. Dies ermöglicht eine grobe Abschätzung der Größe, der durch die vorgesehenen Baggergutverbringungen voraussichtlich hinsichtlich ihrer Sedimentqualität beeinflussten Fläche.

Bewertung der Schadstoffbelastung von Sedimenten anhand von nationalen und internationalen Umweltbewertungskriterien

Die Schadstoffbelastung des zu verbringenden Baggergutes (angenommene Baggergutqualitäten), die gemessenen Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten der Teilbereiche des verbringungsbegleitenden Monitorings bei Verbringstelle Tonne E3 sowie die sich rechnerisch ergebenden Ausgangskonzentrationen und prognostizierten Schadstoffkonzentrationen in den Bilanzierungsräumen des gesamten Untersuchungsgebietes werden anhand der in der „Gemeinsamen Übergangsbestimmung zum Umgang mit Baggergut an der Küste“ (GÜBAK) festgelegten Richtwerte, den in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) aufgelisteten Umweltqualitätsnormen sowie den von der OSPAR-Kommission verwendeten Kriterien bewertet.

Bewertung nach GÜBAK – Richtwerte (RW)

Die GÜBAK sieht zur Bewertung der in Sedimenten gemessenen Konzentrationen von Arsen und den Metallen Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink, den Summenparametern Summe 7 PCB, Kohlenwasserstoffe und Summe 16 PAK sowie den organischen Schadstoffen alpha-HCH, gamma-HCH, HCB, Pentachlorbenzol, p,p‘-DDT, p,p‘-DDE, p,p‘-DDD und TBT ein zweistufiges Bewertungsschema vor. Darüber hinaus ist die Bewertung der Gehalte von Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor anhand einfacher Richtwerte vorgesehen. Grundlage für die Richtwertbildung ist hier die Hintergrundbelastung der Küstensedimente. Dabei beziehen sich die angegebenen Richtwerte R1 und R2 bei Arsen und den Metallen auf die in der Fraktion < 20 µm gemessenen Gehalte und bei TBT, Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor auf die in der Fraktion < 2 mm gemessenen Gehalte. Im Falle der übrigen organischen Schadstoffe sind die in der Fraktion < 2 mm gemessenen Konzentrationen auf den Feinkorngehalt (< 63 µm) zu normieren. Die Bewertung erfolgt nach folgendem Schema:

Fall 1 c < RW1

Die Schadstoffkonzentrationen c liegen unter den Basisrichtwerten R1 oder erreichen sie:

Dieses Material entspricht dem Belastungszustand im Küstennahbereich.

Fall 2 R1 < c < RW2

Mindestens eine Schadstoffkonzentration c überschreitet R1 und keine überschreitet R2:

Dieses Material gilt als mäßig höher belastet als Sedimente des Küstennahbereichs.

Fall 3 c > RW2

Mindestens eine Schadstoffkonzentration c überschreitet den Richtwert R2:

Dieses Material gilt als deutlich höher mit Schadstoffen belastet als Sedimente des Küstennahbereichs.

Im Rahmen dieser Auswirkungsprognose wird das von der GÜBAK vorgesehene Bewertungsschema sowohl auf die angenommene Qualität des zu verbringenden Baggergutes, als auch auf die im Nahfeld der Verbringstelle Tonne E3 untersuchten Sedimente angewendet. Darüber hinaus werden auch die durch Interpolation verschiedener Messwerte für die betrachteten BZR abgeleiteten Ausgangskonzentrationen sowie die sich aus Ausgangskonzentrationen, modellierter Baggergutauflage und angenommener Baggergutqualität rechnerisch ergebenden prognostizierten Konzentrationen anhand der GÜBAK-Kriterien bewertet. Im Falle der in der auf die Fraktion < 63 µm zu normierenden Parameter wurden bei der Ableitung der Ausgangskonzentrationen, wie zuvor beschrieben, jeweils die in den Einzelproben gemessenen Konzentrationen auf den jeweiligen Feinkorngehalt normiert. Die räumliche Interpolation sowie die spätere Mischungsrechnung wurde auf Grundlage dieser auf den Feinkorngehalt normierten Konzentrationen durchgeführt. Da für einzelne Proben zwar Messwerte der Schadstoffgehalte aber keine Siebanalyse vorliegt, kann den für die gleiche Substanz in verschiedenen Fraktionen ermittelten Ausgangskonzentrationen eine unterschiedliche Datenbasis zugrunde liegen.

Bewertung nach OSPAR

Die OSPAR-Kommission sieht für die Beurteilung von in marinen Sedimenten gemessenen Konzentrationen der Parameter Arsen, einigen Metallen, PAKs, PCBs und wenigen weiteren Organochlorverbindungen verschiedene Bewertungskriterien vor.

Für die Bewertung der Konzentrationen verschiedener PCBs ist nach OSPAR eine Bewertung anhand von Environmental Assessment Criterias (EAC) vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass Konzentrationen unterhalb der EAC-Werte keine chronischen Effekte auf marine Organismen haben. Die EAC-Werte beziehen sich auf in der Fraktion < 2 mm gemessene Konzentrationen, die auf einen TOC-Gehalt von 2,5 % normiert wurden.

Für die Bewertung der Konzentrationen von Arsen, Metallen, PAKs und weiteren Organochlorverbindungen liegen geeignete EAC-Werte nicht vor. Für diese Parameter ist eine Bewertung anhand der von der U.S.EPA entwickelten Effect Range Low Werten (ERL) vorgesehen (Long et al., 1998; Long et al., 1995). Diese beziehen sich auf das Gesamtsediment ohne Berücksichtigung von Korngrößeneffekten, um einen Vergleich mit biologischen Toxizitätstests zu ermöglichen.

Für Tributylzinn (TBT) liegen weder ERL- noch EAC-Werte vor. Die Bewertung der TBT-Konzentrationen in marinen Sedimenten erfolgt aktuell probeweise anhand des als vorläufigen Orientierungswert herngezogenen schwedischen Umweltqualitätsstandards (EQS). Es wird angenommen, dass Konzentrationen niedriger als EQS keine chronischen Auswirkungen bei marinen Organismen hervorrufen (OSPAR, 2020). Der EQS-Wert von 0,8 µg/kg TS liegt unterhalb der für die Analytik der Proben des verbringungsbegleitenden Monitorings bei Verbringstelle Tonne E3 angegebenen Bestimmungsgrenze. Eine Bewertung anhand dieses Wertes ist daher für einen Großteil der hier betrachteten Proben nicht möglich. Daher muss auf eine Bewertung der TBT-Konzentrationen anhand der OSPAR-Kriterien verzichtet werden. Sollte im Laufe des angestrebten Genehmigungszeitraums ein verbindlicher Orientierungswert für TBT beschlossen werden ist eine Neubewertung der TBT-Gehalte zu prüfen.

Bewertung nach OGewV

Anhang 6 (Ökologisches Potenzial) der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) gibt Umweltqualitätsnormen für die jährlichen Durchschnittskonzentrationen (JD-UQN) der Parameter Arsen, Chrom, Kupfer, PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180 und Zink in Sedimenten an. Die angegebenen JD-UQN beziehen sich für Metalle und Arsen auf die Fraktion < 63 µm, für die PCBs auf die Fraktion < 2 mm. Auf Grund der deutlich größeren Anzahl vorliegender Messwerte der Metalle in der Fraktion < 20 µm werden diese der JD-UQN gegenübergestellt. Es ist davon auszugehen, dass in der Fraktion < 63 µm bestimmte Konzentrationen unter den Konzentrationen in der Fraktion < 20 µm liegen.

Vorgehensweise zur Bewertung der Schadstoffgehalte in der Wasserphase

Für die Bewertung der Schadstoffgehalte in der Wasserphase wurden die Schwebstoffgehalte der BAW Modellierung (Set 2, siehe auch Kapitel 3.1 dort Schritt 2) verwendet. Wie in Kapitel 3.1 beschrieben wurde aus den Ergebnissen der Modellierung jeweils das 85. Perzentil der über den Bilanzierungsraum gemittelten verbringungsbürtigen Schwebstoffgehalte der einzelnen BZR verwendet. Je nach betrachtetem Parameter wurden jeweils die mittleren Schwebstoffgehalte der < 63 µm- Fraktion (organische Schadstoffe und TBT) oder der Fraktion < 20 µm (für Hg) verwendet. Als

Schadstoffgehalte des verbringungsbürtigen Schwebstoffs wurden die, ebenfalls für die Bewertung der Auswirkungen der Verbringszenarien auf die Sedimentqualität verwendeten, Daten der Schadstoffszenarien 2008 - 2018 und 2016 - 2021 verwendet.

Abweichend davon wurde für TBT die aktuelle Sedimentqualität aus dem Zeitraum 2020 - 2021 verwendet, da TBT seit 2008 - 2021 in allen Gebieten deutlich abgenommen hat. Es ist davon auszugehen, dass der TBT-Gehalt in Zukunft noch weiter abnehmen wird, da ein Eintrag aufgrund von höheren Oberwasserzuflüssen auszuschließen ist und die Quelle im Hamburger Hafen liegt.

Als Hintergrundschadstoffgehalt in den BZR wurden, soweit verfügbar, die Schadstoffkonzentrationen der Wasserphase an den repräsentativen Messstellen der zugehörigen Oberflächenwasserkörper (OWK) aus dem Zeitraum 2013 - 2018 verwendet (letzter Bewirtschaftungsplan). In Ermangelung an chemischen Daten der Messstellen in den OWK „westliches Wattenmeer der Elbe“, „Piep Tidebecken“, „Hakensand“ sowie „Dithmarscher Bucht“ aus diesem Zeitraum, wurden als Hintergrundschadstoffkonzentration für diese OWK behelfsweise die Daten der Messstelle „Norderelbe“ verwendet. Für die OWK Ausseneider, Eider Tidebecken und Küstenmeer Eider, für die ebenfalls keine Daten vorlagen, wurden behelfsweise die Daten der Messstelle Eider herangezogen. Im OWK Küstenmeer der Weser befinden sich keine repräsentativen Messstellen. Zur Bewertung möglicher Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3 auf diesen OWK wurden daher die Daten der Messstellen OSee_W4 und AuWe_W1 als Hintergrund verwendet.

Die Auswahl der in der Auswirkungsprognose betrachteten Parameter erfolgte anhand der Einstufung des chemischen Zustandes im Bereich des Hamburger Hafens. Geprüft wurden Parameter, deren Gehalte im Wasser oder in Biota zu einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) bzw. Einstufung in einen nicht guten chemischen Zustand in einem der betrachteten OWK führen (s. Tabelle 6-1 in Kapitel 6.5.1). Für die Bewertung möglicher Auswirkungen der Verbringung auf die Schadstoffgehalte in der Wasserphase wurde, auf Basis der oben beschriebenen Datengrundlagen, rechnerisch die Schadstoffkonzentration im Wasser für jeden BZR ermittelt. Hierzu wurde zunächst die Stoffkonzentration im Baggergut mit der für den einzelnen BZR modellierten Schwebstoffkonzentration verrechnet und so die baggergutbürtige Schadstoffkonzentration in der Wasserphase berechnet. Anschließend wurde zu diesem Wert der Schadstoffgehalt im Hintergrund (Daten Wasserphase Messstellen) addiert. Die Bewertung erfolgte schließlich anhand der Jahresdurchschnitts- UQN (JD-UQN) und der Zulässigen Höchstkonzentration UQN (ZHK-UQN) der OGewV (Anlage 8 2016).

Zur Beurteilung des chemischen Zustandes wurde für die Bewertung auf Basis der ZHK-UQN die Maxima der Schadstoffkonzentrationen der jeweiligen Parameter in der Wasserphase (verfügbare Daten aus dem Zeitraum 2013 - 2018) als Hintergrundschadstoffgehalt angesetzt und die Maxima der Schwebstoffmodellierungen (Mittelwert über die Monatsmittel Juli 2016 – Juni 2017) verwendet. Letztere wurden für die weitere Berechnung mit dem Faktor 0,7 multipliziert, da davon auszugehen ist, dass bei dem gewählten Einbringverfahren im Modell die Schwebstoffgehalte überschätzt werden (vgl. Kapitel 3.1, dort Schritt 2).

Zur Beurteilung des chemischen Zustandes wurden auch die jeweiligen JD-UQN herangezogen (s. Anlage 8 der OGewV, 2016). Hierzu wurden die mittleren Schadstoffgehalte der Wasserphase (verfügbare Daten aus dem Zeitraum 2013-2018) angesetzt und die Mittelwerte der Schwebstoffgehalte (85 Perzentil der Monatsmittel Juli 2016 – Juni 2017). Auch hier wurden die Mittelwerte zuvor mit dem Faktor 0,7 multipliziert.

Auf eine Abschätzung der gelösten Schadstoffanteile anhand von Verteilungskoeffizienten oder Ähnlichem für die Metalle wurde im Sinne des verfolgten „worst-case“ - Ansatzes verzichtet.

Messwerte der Schadstoffgehalte in der Wasserphase unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden für den Abgleich der Ergebnisse mit der JD-UQN, gemäß den Anforderungen der OGewV (2016), mit dem Wert der halben Bestimmungsgrenze gleichgesetzt.

In Ermangelung vorhandener Messreihen von Doppelbestimmungen der Schadstoffgehalte von Wasserproben zur Bestimmung der Messunsicherheit bei der Bestimmung der betrachteten Parameter in der Wasserphase, wurde als Maß für die messtechnische Nachweisbarkeit etwaiger Erhöhungen die, am Tonne E3-Doppelbestimmungsdatensatz für Sedimente ermittelte, Parameter-spezifische „erweiterte Messunsicherheit k = 2“ (Hentschke, 2020 und HLUG 2002) verwendet.

Abweichende Ergebnisse von der IST-Zustandsbewertung in Kapitel 6.5.1 bzw. der dafür herangezogenen Einstufung der OWK gemäß den OWK-Steckbriefe des 3. Bewirtschaftungszyklus kommen ggf. durch Abweichungen in der verwendeten Datenbasis zustande. Die verwendeten Daten wurden größtenteils aus der Meeresumweltdatenbank des Bundes (MUDAB) und dem Fachinformationssystem (FIS) der FGG Elbe entnommen und somit sind Abweichungen von den, den Ländern für die Bewertung der OWK im Rahmen der 2. Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans vorliegenden Daten nicht auszuschließen.

3.3.2 Ökotoxikologische Wirkungen

Bei der Verbringung von Baggergut soll eine nachteilige Beeinträchtigung der Meeresumwelt und eine Verschlechterung des Ist-Zustands am und um den Verbringungsort vermieden werden. Zur Abschätzung der großräumigen Auswirkungen, die mit der angestrebten Erweiterung der Baggergutverbringung zur Tonne E3 über 10 Jahre verbunden sein können, werden Prognosen zur möglichen Beeinträchtigung der ökotoxikologischen Sedimentqualität in den BZR der Deutschen Bucht und des Elbeästuars erstellt.

Richtlinien, angewandte Normen und Methoden

Zur Erfassung und Charakterisierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials, das von Sediment und umzulagernden Baggergut ausgeht, werden ökotoxikologische Testverfahren eingesetzt, sog. Bioteste. Bei diesen Biotesten werden verschiedene Testspezies aus unterschiedlichen Trophieebenen herangezogen, um die vorhandenen Belastungspotenziale gegenüber einer modellhaften aquatischen Lebensgemeinschaft zu bestimmen. Die eingesetzten Testorganismen repräsentieren hierbei die unterschiedlichen Trophieebenen des aquatischen Ökosystems. Mit Biotesten kann die integrale Wirkung von Stoffen oder Umweltproben auf biologische Systeme abgebildet werden. Das bedeutet, alle im Testgut bioverfügbaren Schadstoffe wirken gleichzeitig und gemeinsam auf die Testorganismen. Mögliche synergistische, additive oder antagonistische Wirkungen werden ebenfalls abgebildet. Somit wird die Wirkung aller bioverfügbaren Stoffe erfasst, auch wenn diese nicht in der expliziten chemischen Stoffanalyse enthalten sind.

Die ökotoxikologischen Wirkungen der Sedimente werden gemäß den Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK 2009) sowie dem BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“ (BfG 2020) ermittelt. Die ökotoxikologischen Untersuchungen und chemische Schadstoffanalysen werden dabei am selben Probenmaterial durchgeführt. Die Abschätzung des Toxizitätspotenzials der biologisch verfügbaren Schadstoffkomponenten in den untersuchten Proben erfolgt anhand der aus den Sedimenten gewonnenen Porenwasser und Eluate gemäß BfG-Merkblatt (BfG 2020). Die Exposition der Testorganismen gegenüber einem Testgut erfolgt unter definierten und standardisierten Bedingungen.

Durch den Einsatz von normierten Biotestverfahren wird die Reproduzierbarkeit und die Vergleichbarkeit der erzeugten Ergebnisse sichergestellt.

Da verschiedene Organismen unterschiedlich sensitiv auf bioverfügbare Schadstoffe reagieren, empfehlen die Handlungsanweisungen, wie auch die OSPAR, den Einsatz einer Testbatterie mit unterschiedlichen Spezies (OSPAR 2004). Da das Baggergut in den marinen Bereich verbracht werden soll, werden für die Bewertung die Untersuchungsergebnisse der marinen Testpalette herangezogen. Dies gilt auch für das Baggergut aus den limnischen Bereichen. Diese Vorgehensweise entspricht dem BfG-Bewertungskonzept aus 2017 (Vermerk BfG/G3/210/1667). Die marine Biotestpalette umfasst die folgenden Biotestsysteme:

- Leuchtbakterientest nach DIN EN ISO 11348-2 (Annex D)
  Toxizitätstest mit flüssig getrockneten Bakterien *Aliivibrio fischeri*
- Mariner Algentest nach DIN EN ISO 10253
  Zellvermehrungshemmtest mit der marinen Alge *Phaeodactylum tricornutum*

Bewertungssystem für das ökotoxikologische Belastungspotenzial

Zur Charakterisierung der von einer Umweltprobe auf einen Modellorganismus ausgehenden Toxizität dient gemäß den Handlungsanweisungen für den Umgang mit Baggergut der pT-Wert *(potentia toxicologiae* = toxikologischer Exponent). Er ist der negative binäre Logarithmus des ersten nicht mehr toxischen Verdünnungsfaktors in einer Verdünnungsreihe mit dem Verdünnungsfaktor 2. Der pT-Wert gibt an, wie oft eine Probe im Verhältnis 1 zu 2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch wirkt (Krebs 2000, 2005). Der pT-Wert ermöglicht eine zahlenmäßige, nach oben offene, gewässertoxikologische Kennzeichnung. Mit Hilfe dieser ordinalen Toxizitätsskala ist es möglich, eine Probe leicht verständlich und quantifiziert zu charakterisieren. Ausschlaggebend für die Einstufung von Sediment und Baggergut in die Toxizitätsklasse, ist der pT-Wert des empfindlichsten Testsystems innerhalb der Testpalette. Die verschiedenen Biotestverfahren werden somit gleichrangig bewertet. Die von diesem höchsten pT-Wert, dem pT_{max}-Wert, abgeleitete Toxizitätsklasse wird in römischen Zahlen angegeben und ist auf 7 Toxizitätsklassen begrenzt. Alle pT_{max}-Werte größer 6 sind der höchsten Toxizitätsklasse VI zuzuordnen, s. Tabelle 3-1. Ist eine toxikologische Belastung mit den eingesetzten Biotesten nicht nachweisbar (Toxizitätsklasse 0) bzw. ist diese nur gering, so ist eine akute Belastung der Umwelt durch das Baggergut zunächst nicht abzuleiten. Zur Erfassung von langfristigen chronischen Auswirkungen können weiterführende Untersuchungen, z. B. auf bioakkumulative Effekte, herangezogen werden.

Tabelle 3-1: Ökotoxikologische Klassifizierung von Sediment und Baggergut mittels des pT-Wert-Systems und der darüber abgeleiteten Toxizitätsklassen.

höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	**Verdünnungs-faktor**	**pT_{max}-Wert**	**Toxizitätsklasse**	
Original	2^0	**0**	**0**	Toxizität nicht nachweisbar
1:2	2^{-1}	**1**	**I**	sehr gering toxisch belastet
1:4	2^{-2}	**2**	**II**	gering toxisch belastet
1:8	2^{-3}	**3**	**III**	mäßig toxisch belastet
1:16	2^{-4}	**4**	**IV**	erhöht toxisch belastet
1:32	2^{-5}	**5**	**V**	hoch toxisch belastet
≤ (1:64)	≤ 2^{-6}	**≥ 6**	**VI**	sehr hoch toxisch belastet

Vorgehen zur Prognose der ökotoxikologischen Auswirkungen

Grundsätzlich erfolgt die Prognose der mit der Baggergutverbringung verbundenen Auswirkungen über zwei unterschiedliche Herangehensweisen. Einerseits werden die Auswirkungen auf das Nahfeld der Verbringstelle Tonne E3 auf Grundlage der Ergebnisse der langjährig durchgeführten Monitoringuntersuchungen abgeschätzt. Diese Abschätzung der Auswirkungen auf das Nahfeld erfolgt unabhängig von den BAW-Modellierungen über die Daten des langjährigen Monitorings. Des Weiteren werden die zu erwartenden Auswirkungen mittels modellgestützter Prognosen für verbringungsbedingte Sedimentablagerungen abgeschätzt. Diese beiden Herangehensweisen werden gewählt, um eine möglichst verlässliche Abschätzung der ökotoxikologischen Auswirkungen vornehmen zu können.

Zur Abschätzung der Auswirkungen auf die ökotoxikologische Belastung der Sedimente in den Bilanzierungsräumen wird eine Betrachtung der verbringungsbedingten Sedimentablagerungen vorgenommen. Bei der Extrapolation der BAW-Modellierungen für die Prognose der Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial der Oberflächensedimente werden verschiedene Festlegungen und Annahmen getroffen:

- Ökotoxikologische Prognosen werden für die Bilanzierungsräume von Set 1 dem Nahbereich von Tonne E3 (inkl. Natura 2000 und FFH-Gebiete) und Set 3 für alle BZR im gesamten Modellgebiet vorgenommen inkl. der Elbemündung.
- Für die Berechnungen der Auflagemengen in den BZR werden die Modellierungen zum Feinkorntransport < 63 µm herangezogen. Auf Grund des großen Oberflächen-Volumen-Verhältnisses in der Feinkornfraktion sind in dieser Fraktion die ökotoxikologischen Belastungspotenziale anzunehmen.
- Wie bei der Prognose zu den Schadstoffen wird als maßgebliche Zeitspanne für die Mächtigkeit der Feinkornauflagen in den BZR die letzten beiden Wochen am Ende der Simulationsdauer verwendet (15. bis 31.12.2018).
- Die Berechnungen der ökotoxikologischen Belastungspotenziale in den BZR erfolgt über die Auflagemächtigkeiten der Modellierungen sowohl für das 95. Perzentil, als auch für den Median.

- Die BAW-Modellierungen im Nahfeld sind nur eingeschränkt aussagekräftig, da bei den Modellläufen sämtliche Feinsedimentanteile des Baggerguts beim Einbringen auf der Verbringstelle vollständig in der Wassersäule suspendiert werden (Stripping-Faktor 1,0).
- Die Modellergebnisse werden mit dem Faktor 10 multipliziert, da die Prognose für einen Zeitraum von 10 Jahren vorgenommen werden soll und die jährlichen Baggergutmengen 10-fach eingebracht werden.
- Aus dem begleitenden Monitorings ist bekannt, dass ca. 30 % des eingebrachten feinkörnigen Baggergutes innerhalb des 1,5-km Kreises verbleibt und dort von sandigen Anteilen erosionssicher überdeckt wird (BfG 2023 a). Von den für die BZR ermittelten Mengen werden 30 % abgezogen (Multiplikation mit dem Faktor 0,7), da entsprechende Feinkornmengen an der Verbringstelle verbleiben.
- Es werden zwei unterschiedliche Baggergutqualitäten betrachtet, die ökotoxikologische Belastung des Baggergutes der Jahre 2008 - 2018 und die Qualität/Belastung der Jahre 2016 - 2021
- Für die Berechnung der Toxizitätsklasse wird die Einmischung der Hintergrundauflagen der Gesamtsedimentphase berücksichtigt, hierfür werden die Median-Daten verwendet. Bei negativen Werten, also im Fall einer Erosion, wird der Wert 0 verwendet.

Die Berechnung der in den BZR erwarteten Toxizitätsklassen der Oberflächensedimente nach 10 Jahren erfolgt mittels der jeweiligen Feinkornauflagen des verdrifteten Baggergutes und der lokalen Feinkorneinträge. Berücksichtigung findet hierbei die durchschnittliche Belastung des Baggergutes und die Hintergrundbelastung der Oberflächensedimente. Grundsätzlich erfolgt die Berechnung mit folgender Mischungsgleichung:

$$Tox_{AP} = \frac{Tox_{Bag} * M1 + (B - M1) * Tox_{HG} + Tox_{HG} * M2}{B}$$

Tox_{AP}: prognostizierte Toxizitätsklasse im Oberflächensediment
Tox_{Bag}: Toxizitätsklasse des verbrachten Baggergutes
Tox_{HG}: Toxizitätsklasse der Hintergrundbelastung
M1: prognostizierte Feinkornauflage nach 10 Jahren [mm]
M2: prognostizierte Hintergrundauflage mit Gesamtsediment [mm]
B: betrachteter Sedimenthorizont (Annahme: 20 cm bioverfügbar) [mm]
(M1 + M2 begrenzt auf B, bei Überschreitung anteilige Verrechnung)

Bei der Berechnung der prognostizierten Toxizitätsklasse für die einzelnen BZR wird die bioverfügbare Sedimentoberfläche der obersten 20 cm betrachtet. Auf den Sedimentoberflächen kann es zu einer Auflage mit Feinkornmaterial kommen, dass aus dem Verbringgebiet Tonne E3 in die BZR verdriftet wird. Die Qualitäten der Sedimentauflage und die Hintergrundqualität werden durch Extrapolation (s. o.) für die 10 Jahre Verbringungsdauer berechnet.

Die angenommene Hintergrundbelastung der Sedimente, die strikte Aufsummierung der Auflagen als auch die Verwendung der Hintergrundauflagen der Median-Daten sind Annahmen, die so gewählt sind, dass sie einen Worst-Case darstellen. Es kommt also eher zu einer Überschätzung der prognostizierten ökotoxikologischen Auswirkungen.

3.3.3 Bioakkumulation

Schadstoffe werden im Monitoringgebiet an der Tonne E3 in den Weichkörpern zweier Mollusken, der Pfeffermuschel (*Abra alba*) und der Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*), sowie im Leber- und Muskelgewebe der Kliesche (*Limanda limanda*) und der Scholle (*Pleuronectes platessa*) untersucht. Zusätzlich wird der Schwanz von Nordseegarnelen (*Crangon crangon*), die in Küstengewässern gefischt werden, auf Schadstoffe analysiert. Die untersuchten Arten, drei Wirbellose (Pfeffermuschel, Wellhornschnecke und Nordseegarnele) und zwei Fischarten (Kliesche und Scholle) gehören unterschiedlichen Trophieebenen an (BfG, 2009) und reichern Schadstoffe in unterschiedlichem Maße im Gewebe an. Die Schadstoffanreicherung ist in den fünf Spezies und den jeweils untersuchten Geweben (Wirbellose: Weichkörper; Fische: Muskulatur und Leber) unter anderem bedingt durch die unterschiedliche Lebensweise sowie ein unterschiedliches Alter der Spezies verschieden. Durch die unterschiedliche Mobilität der Spezies können potentielle Effekte unterschiedlich große Bereiche des Untersuchungsgebietes widerspiegeln. Für die Auswirkungsprognose werden im Wesentlichen die Ergebnisse des Monitorings der Jahre 2018 bis 2020 herangezogen, die im Detail in BfG (2023) bewertet wurden.

Die Probenahme der Pfeffermuschel ist in die Sedimentbeprobung integriert, während die Befischungen der Fische und der Wellhornschnecke unabhängig mit einem Fischkutter durchgeführt werden. Bei den Wellhornschnecken werden zusätzlich zu den Schadstoffanalysen auch die Bestandsentwicklung und das Imposex-Phänomen, die Vermännlichung weiblicher Tiere infolge von Schadstoffexposition, untersucht. Die Garnelen wurden auf kommerziellen Krabbenkuttern gefischt und aus den ungebrühten Tieren das Schwanzgewebe analysiert.

In der Tabelle 3-2 sind die untersuchten Analyten in den jeweiligen Organismen aufgelistet. Für die Bewertung der Bioakkumulationsdaten wurden teilweise nur Vertreter bestimmter chemischer Gruppen herangezogen (z. B. PCB 138 und PCB 153 für die PCB) (siehe BfG 2023).

Tabelle 3-2: Untersuchte chemische Gruppen mit Angabe der jeweiligen Analyten in den Monitoringorganismen.

Chemische Gruppe	**Analyt**	**Organismen**
Metalle	Cd, Pb, Cu, Zn, Hg	Alle
Metalloid	As	*B. undatum, L. limanda P. platessa, c. crangnon*
DDT und Metabolite	p,p'-DDD, p,p'-DDE, p,p'DDT o,p'-DDD, o,p'-DDE, o,p'-DDT	Alle
Polyzyklische Biphenyle	PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	
Hexachlorcyclohexan		
Chlorstyrol	Octachlorstyrol	
Chlorbenzol	HCB	
Polyzyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAK	*A. alba, B. undatum*
Organozinnverbindungen	MBT, DBT, TBT, TeBT	*B. undatum, L. limanda, P. platessa, C. cragon*

Die Probenahmegebiete unterscheiden sich beispielsweise aufgrund der Verfügbarkeit der Organismen zwischen den verschiedenen Spezies (siehe Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3: Probenahmegebiete für die Bioakkumulationsuntersuchungen

Gebiet	Kürzel	Größe/Distanz zum Verbringzentrum	Pfeffer-muschel	Wellhorn-schnecke	Kliesche	Scholle
VZ Süd	Ks			x		
VZ Ost	K	400x400m		x		
Verbringstelle	U	1-km Radius	x	x	x	x
Außenbereich	AU	1,5-km Radius	x			
		2-km Radius	x	x	x	x
		3-km Radius		x		
Fernfeld	6-km Strahl		x			
Referenzgebiet 1	R bzw. R1		x	x	x	x
Referenzgebiet 2	R2 bzw. ZR1			x	x[a]	x[a]
Referenzgebiet 3	R3 bzw. ZR2			x		

Angegeben ist das Kürzel für das jeweilige Gebiet und dessen Größe (Verbringzentrum) bzw. dessen Entfernung zum Verbringzentrum (alle anderen Gebiete) sowie die Spezies, die in dem Gebiet beprobt wurden.
[a]Probenahmegebiet ist identisch mit Referenzgebiet 3 der Wellhornschnecken.

Die Materialien und Methoden sind detailliert in BfG (2023) beschrieben. Um mögliche Effekte der Baggergutverbringungen auf die Bioakkumulation zu bewerten, werden die Schadstoffkonzentrationen in Biota aus den verschiedenen Gebieten miteinander verglichen und statistisch ausgewertet. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Konzentrationen in Biota des Verbringbereiches im Vergleich zu den jeweiligen Referenzgebieten gelegt.

Bei den Pfeffermuscheln wird das Fernfeld (6-km Strahl) als zusätzliches Referenzgebiet betrachtet. Da bei der Pfeffermuschel die Unterschiede (Alter, Fettgehalt, Größe) pro Termin in den Populationen der einzelnen Teilgebiete zusammen mit der geringen Variabilität der Parallelproben eines Gebietes (Poolen einer hohen Anzahl an Tieren pro Probe) bei einem Vergleich der Proben eines Termin leicht zu signifikanten Unterschieden zwischen den Gebieten führen, ohne dass hierfür eine externe Ursache wie die Baggergutverbringung verantwortlich sein muss, wird auch die Hintergrundbelastung der Pfeffermuschel über den Verlauf der Zeit mit in die Auswertung einbezogen. Werden in Pfeffermuscheln des Verbringbereich signifikant erhöhte Analytkonzentrationen im Vergleich zu beiden Referenzgebieten festgestellt, wird daher zusätzlich geprüft, ob die Werte im Bereich des Hintergrundes aller Messwerte in beiden Referenzgebieten aus den Jahren 2009 - 2020 liegen. Nur wenn die Werte oberhalb der langjährigen Hintergrundwerte in den Referenzgebieten liegen, werden die Effekte im Sinne eines Einvernehmens der Arbeitsgruppe Tonne E3-Monitoring mit Vertretern der BfG, des MELUND und der HPA als verbringungsbedingt bewertet (HPA, 2016, rev. 2017; HPA, 2021). Bei den anderen Organismen wird ausschließlich auf signifikante Unterschiede zwischen den Gebieten geprüft und die Werte nicht mit langjährigen Hintergrundwerten verglichen.

Die Schadstoffkonzentrationen in Biota werden zudem mit folgenden nationalen und internationalen Grenzwerten verglichen: den von OSPAR empfohlenen EAC-Werten und Lebensmittelhöchstgehalten (OSPAR, 2009) sowie den Umweltqualitätsnormen in Biota (UQN_{Biota}) der EG-WRRL (EU 2013) (Tabelle 3-4, Tabelle 3-5). Da es keine Umweltbewertungskriterien für Schnecken gibt, wurden die Schadstoffkonzentrationen in Schnecken hilfsweise mit den Grenzwerten im Weichkörper von Muscheln und Austern verglichen (Tabelle 3-4). Die UQN_{Biota} für Hg, HCB und HCBD wurden für die Muskulatur von Fischen und die UQN_{Biota} für Fluoranthen und Benzo(a)pyren für Muscheln festgelegt

(EU 2013). Die Hg- und HCB-Werte in den Pfeffermuscheln und der Wellhornschnecke wurden hilfsweise mit der UQN_{Biota} für Fische/Muskel verglichen. HCBD wurde in Biota nicht analysiert. PAK wurden in den Fischen nicht analysiert. In der Pfeffermuschel wurden in allen Probenahmekampagnen in 2018 bis 2020 PAK analysiert, während diese in der Wellhornschnecke seit Herbst 2018 untersucht werden.

Tabelle 3-4: Nationale und internationale Umweltbewertungskriterien für Schadstoffkonzentrationen im Weichkörper von Muscheln und Austern

Parameter	Kriterium	Einheit	Konzentration
PCB 28	EAC	ng/g TS	3,2
PCB 52	EAC	ng/g TS	5,4
PCB 101	EAC	ng/g TS	6,0
PCB 118	EAC	ng/g TS	1,2
PCB 138	EAC	ng/g TS	15,8
PCB 153	EAC	ng/g TS	80,0
PCB 180	EAC	ng/g TS	24,0
Anthracen	EAC	µg/g TS	0,29
Benz(a)anthracen	EAC	µg/g TS	0,08
Benz(a)pyren	EAC	µg/g TS	0,60
Benzo(ghi)perylen	EAC	µg/g TS	0,11
Benzo(k)fluoranthen	EAC	µg/g TS	0,26
Fluoranthen	EAC	µg/g TS	0,11
Phenanthren	EAC	µg/g TS	1,70
Pyren	EAC	µg/g TS	0,10
Cd	LHG	ng/g TS	5000
Hg	LHG	ng/g TS	2500
Pb	LHG	µg/g TS	7,5
HCB	UQN_{Biota}	ng/g FG	10[a]
Hg	UQN_{Biota}	ng/g FG	20[a]
HCBD	UQN_{Biota}	ng/g FG	55[b]
BaP	UQN_{Biota}	ng/g FG	5
Fluoranthen	UQN_{Biota}	ng/g FG	30

EAC = Environmental Assessment Criteria, LHG = Lebensmittelhöchstgehalte (sog. amber < EC maximum food levels), UQN_{Biota} = Umweltqualitätsnorm in Biota, TS = Trockensubstanz, FG = Frischgewicht; Grenzwerte für EAC und LHG aus: OSPAR (2009); UQN_{Biota} aus: EU (2013); [a] Grenzwert für Fisch, Muskulatur; [b] = nicht analysiert

Tabelle 3-5: Umweltbewertungskriterien für Schadstoffkonzentrationen im Leber- oder Muskelgewebe von Fischen

Parameter	Kriterium	Gewebe	Einheit	Konzentration
PCB 28	EAC	Leber	ng/g Lipid	64
PCB 52	EAC	Leber	ng/g Lipid	108
PCB 101	EAC	Leber	ng/g Lipid	120
PCB 118	EAC	Leber	ng/g Lipid	24
PCB 138	EAC	Leber	ng/g Lipid	316
PCB 153	EAC	Leber	ng/g Lipid	1600
PCB 180	EAC	Leber	ng/g Lipid	480
Cd	LHG	Leber	ng/g FG	1000
Pb	LHG	Leber	µg/g FG	1500
Hg	LHG	Muskel	ng/g FG	500
HCB	UQN_{Biota}	Muskel	ng/g FG	10
HCBD	UQN_{Biota}	Muskel	ng/g FG	55[a]
Hg	UQN_{Biota}	Muskel	ng/g FG	20

EAC = Environmental Assessment Criteria, LHG = Lebensmittelhöchstgehalte (sog. amber < EC maximum food levels), UQN_{Biota} = Umweltqualitätsnorm in Biota, FG = Frischgewicht; Grenzwerte für EAC und LHG aus: OSPAR (2009); UQN_{Biota} aus: EU (2013); a = nicht analysiert

Da für die BZR keine Biotadaten als Grundlage herangezogen werden konnten, werden für die Bewertung der Baggergutverbringungen in den BZR die prognostizierten Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten nach 10 Jahren Verbringungen argumentativ genutzt, um mögliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation zu bewerten. Dennoch verbleiben Unsicherheiten bei der Bewertung der Bioakkumulation in den BZR, da die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Schadstoffbelastung in Sedimenten und Schwebstoffen im Zusammenhang mit der von Biota unzureichend sind.

3.4 Fauna

3.4.1 Makrozoobenthos

Die Beprobung der Gebiete um und auf der Verbringstelle Tonne E3 und der dazu gehörenden Referenz-Stationen (Abbildung 3-5) wird seit 2005 von der Firma BioConsult im Auftrag der Hamburg Port Authority durchgeführt. Der aktuellste Bericht (BioConsult 2022) beschreibt und bewertet die Ergebnisse des Zeitraums 2005 - 2021 und ist Grundlage der Auswirkungsprognose. An jeder Station wurde ein van-Veen-Greifer von 0,1 m² Grundfläche eingesetzt, und dass damit geborgene Sediment wurde über ein Sieb von 1 x 1 mm Maschenweite gesiebt, um die Makrozoobenthosfauna zu gewinnen. Die Fauna wurden an Bord in Alkohol bzw. Formalin konserviert und später im Labor bis auf Artniveau bestimmt und gezählt. Die Biomasse der Fauna wurde mit verschiedenen vergleichbaren Verfahren als Aschefreies Trockengewicht (AFTG) erhoben. Die Anzahl der Stationen, die im Jahr 2021 je Teilgebiet beprobt wurden, betrug für das Klappfeld Süd (KS) = 10, für das Klappfeld Ost (KO) = 8, für den 1 km-Kreis = 25, für den 1,5 km-Kreis = 24, für das Außengebiet (AU) = 40 sowie für das Referenzgebiet (R) = 20.

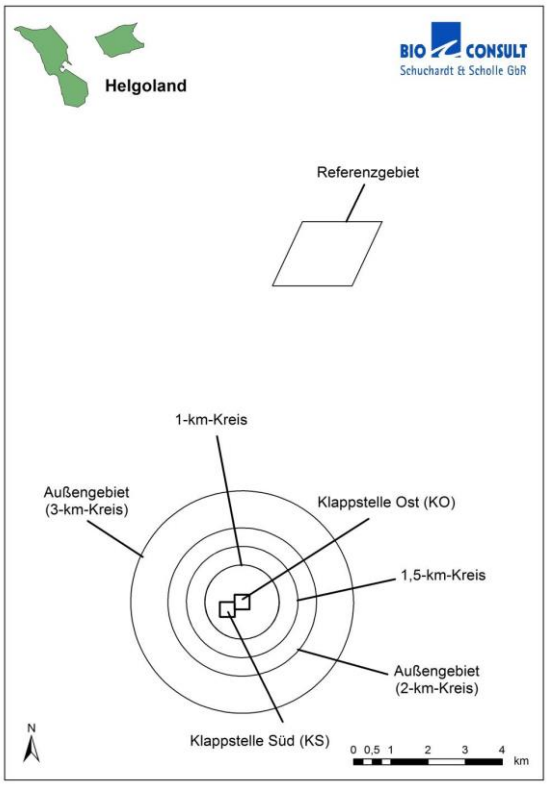


Abbildung 3-5: Karte der Probennahmestellen der Makrozoobenthosfauna (BioConsult, 2022)

3.4.2 Fische

Die Untersuchungen zur Fischfauna (einschließlich Neunaugen) werden seit 2005 von BioConsult durchgeführt. Der aktuellste Bericht (BioConsult 2022) beschreibt und bewertet die Ergebnisse des Zeitraums 2005 - 2021.

Im Rahmen der fischbiologischen Untersuchungskampagnen werden sowohl die beaufschlagten Verbringstellen als auch Bereiche in zunehmender Entfernung und in einem Referenzgebiet ohne Einfluss verdrifteten Baggergutes befischt.

Die Befischungen erfolgen mit einem kommerziellen Fischkutter. Als Fanggerät wird eine über den Gewässergrund geschleppte Baumkurre mit einer Länge von 7,1 m verwendet. Die Maschenweite des verwendeten Netzes beträgt 80 mm. Alle gefangenen Fische werden auf Artniveau bestimmt und anschließend die Anzahl und das Gesamtgewicht pro Art dokumentiert. Zudem wird die Totallänge jedes Fisches erfasst (gemessen auf den unteren Zentimeter). Ab Frühjahr 2009 werden die Fische auch auf äußere Krankheiten und Parasiten untersucht.

Die Fangdaten werden deskriptiv und mittels Gemeinschaftsanalysen mit der Software Primer (Version 6) ausgewertet (BioConsult 2022).

3.4.3 Avifauna

Die Beschreibung des Ist-Zustandes der Avifauna erfolgt ausschließlich anhand von Daten Dritter. Die Quellen werden an den entsprechenden Stellen im Text genannt. Zur Abschätzung der Empfindlichkeit von Seevögeln gegenüber dem Schiffsverkehr wird der Disturbance Vulnerability Index (DVI) nach

Fliessbach et al. (2019) angewendet. Dieser wird aus acht Indikatoren berechnet, die drei übergeordneten Gruppen zugeordnet werden: (1) Scheuheit: Fluchtdistanz, Anteil flüchtender Tiere; (2) Energetische Kosten der Flucht: Anteil schwimmender Tiere (im Vergleich zu regelmäßig fliegenden Tieren), Flächenbelastung der Flügel (wing loading), Habitatspezifität; (3) Status der Population: Größe der biogeografischen Population, Überlebensrate der erwachsenen Tiere, Europäischer Schutzstatus. Der DVI kann Werte von 1 - 125 annehmen, wobei höhere Werte eine höhere Empfindlichkeit gegenüber dem Schiffsverkehr anzeigen.

3.4.4 Meeressäuger

Die Beschreibung des Ist-Zustandes der Meeressäuger erfolgt ausschließlich anhand von Daten Dritter. Die Quellen werden an den entsprechenden Stellen im Text genannt.

3.5 Vegetation (Seegras)

Aufgrund der modellierten räumlichen Ausdehnung der Schwebstoffgehalte werden in dieser Auswirkungsprognose erstmals potenzielle Auswirkungen aus der Baggergutverbringung Tonne E3 auf die sensiblen Seegrasvorkommen der niedersächsischen, hamburgischen und schleswig-holsteinischen Watten mitbetrachtet. Die „störungssensitiven“ Seegräser zählen als wichtige Indikatoren für den ökologischen Zustand eines Gewässers und werden u.a. für das Bewertungsverfahren der Küstengewässertypen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie herangezogen (KÜFOG GmbH et al. 2014, Dolch et al. 2016 c).

Für die Überwachung der Entwicklung der Seegrasbestände auf den Wattflächen der niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Küste sehen das Bund/Länder-Messprogramm Nord- und Ostsee und seit 1994 das Trilateral Monitoring and Assessment Programme (TMAP) eine regelmäßige Erfassung der gesamten Bestände vor. Die flächenhafte Erfassung von Seegraswiesen erfolgt mittels Fernerkundung (Überflüge zur räumlichen Kartierung und Bestimmung der Gesamtfläche von Seegras) und in-situ (als ground truthing). Während der Bodenkartierung (in-situ) erfolgt die Gesamtkartierung zu Fuß (jeweils ein Sechstel der Wattfläche pro Jahr in Schleswig-Holstein (6/6 in sechs Jahren, (Dolch et al. 2016 b) bzw. der gesamten Wattfläche alle sechs Jahre in Niedersachsen). Weiterhin werden in Niedersachsen sechs ausgewählte Seegraswiesen an der Küste seit 2006 jährlich kartiert (Dauermessstationen) (Arge BLMP Nord- und Ostsee 2020; KÜFOG GmbH et al. 2014). Auch in Schleswig-Holstein werden seit mehreren aufeinanderfolgenden Jahren 12 festgelegte Standorte aufgesucht, um die dortigen Seegrasbestände dauerhaft zu erfassen. Detailliertere Informationen zur Kartierungsmethodik der Länder sind dem Monitoringkennblatt Makrophyten (Arge BLMP Nord- und Ostsee 2020) sowie den jeweiligen Monitoringberichten zu entnehmen.

Die aktuellsten Daten wurden für Niedersachsen im Jahr 2019 erhoben (KÜFOG GmbH & Steuwer 2020). Die folgenden Aussagen stützen sich somit für Niedersachsen auf die aktuellsten Daten der Gesamtbestandserfassung der Seegrasbestände und Bewertung nach WRRL (Küfog GmbH & Steuwer, J. 2020) sowie vergleichend auf die Daten der Gesamtbestandserfassungen von 2013 (KÜFOG GmbH et al. 2014) und 2008 (Adolph 2010). Weiterhin stützen sie sich auf den im „Wadden Sea Quality Status Report“ (Dolch et al. 2017) beschriebenen Entwicklungszustand und -trend.

Die aktuellsten Daten zur Entwicklung und maximalen Ausdehnung der Seegrasbestände für Schleswig-Holstein wurden vom Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-

Holstein (LKN) als Geodaten (Langzeitdatenreihe 1994 - 2019 bei 3 x jährlicher Flugkartierung) zur Verfügung gestellt. Hier sei auch auf den Darstellungsdienst des LKN verwiesen, der für das gesamte Makrophyten-Monitoring die ungefilterten Daten aller Erfassungsflüge ab 1994 (UIG) bereitstellt bzw. den Dienst MDI-DE-Marine Daten-Infrastruktur Deutschland, der Seegras und Grünalgen als Eutrophierungsparameter betrachtet und dabei nur einen Flug pro Jahr ausgibt (höchster Bedeckungsgrad). Es handelt sich um Flugzeugkartierungen von Seegraswiesen und Grünalgen im Rahmen des trilateralen Monitoring-Programmes (TMAP) (Quelle: https://sh-mis.gdi-sh.de/catalog/?lang=de#/datasets/iso/f9c5b250-7403-4097-99f3-d8509f3a1806, letztmalig aufgerufen am 4.11.22). Für die Bearbeitung des Themas werden ergänzend die Forschungsberichte „Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer der Jahre 2015 sowie 2018 (Dolch et al. 2016 c, 2019), sowie gleichfalls der „Wadden Sea Quality Status Report“ (Dolch et al. 2017) verwendet. Weitere verwendete Literatur wird an den entsprechenden Stellen im Text genannt.

Als maßgebliche Wirkfaktoren für die Prognose potenzieller Auswirkungen auf Seegras aus der Verbringtätigkeit bei Tonne E3 wurden, wie an späterer Stelle erläutert und hergeleitet (Kapitel 5.6), eine mögliche verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung, Eutrophierung und Überlagerung mit Sediment(massen) identifiziert. Die beiden erst genannten Wirkfaktoren können dabei zu einer Verschlechterung der Wasserqualität infolge Trübung und somit zu einer Veränderung des Lichtklimas beitragen. Eine Verminderung der Lichtverfügbarkeit infolge Trübung kann insb. die Tiefenverbreitung und Vitalität der lichtabhängigeren Art *Zostera marina* beeinträchtigen.

Zur Ableitung der in Kapitel 5.6 getätigten Auswirkungsprognose wurde die folgende methodische Herangehensweise gewählt, die hier zunächst grob skizziert und im entsprechenden Kapitel 5.6 weiter ausgeführt wird. Die Basis stellen dabei die Verbringszenarien 1,5, 2,0 und 2,5 Mio. t TS/a und die Rückschlüsse, die in den folgenden Fachkapiteln der Auswirkungsprognose für die jeweiligen relevanten Themen (verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung, Nährstoffe, Phytoplankton, Lichtlimitierung, s. Kapitel 5) aus Modell-, Mess- und Literaturdaten gezogen und bezüglich potenzieller Auswirkungen interpretiert und hergeleitet werden.

Methodische Herangehensweise für die Auswirkungsprognose – grob skizziert:

1) Auswahl sensitiver Bilanzierungsräume mit potenziellen und rezenten Seegrasvorkommen anhand der aktuellsten Bestandsdaten (Zeiträume 2008, 2013, 2019).
2) Fokussierter Wirkpfad „prognostizierte Verschlechterung der Wasserqualität infolge verbringungsbedingter Schwebstoffgehaltserhöhungen/Lichtlimitierung“: Neben der Mindestlichtanforderung der beiden Seegrasarten hat auch die Dauer einer Unterschreitung des Mindestlichtbedarfs einen entscheidenden Einfluss auf die Vitalität bzw. das Überleben der Arten (vgl. auch Kapitel 3.1 dort Abbildung 3-2). Vorübergehende Erhöhungen der Schwebstoffgehalte können abhängig von der Pflanzenart und Dauer der suboptimalen Lichtverhältnisse durch spezifische photophysiologische Anpassungsstrategien der Arten ausgeglichen werden (Westphalen et al. 2004, zitiert in Erftjemeijer et al. 2006, Léger-Daigle et al. 2022). Dabei zeigen größere, langsam wachsende Arten mit beträchtlichen Kohlehydratreserven i. d. R. eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber solchen Ereignissen. Laborexperimente haben gezeigt, dass einige Seegrasarten Unterkompensationslichtstärken über einen Zeitraum von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten überleben können. Die aus Erftjemeijer et al. 2006 für *Zostera noltii* niedrigste gelistete Dauerstufe von 2 Wochen (in der die Art unterhalb ihres Mindestlichtbedarfs überleben kann) wurde auch hier im Sinne einer „auf der sicheren Seite liegenden“ Dauerstufe als Basis für die Prognose der verbringbedingt

auftretenden Schwebstoffgehaltsmaxima, der daraus ableitbaren Veränderung des Lichtklimas und möglicher Effekte auf die Vitalität der Seegräser gewählt.

- Auswahl der verbringungsbedingt am stärksten betroffenen BZR in den jeweiligen Szenarien (1,5, 2,0 und 2,5 Mio. t TS/a) anhand eines „Schwellenwertes“, der analog zu BfG – 2067 (Auswirkungsprognose Neuer Luechtergrund) gewählt wurde. Die Auswahl und Darstellung erfolgt anhand der prozentual verbringungsbedingten Erhöhung des Schwebstoffgehalts gegenüber drei Niveaus für Hintergrundgehalte (10 mg/l, 17,5 mg/l und 25 mg/l).
- Herleitung der Veränderung der Lichteindringtiefe unter Annahme von 20 % („worst case“) bzw. 10 % („best case“) Lichtbedarf für *Zostera marina* bei den jeweilig ermittelten verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhungen gegenüber drei Niveaus für Hintergrundgehalte (10 mg/l, 17,5 mg/l und 25 mg/l). Der Lichtbedarf orientiert sich dabei an Werten aus der Literatur. Die verwendete Funktion zur Herleitung der Lichteindringtiefenveränderung wird analog zu BfG-2067 verwendet.
- Annäherung an rezente Tiefenverbreitung der Seegräser (insb. *Z. marina*) zur besseren Einordbarkeit der errechneten Veränderung der Lichteindringtiefe mittels Bestands- und Topographiedaten. Dabei erfolgt ein Vergleich der Ergebnisse der Seegraskartierung in den niedersächsischen Bilanzierungsräumen aus den Jahren 2008, 2013 und 2019 mit den Topographiedaten aus dem Jahr 2016. Abgeleitet wird eine grobe Annäherung an die maximale, minimale und mittlere Tiefenverbreitung der Seegrasvorkommen bei NN bzw. mit Bezug zu MThw.
- verbal-argumentative Einordnung der Ergebnisse „Veränderung der Lichteindringtiefe“ bei angenäherter rezenter Tiefenverbreitung mit Ableitung potenzieller Auswirkungen auf potenzielle und rezente Seegrasvorkommen und -standorte.

3) Verbal-argumentative Ableitung potenzieller Auswirkungen aus dem Wirkpfad Eutrophierung
4) Verbal-argumentative Ableitung potenzieller Auswirkungen aus dem Wirkpfad Überlagerung mit Sediment(massen).

In Ergänzung zu den in dieser Auswirkungsprognose fokussierten Seegrasvorkommen, erfolgte eine Prognose zu möglichen Auswirkungen auf die Makroalgenbestände in direkter Umgebung um die Insel Helgoland, die als „sonstige marine Makrophytenbestände“ Teil des geschützten Biotoptyps und Teil des LRT 1170 „Riffe“ sind. Methodisch erfolgte auch diesbezüglich eine Ableitung der Veränderung des Lichtklimas aufgrund der prognostizierten verbringbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung. Untersuchungen zu den Makrophytenbeständen nördlich von Helgoland werden seit 2005 jährlich im Auftrag des LLUR-SH durchgeführt. Südlich der Helgoländer Düne, werden die Makroalgen seit 2016 jährlich von der Firma submaris (im Auftrag von HPA) gemonitort. Dabei werden der Artenbestand, der Bedeckungsgrad, sowie die Algentiefengrenzen ermittelt. Die Aussagen dieser Auswirkungsprognose stützen sich auf die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

4 Zustandsbeschreibung

4.1 Morphologie und Sedimente

Als der gegenwärtige IST Zustand für die Morphologie und Sedimentologie der Gewässersohle auf der Verbringstelle und ihrer unmittelbaren Umgebung wird der Zeitraum 2018 - 2020 als Referenz festgelegt, dieser ist zuletzt umfassend in BfG (2023a) dargestellt worden. Punktuell und dort wo erforderlich wird der IST-Zustand nachfolgend um relevante Entwicklungen im Zeitraum nach 2020 und neue Erkenntnisse ergänzt (Kapitel 4.1.1). Eine ergänzende Beschreibung des Schlickfallgebiets gibt Kapitel 4.1.2**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**. Für den IST-Zustand der B ereiche der Außenelbe, der daran unmittelbar anschließenden Watten und küstennahen Bereiche wird auf BfG (2021) verwiesen. Auf der Verbringstelle und diesen Bereichen liegt der spätere Schwerpunkt für die verbringungsbedingten Wirkungen, also eine Erhöhung der Schwebstoffgehalte und Sedimentablagerungen. Ebenfalls von Relevanz für die Erstellung dieser Auswirkungsprognose sind die großräumigen Hintergrundverhältnisse der Schwebstoffgehalte (Kapitel 4.1.3) sowie der morphologische Raum (Kapitel 4.1.4). Ergänzende Informationen zum großräumigen IST-Zustand von Morphologie und Sedimentologie ist in BAW (2023) gegeben.

4.1.1 Natürliche Sedimentation im Bereich der Tonne E3 (Schlickfallgebiet)

Im Zustandsbericht der Nordsee (BSH, 2016) wird das Schlickfallgebiet südöstlich von Helgoland, im Urstromtal der Elbe, als Gebiet mit „Nettosedimentation“ beschrieben. In diesem Schlickfallgebiet, welches auch als „Helgoländer Schlicklinse“ bezeichnet wird, enthält das Sediment einen hohen Feinkornanteil (Korngrößen < 20 µm) von 15 % bis 45 % (BSH, 2016).

Die Entstehungsgeschichte der Schlicklinse reicht ca. 8000 Jahre ins Holozän zurück (Haugwitz et al. 1988) und ist bis heute umstritten (Heyer & Schrottke, 2013). Dellwig et al. (2000) belegten z. B. eine Herkunft des Sediments von den Ostfriesischen Inseln. Pache et al. (2008) zeigten, dass zumindest Sedimentanteile aus der Elbe und Weser stammen.

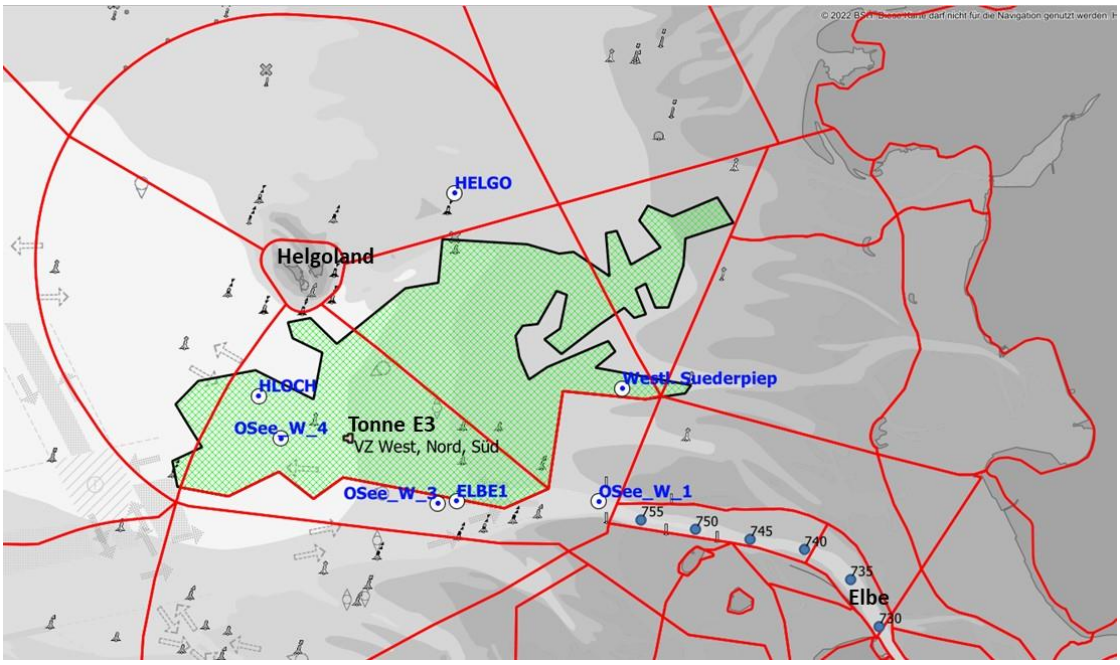


Abbildung 4-1: Schlickfallgebiet bzw. „Helgoländer Schlicklinse“ südlich von Helgoland, im Hintergrund Bilanzierungsräume aus Set 3

Das Helgoländer Schlickgebiet nimmt eine Fläche von ca. 500 km² ein, liegt in der südöstlichen Nordsee in der Deutschen Bucht und ca. 25 km nördlich des deutschen Festlandes (Boxberg, 2017). Bis heute ist es das einzige natürliche Ablagerungszentrum für feinere Sedimente in der südlichen Nordsee mit bis zu 30 m holozänen Sedimenten in seinem Zentrum (Figge, 1981). Die Mächtigkeit der Schlicklagen liegt bei über 20 m (Irion, et al., 1987). Trotz der geringen Wassertiefen von rund 30 m im Westen und rund 15 m im Osten, sind die Sedimente im Helgoländer Schlickgebiet weitgehend ungestört (Hebbeln et al., 2003). Die „Helgoländer Schlicklinse“ gehört seit 750 Jahren zu einer stabilen Sedimentationszone und weist Sedimentationsraten von ca. 1,6 mm/Jahr auf (Scheuerle, 2004).

Heute wird die kontinuierliche Sedimentablagerung von hauptsächlich schluffigen Sedimenten auf eine kleinräumige, gegen den Uhrzeigersinn gerichtete Zirkulationsströmung zurückgeführt, die aus dem Zusammenspiel von küstennahen Küstenströmungen, den Abflüssen von Elbe und Weser und der Gezeitendynamik angetrieben wird (Hertweck, 1983). Diese größere Zirkulationsströmung ist in fünf kleinräumige Wirbel unterteilt, von denen einer die Hauptursache für die Ablagerung von Feinsedimenten im Helgoländer Schlickgebiet (Mayer, 1995) ist. Die Existenz dieser Zirkulationsströmung über dem Helgoländer Schlickgebiet, die bei fast jeder Windrichtung konstant zu sein scheint, führt zu der Nettoakkumulation von feinen Schwebstoffen (Mayer, 1995).

4.1.2 Entwicklung des Ablagerungskörpers

Unmittelbar auf den Flächen der Verbringzentren (VZ) ist infolge der Baggergutverbringung ein bis teilweise bis zu 6 m hoher und in den Peilaufnahmen deutlich zu erkennender Ablagerungskörper entstanden. Die nachfolgende Zusammenfassung und weitere Angaben zu den Entwicklungen der vergangenen Jahren können BfG (2023a) entnommen werden. Das bis September 2016 ausschließlich genutzte VZ Ost zeigte gegenüber dem Nullstand aus 2005 eine Volumenzunahme von 754.000 m³ (Peilung vom Mai 2017). Das Volumen dieses Körpers ist weiterhin vorhanden und hat in den vergangenen nochmals etwas um rd. 90.000 m³ (Stand Peilung Februar 2021) zu genommen. Ursache ist Baggergut von VZ Süd, welches in unmittelbarer Nähe zum VZ Ost eingebracht wird und sich auch

hier durch kleinräumige Verdriftung oder Abtransport über die Sohle anteilig ablagert. Auch aufgrund der Verbringung von Baggergut im VZ Ost haben sich Baggergutsedimente im Bereich der VZ Süd abgelagert. Bereits zu Beginn der aktiven Nutzung von VZ Süd im Oktober 2016 ist das Sohlvolumen hier im Vergleich zum Nullzustand 2005 um rd. 98.000 aufgewachsen. Seit Oktober 2016 (Beginn aktive Nutzung) bis Februar 2021 hat sich hier ein Ablagerungskörper mit einem Volumen von 561.000 m³ gebildet. Unter Berücksichtigung der neu in 2021 und 2022 hinzugekommenen Baggergutmengen sollte das Volumen des Ablagerungskörpers derzeit bei rund 800.000 m³ liegen.

Im Zeitraum zwischen den Peilungen vom Mai 2019 und vom Mai 2020 ist es auf dem VZ Süd zu einem unerwarteten Abfließen von Baggergutsedimenten aus dem VZ Süd heraus in eine westliche bzw. südöstliche Richtung gekommen. Dieses Ereignis wird in vorangehenden Berichten BfG (2023a) auch als „Rutschung“ bezeichnet. Eine Rutschung beschreibt ein seitliches, massenartiges Abgleiten von Sedimenten entlang einer Gleitfuge im Untergrund. Ursächlich ist das Überschreiten der Scherfestigkeit im Boden z. B. infolge von Auflasten, Sturmereignissen oder Instabilitäten im Untergrund. Entgegen der Erwartung können submarine Rutschungen auf einem sehr flachen Unterwasserhang, wie hier von wenigen Prozenten Neigung an der VZ Süd stattfinden (BfG, 2023b).

Alle vorliegenden Ergebnisse und Daten sowie die wichtigsten Schlussfolgerungen zu diesem Ereignis sind in BfG (2023b) zusammengefasst:

- Das Ereignis hat zwar zu einer vorübergehenden Instabilität geführt, davon waren jedoch überwiegend nur die frisch in der zweiten Jahreshälfte 2019 abgelagerten Baggergutsedimente betroffen.
- Es ist davon auszugehen, dass die Baggergutablagerungen aus früheren Jahren (vor 2019) weiterhin lagestabil verblieben sind.
- Trotz eines solchen Ereignisses ist die Lagestabilität des Ablagerungskörpers aus früheren Sedimenten weiterhin gegeben.

Mögliche Ursachen für ein solches Ereignis sind in HPA (2021) benannt, eine abschließende Klärung der genauen Ursachen und Wirkungsketten für diese großflächige Unregelmäßigkeit stand jedoch noch aus. Als mögliche Ursachen für eine verringerte Lagestabilität wurden genannt 1) ein Auftrag von Baggergut mit hoher Intensität auf schlickige Sedimentablagerungen 2) Instabilitäten durch Porenwasser und Gasblasen und 3) Sturmereignisse (ggf. Sturmtief Sabine (10.-13.2.20)), welche zur seitlichen Mobilisierung von Sedimenten geführt haben. In Vorbereitung auf die Erstellung dieser Auswirkungsprognose hat die BfG weitere Untersuchungen vor allem zu 2) Porenwasser und Gasblasen und 3) Sturmereignisse bzw. mögliche Mobilisierung von Sedimenten durch Wind und Wellen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in BfG (2023b) dokumentiert und werden nachfolgend zusammengefasst.

Aus den Monitoringpeilungen vom Mai 2019 und vom Mai 2020 konnte ein großflächiger Austrag von Sedimenten aus VZ Süd heraus bei gleichzeitiger Bildung von Abbruchkanten nach Norden und Osten hin erkannt werden (Abbildung 4-2). Das bewegte Sedimentvolumen aus dem VZ Süd wurde in HPA (2021) zu ca. 360 m Länge im Durchmesser und einer mittleren Mächtigkeit von ca. 50 cm mit 51.000 m³ abgeschätzt. Die Länge des Abtrags lag bei ca. 400 m, die Ablagerungszone nimmt ca. 500 - 600 m ein. Die Mächtigkeit des Abtrags an der Abrisskante liegt bei ca. 1,5 bis 2,5 m, die Mächtigkeit der Ablagerung am unteren Ende nimmt 2,0 m (Südosten) bis 0,5 m (Westen) ein.

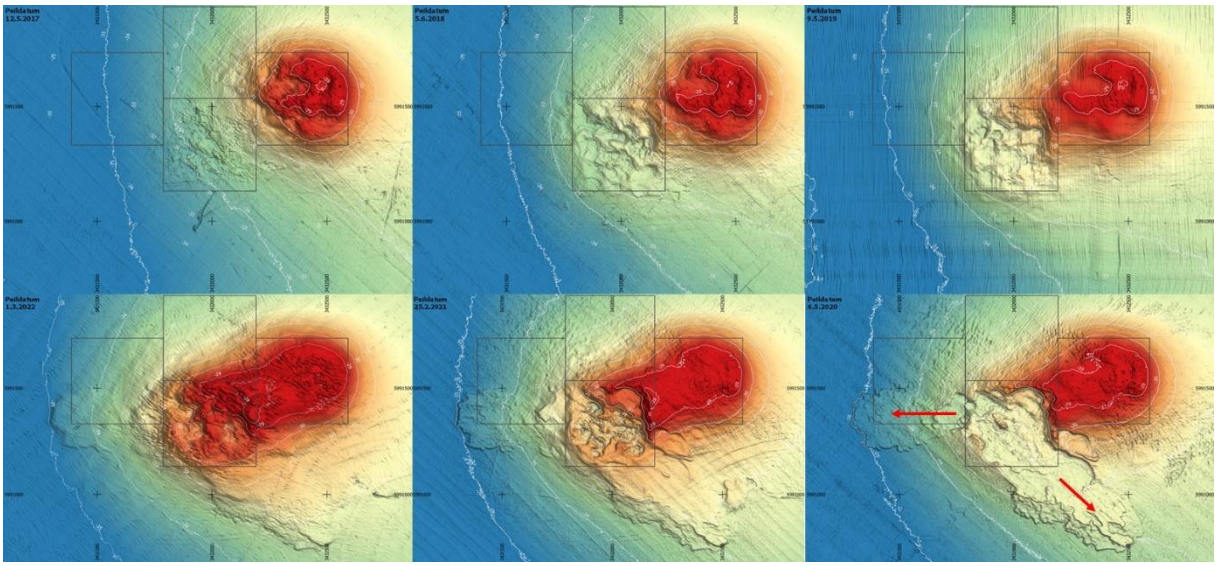


Abbildung 4-2: Peildaten an der Tonne E3 aus den Jahren 2017 bis 2022 (im Uhrzeigersinn) mit der Rutschung zwischen Mai 2019 und Mai 2020

Aufgrund der vorliegenden Daten konnte in BfG (2023b) geschlussfolgert werden, dass die submarine Hangrutschung mit ca. 51.000 m³ aus dem VZ Süd eine Kombination aus mehreren Faktoren war: Die in der zweiten Jahreshälfte 2019 abgelagerten weichen und plastischen Schichten (0,5 Mio. t TS schluffige Baggergutsedimente) wurden anschließend 2019, mit deutlich schwererem Baggergut (Baggergut mit höherer Lagerungsdichte, aufgrund höherer Sandanteile, 0,15 Mio. t TS, 2019) überdeckt und führten mit großer Wahrscheinlichkeit zu einem Porenwasserüberdruck in der darunter liegenden weichen und plastischen Schicht. Erste Hinweise auf solche Porenwasserüberdrücke waren nach einer rückblickenden Analyse der Bathymetrien bereits 2018, also ca. 1 - 2 Jahre vor dem Ereignis 2019 auf dem VZ Süd zu erkennen. Dort haben sich, in Abbildung 4-2 gut erkennbar, pockennarbenartige Eintiefungen gebildet. Die Eintiefungen betrugen zwischen 30 und 90 cm bei einem Durchmesser von 30 - 50 m. Solche Pockmarks, wie sie in der Fachliteratur bezeichnet werden, können durch einen blasenförmigen Austritt von Gas (wie z. B. Methan, H_2S) oder von Flüssigkeiten (küstennahes Grundwasser, Porenwasser) aus dem weichen Sediment als Reaktion entweder auf seismische Aktivitäten, Sedimentverdichtung oder auch gezeitenbedingter Strömungen (Hovland & Judd, 1988) entstehen. Pockmarks sind immer Ausdruck eines konzentrierten Flüssigkeitsstroms (Gas und/oder Wasser) an der Oberfläche (Loher, 2015). Gashaltige und verflüssigte Sedimente tragen zur Instabilität von Sedimentschichten bei und erleichtern durch geringe Scherfestigkeiten eine Mobilisierung der Sedimente im Fall einwirkender Kräfte.

Auch auf der Einwirkungsseite konnte ein möglicher, auslösender Faktor identifiziert werden: Die Analyse des IST-Zustandes zeigte, die großskalige Bewegung erfolgte z.T. in Hangrichtung bzw. der im Bereich der Verbringstelle nach Westen abfallenden Gewässersohle, aber auch scheinbar hangparallel. Die Bewegungsrichtung tritt um ca. 15° im Uhrzeigersinn gedreht im Vergleich zu den Hauptströmungsrichtungen, die Richtung West-Nord-West und Ost-Süd-Ost liegen, auf. Die Abweichung zwischen den Hauptströmungsrichtungen und der Richtungen der Rutschung wurde mit der Hangneigung des ursprünglichen Untergrundes an der Tonne E3 nach Südwesten (210°N) begründet. Die Überprüfung der Sturmereignisse 2019 - 2020 ergab, dass unter Sturmtief Sabine (10. bis 13.2.2020, Kategorie „schwere Sturmflut“), welches an der BSH-Station Elbe eine Wellenhöhe von 6,43 m in einer Wassertiefe von 25 m erzielte, eine mobilisierende Wirkung an der Sohle möglich war (BfG 2023b).

Die durch weiches Sediment und Porenüberdrücke (vgl. Pockmarks) reduzierte Scherfestigkeit im Untergrund zusammen mit der Auflast und der erhöhten Strömungen infolge eines Sturmereignisses bildeten mit dem Schadensbild ein stimmiges Gefüge für die Identifizierung einer submarinen Rutschung.

In der Literatur wird immer wieder der enge Zusammenhang zwischen submarinen Hangrutschungen und sich in der Nähe befindlichen Pockmarks beschrieben. Folglich können Veränderungen an der Oberfläche in Form von Pockmarks als erster Warnindikator für eine Hanginstabilität gesehen werden. Auch das Verbringen von Sedimenten mit hoher Dichte auf weichen Sedimentschichten kann die Hanginstabilität begünstigen.

4.1.3 Hintergrundverhältnisse für Schwebstoffgehalte

Der Gesamtschwebstoffgehalt (C_{Ge}) entspricht der Summe aus dem Hintergrundgehalt (C_{HG}) und dem Schwebstoffgehalt (C_{BG}), welcher zusätzlich durch die Verbringung und Verdriftung von Baggergut in die Wassersäule eingebracht wird. Die Berechnung des Gesamtschwebstoffgehalts (C_{Ge}) erfolgt anhand der folgenden Gleichung:

$C_{Ges} = C_{HG} + C_{BG}$

Auf die spätere Beurteilung von ökologischen Auswirkungen, wie z. B. auf die Lichtverhältnisse unter Wasser, haben die in der Wassersäule vorhandenen Hintergrundgehalte (C_{HG}) ebenso einen Einfluss wie der zusätzliche Schwebstoffgehalt (C_{BG}). Die prozentuale Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehalts berechnet sich nach der folgenden Gleichung:

Erhöhung C_{Ges} [in %] = (C_{HG} / C_{BG}) * 100

Daher ist die Kenntnis der Hintergrundverhältnisse von gleicher Bedeutung wie die Erstellung einer Prognose auf Seite der verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte. Die Hintergrundgehalte im Untersuchungsgebiet sind sehr variabel. In der Deutschen Bucht liegen die Gehalte bei wenigen mg/l. In Richtung Küste und auf den Watten steigen die Hintergrundgehalte auf ein Vielfaches von 10 mg/l, in den Ästuarien liegen die Gehalte im Maximum der Trübungszone bei einem Vielfachen von 100 mg/l. Hintergrundgehalte sind nicht nur räumlich sehr variabel, sondern auch zeitlich. Die Gehalte weisen auch starke saisonale Schwankungen auf. Aufgrund dieser auch zum Teil sehr kurzzeitigen Dynamiken und kleinräumigen Unterschiede erfordert die Beschreibung der Hintergrundverhältnisse eine möglichst breite Datenbasis an Messungen.

Die derzeit umfassendste Zusammenstellung von Messdaten aus zugänglichen Quellen für die Deutsche Bucht und den vorgelagerten Küstengewässern ist durch Schartau et. al (2019) erfolgt. Für den Zweck dieser Auswirkungsprognose ist das gesamte Untersuchungsgebiet in Bilanzierungsräume (BZR) unterteilt worden (vgl. Kapitel 3.1). Es bedarf daher einer Festlegung der Hintergrundverhältnisse für jeden BZR. Neben Messdaten können Modellrechnungen ebenfalls Schwebstoffdaten für die Beschreibung von Hintergrundverhältnissen liefern. Die Nutzung von Mess- und Modelldaten hat sowohl Vor- als auch Nachteile. Messdaten liefern ausschließlich Ergebnisse für den Ort der Messung und für den Zeitpunkt der Messung. Mit Modellen simulierte Schwebstoffgehalte liegen im Modellgebiet für beliebige Örtlichkeiten und für alle Zeitpunkte der Simulationszeitspanne vor. Zwischen den durch Modelle berechneten Gehalten und den tatsächlich gemessenen Gehalten wird es stets eine Abweichung geben. Modelle sind als eine vereinfachte Abbildung der Natur zu verstehen und sind stets für einen bestimmten Zweck erstellt worden. Das für diese Auswirkungsprognose eingesetzte numerische 3D-Modell der BAW dient dazu, die großräumige Verdriftung und den Verbleib von Baggergut zu berechnen. Der saisonale Auf- und Abbau organischen Materials, welcher die

Hintergrundverhältnisse für den Schwebstoffgehalt vor allem in der Deutschen Bucht dominiert, bleibt dabei im Modell unberücksichtigt. Küstennah und im Ästuar hingegen sind die Schwebstoffgehalte durch Strömungsverhältnisse, die Erosion, sowie den Transport und das Absinken von feinkörnigen Sedimenten beeinflusst. Hier liefert das BAW Modell belastbare Ergebnisse, die in die Beschreibung der Hintergrundverhältnisse miteingeflossen sind. Für die Beschreibung der Hintergrundverhältnisse in der Außenelbe und Tideelbe liegen die Ergebnisse aus BfG (2021) vor. Da die Hintergrundgehalte variabel sind, werden die Verhältnisse mit Hilfe von Schwebstoffgehaltsklassen beschrieben. Diese geben an, in welcher Größenordnung bzw. Bandbreite die Hintergrundgehalte ungefähr liegen. Die folgenden Klassen wurden definiert < 5 mg/l, 5 – 10 mg/l, 10 – 25 mg/l, 25 – 50 mg/l, 50 – 100 mg/l sowie > 100 mg/l. Von besonderer Bedeutung für die Beurteilung ökologischer Auswirkungen sind die Hintergrundverhältnisse während der Vegetationsperiode im Sommer sowie die Verhältnisse im oberen Bereich der Wassersäule. Mit diesem Schwerpunkt sind die Daten ausgewertet und in die nachfolgende Karte überführt worden (Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4). Für einige BZR sind keine Hintergrundverhältnisse definiert worden, diese sind in den Abbildungen mit „nicht berücksichtigt“ notiert. Es handelt sich hierbei um die inneren Abschnitte der Ästuare von Weser und Elbe bis zu den Tidewehren. Hier sind BZR zu lang und die Schwebstoffgehalte reichen darin über die meisten der oben genannten Schwebstoffklassen, so dass hier keine Klassen festgelegt werden können. Bei den anderen BZR handelt es sich um die Zuflüsse zur Tideelbe, welche nicht von verbringungsbedingten Wirkungen betroffen sind und daher keine Hintergrunderhältnisse festgelegt worden sind.

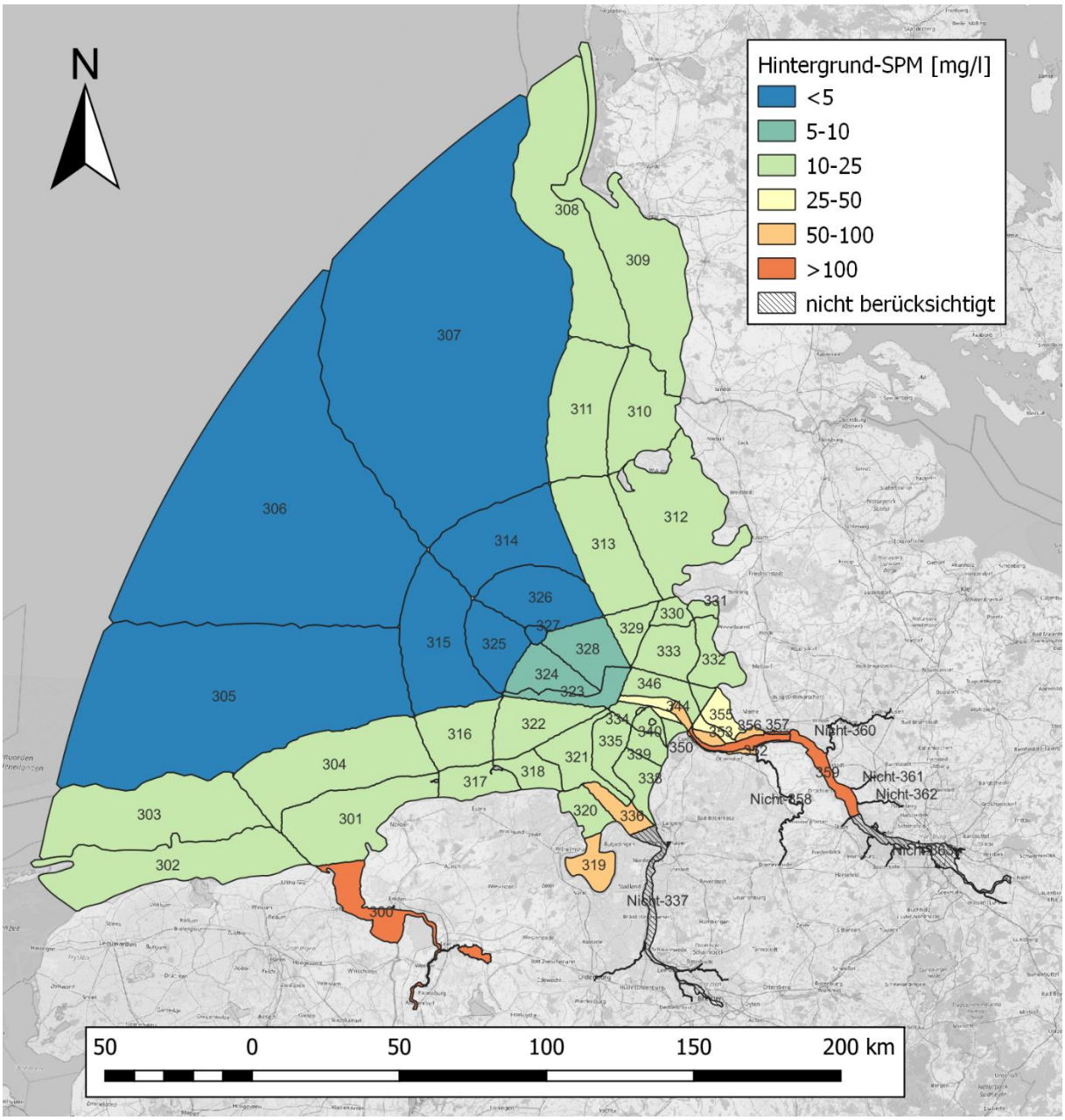


Abbildung 4-3: Hintergrundverhältnisse Schwebstoffgehalte, gültig für den oberen Bereich der Wassersäule während Vegetationsperiode im Sommer, Verhältnisse bestimmt für Bilanzierungsräume aus Set 3, Bandbreite an Gehalten, wie aus verschiedenen Datenquellen zusammengestellt

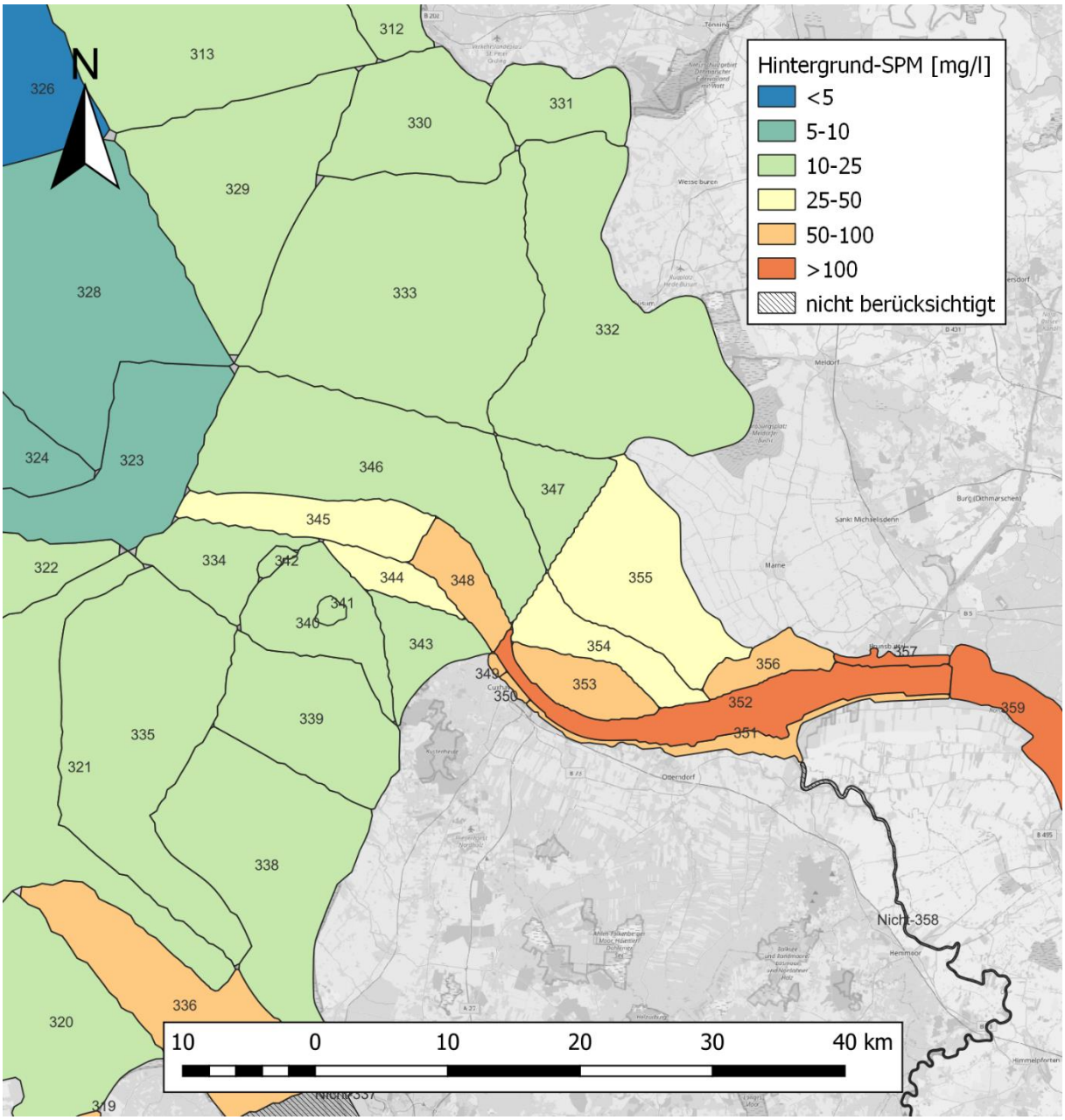


Abbildung 4-4: Hintergrundverhältnisse Schwebstoffgehalte, gültig für den oberen Bereich der Wassersäule während Vegetationsperiode im Sommer, Ausschnitt Außenelbe, Bilanzierungsräume aus Set 3, Bandbreite an Gehalten, wie aus verschiedenen Datenquellen zusammengestellt

Bei Verwendung dieser Karte ist zu berücksichtigen, dass der Fokus bei Erstellung auf den Regionen lag, für welche das BAW-Modell Erhöhungen der Schwebstoffgehalte in relevanter Größenordnung für die Auswirkungsprognose berechnet hat (vgl. Kapitel 5.1.2). Das sind vor allem die Außenelbe und die westlichen sowie nördlich daran anschließenden Küstengewässer. Hier sind im Set 3 (vgl. Kapitel 3.1) auch sehr detailliert BZR festgelegt worden. Aufgrund der größeren Fläche bzw. Länge der BZR außerhalb dieses Fokusbereichs ist die in der Karte getroffene Festlegung der Hintergrundgehalte als eine grobe Näherung zu verstehen, die nicht auf jede Teilfläche innerhalb der BZR zutreffen muss.

4.1.4 Morphologischer Raum

Die küstennahen Watten und die Mündungsbereiche der Nordseeästuare gelten als morphodynamisch aktivste Bereiche weltweit (BfG 2021). Der morphologische Raum ist ein geeigneter Parameter, den vertikalen Anteil an dieser Morphodynamik zu quantifizieren. Definiert ist dieser „als der Betrag der Differenz zwischen maximaler und minimaler Höhe eines Ortes über den Verlauf mehrerer Zeitschritte (vgl. AufMod 2013; Milbradt et al. 2015). Flächenhafte Daten des morphologischen Raums, für den 5-Jahreszeitraum 2007 - 2012 und als ein 50 * 50 m-Raster berechnet, stehen unter:

ftp://ftp.bsh.de/outgoing/ AufMod-Data/CSV_XYZ_files/MorphodynamicParametersPoints/MorphologicalDriveXYZ.zip

zum Download zur Verfügung. In Abbildung 4-5 ist der morphologische Raum in der räumlichen Ausdehnung des BAW-Modells dargestellt. Er kann genutzt werden, um morphologisch stabile oder auch sehr dynamische Bereiche zu identifizieren und wird bei der Erstellung der Auswirkungsprognose als Kriterium verwendet, um die längerfristige Lagestabilität von Baggergutablagerungen abzuschätzen. Je größer der morphologische Raum, desto größer ist die Möglichkeit der Remobilisierung einer entstandenen Baggergutauflage bzw. Überdeckung dieser mit anderen Sedimenten.

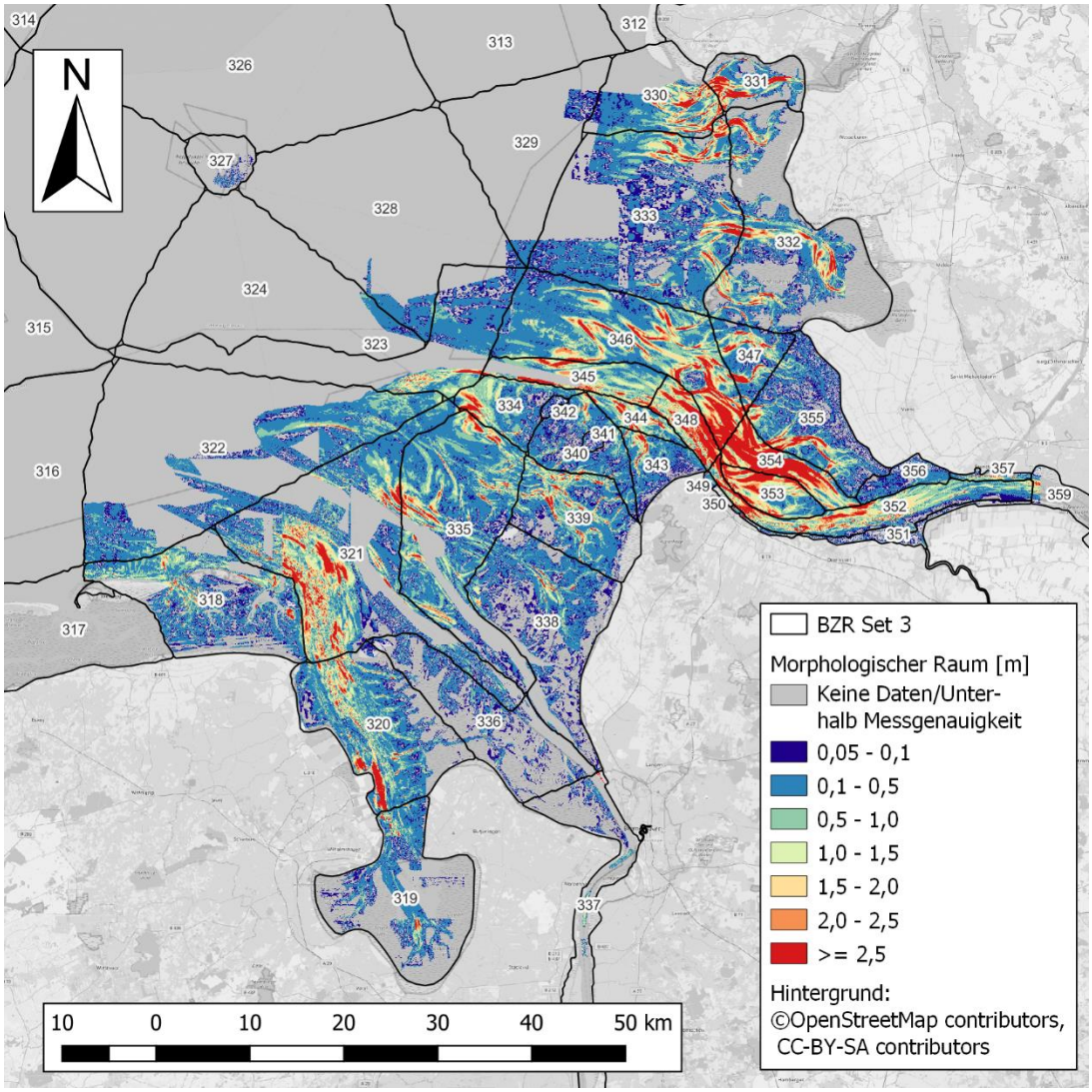


Abbildung 4-5: Morphologischer Raum im Bereich der Außenelbe, im Hintergrund Bilanzierungsräume des Set 3, Datenquelle AufMod – Projekt aus 2013, siehe Milbradt et al., (2015)

4.2 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Eutrophierung der Nordsee

Der südliche Teil der Nordsee, die Deutsche Bucht, ist ein produktives Meeresgebiet. Aus den Flüssen in das Küstengewässer eingetragener Phosphor und Stickstoff dienen als essentielle Nährstoffe für einzellige Algen (Phytoplankton), die wichtigsten Primärproduzenten der Meere, die CO_2 binden und in Biomasse umwandeln. Diese Biomasse wird von den höheren trophischen Ebenen wie dem Zooplankton direkt als Nahrungsgrundlage genutzt, ist aber auch über die Nahrungskette Grundlage für die benthische Makrofauna und für Fische. Eine Überdüngung der Meere führt zu einem verstärkten Algenwachstum, zu einer veränderten Artenzusammensetzung und - bei einer sommerlichen thermischen Schichtung der Nordsee - zu Sauerstoffmangel in den bodennahen Schichten. Zu letzterem kommt es durch den sauerstoffzehrenden bakteriellen Abbau von abgestorbener Biomasse.

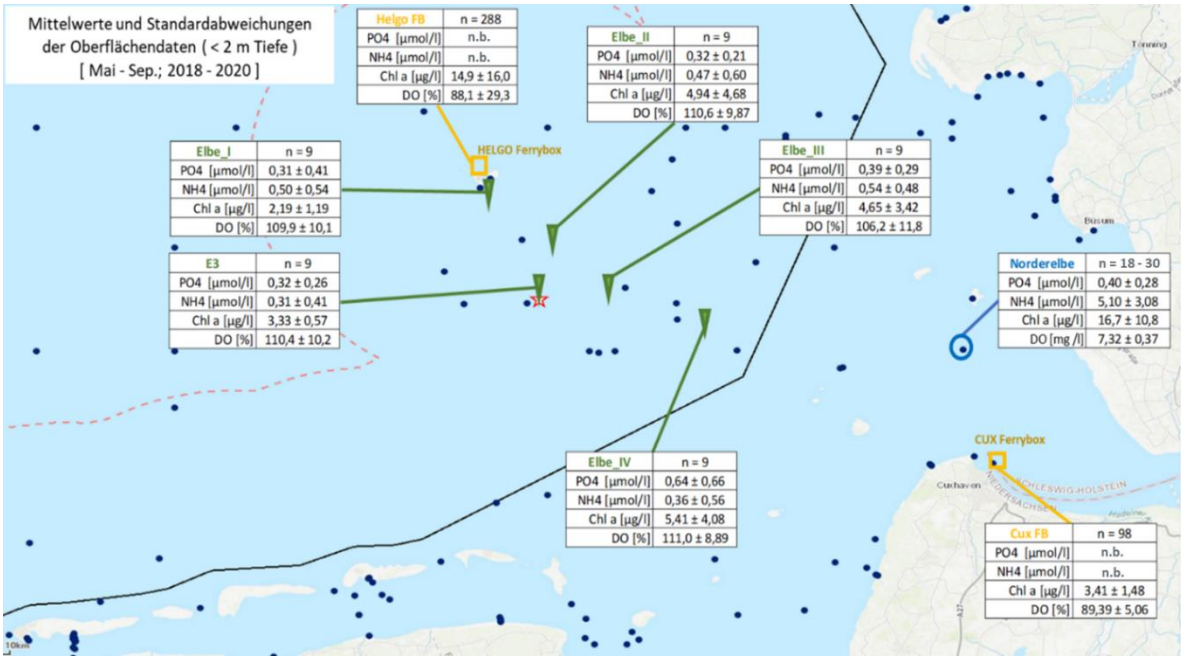


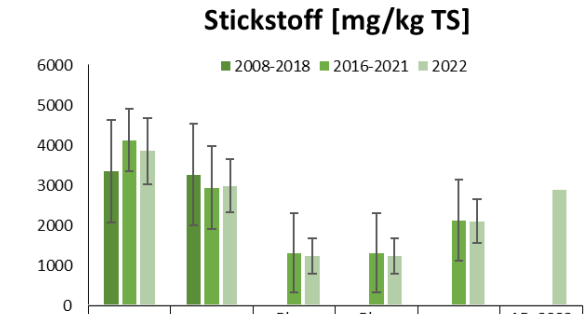
Abbildung 4-6: Karte mit den oberflächennahen Mittelwerten des gelösten ortho-Phophates (o-PO_4-P), Ammoniums (NH_4-N), Chlorophyll-a (Chl-a) und der Sauerstoffsättigung (DO in %) bzw. - gehalt im Zeitraum Mai – September der Jahre 2018 – 2020. Zuständige Institutionen für die Messstationen: Elbe I, Elbe II, Elbe III, Elbe IV, E3, Helgo FB = Alfred-Wegener-Institut Helgoland; Cux FB = Hereon; Norderelbe = LLUR (SH). „n.b." = nicht bestimmter Parameter an der jeweiligen Station.

4.2.1 Nährstoffe, organischer Kohlenstoff und Sauerstoffzehrung im Baggergut

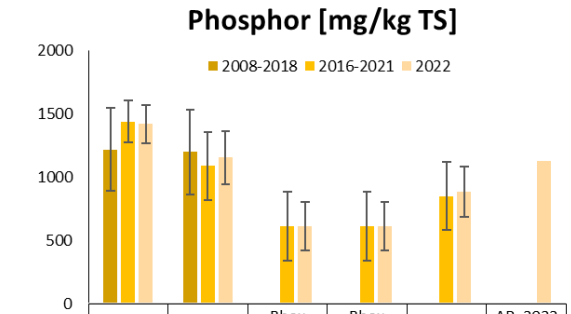
Die Beschaffenheit des Baggergutes aus den Baggerabschnitten, aus denen verbracht werden soll, ist im Monitoringbericht 2018 - 2020 zu Tonne E3 beschrieben (BfG 2023a). Die gewichteten Mittel der Kenngrößen des zu verbringenden Baggergutes sind in Kapitel 4.3.1 zusammengestellt. Ergänzend wird im Folgenden die Beschaffenheit des Baggergutes mit Hinblick auf eutrophierende oder sauerstoffzehrende Prozesse beschrieben.

Nährstoffe im Baggergut

Nährstoffe, die sich im Baggergut befinden, können beim Verbringungsvorgang in die Wassersäule eingemischt werden. Wie oben beschrieben, kann längerfristig das Einbringen von Makronährstoffen, wie Phosphor und Stickstoff, in Phytoplanktonbiomasse umgesetzt werden und zum Eutrophierungsprozess beitragen. Daher ist es notwendig den Gesamtgehalt von potentiell verfügbaren Nährstoffen zu beobachten. Kurzfristig kann auch die mikrobielle Oxidation des mit dem Baggergut eingetragenen Amoniums zu Nitrat zu einer Reduzierung des Sauerstoffgehaltes beitragen.



	LHG	Deleg	Bbox (HPA)	Bbox (WSV)	NOK	AP_2022 gewichtet
2008-2018	3358	3270				
2016-2021	4129	2946	1319	1319	2133	
2022	3857	2990	1230	1230	2110	2897



	LHG	Deleg	Bbox (HPA)	Bbox (WSV)	NOK	AP_2022 gewichtet
2008-2018	1219	1202				
2016-2021	1442	1090	613	613	852	
2022	1422	1157	616	616	886	1128

Abbildung 4-7: **Mittlerer Gesamtstickstoff und -phosphor im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche** (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox; Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das für die AP2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1).

Die Richtwerte nach GÜBAK für Gesamtstickstoff (1500 mg/kg TS) und Gesamtphosphor (500 mg/kg TS) im Baggergut sind jeweils überschritten. Die Werte zeigen keine zeitlichen Trends.

Das freisetzbare Ammonium kann durch Elutionsversuche ermittelt werden. Als Elutionsmittel wird nach DIN 38414-S4 deionisiertes Wasser verwendet. Für die spezielle Fragestellung der Freisetzung von Ammonium beim Umlagern im marinen Millieu wurde zusätzlich als Elutionsmittel auch synthetisches Meerwasser eingesetzt. Die Ergebnisse der Elutionsversuche haben gezeigt, dass Ammonium im Baggergut mit höherem Salzgehalt leichter zu eluieren ist. Die Elution mit Meerwasser weist gegenüber dem Porenwasser (limnisch) eine um etwa den Faktor 2 (n = 15) höhere Elution auf. Daher kann bei der Verbringung im marinen Bereich mehr Ammonium in die Wassersäule gelangen, als bei einer Verbringung im limnischen Bereich.

Je nach Baggerabschnitt weist das Baggergut unterschiedliche Ammoniumkonzentrationen im marinen Eluat auf. Dabei besteht eine starke Korrelation zwischen Ammoniumgehalt und TOC bzw. Feinkornanteil des Baggergutes (Abbildung 4-8).

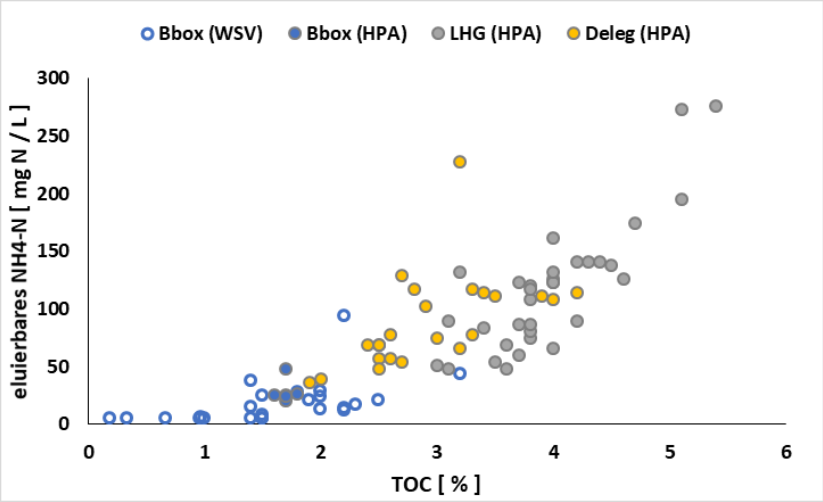


Abbildung 4-8: **Zusammenhang zwischen organischem Kohlenstoffanteil (TOC) und (marin) eluierbarem Ammonium des Baggergutes der verschiedenen Baggerabschnitte.**

Die höchsten Ammoniumgehalte wurden für das Baggergut der Landeshafengewässer (n = 34) und der Delegationsstrecke (n = 22) mit im Mittel 116 und 90 mg NH_4-N/l gemessen. In der Begegnungsbox ist hingegen deutlich weniger Ammonium aus dem Baggergut zu eluieren (26 und 28 mg NH_4-N/l) (Abbildung 4-9**)**.

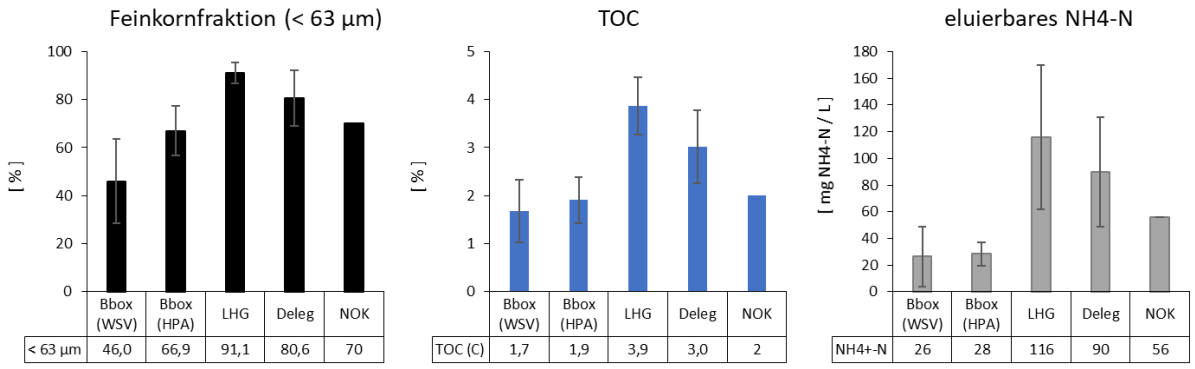
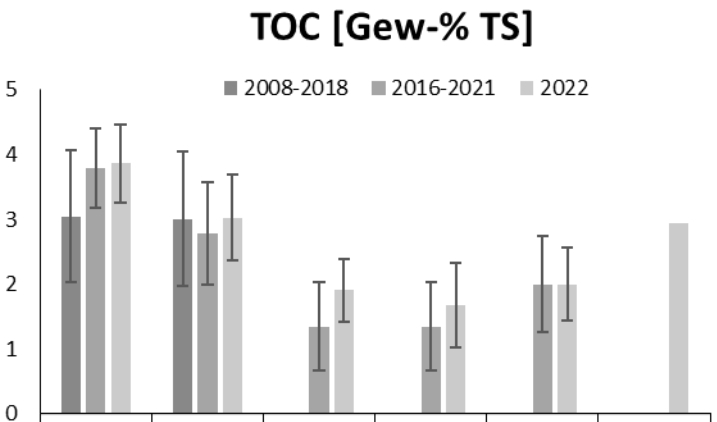


Abbildung 4-9: **Mittlere Feinkornfraktion, organischer Kohlenstoff (TOC) und der eluierbare Ammoniumgehalt (NH4-N, marin eluiert) der verschiedenen Baggerabschnitte im Jahr 2022**

Begegnungsbox (BBox), Landeshafengewässer (LHG), Delegationsstrecke (Deleg) und des Nord-Ostseekanals (NOK, Werte über TOC-Gehalt abgeschätzt).

Organischer Kohlenstoff

Der TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) ist ein Summenparameter, der alle organischen Kohlenstoffverbindungen erfasst. Dabei liegen im Sediment meist schwer abbaubare organische Verbindungen vor, d.h. die organischen Verbindungen können nur langsam von Mikroorganismen umgesetzt werden. Liegen aber viele leicht abbaubare Verbindungen im Gewässer vor, etwa die abgestorbene Biomasse nach einer Algenblüte, welche durch Sedimentation in das Sediment gelangt, kann es kurzfristig zu einem hohen Verbrauch von gelöstem Sauerstoff beim Abbau dieser organischen Verbindungen kommen.



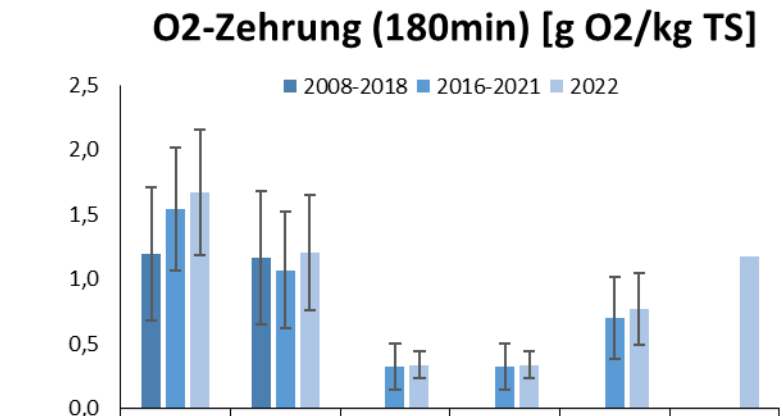
	LHG	Deleg	Bbox (HPA)	Bbox (WSV)	NOK	AP_2022 gewichtet
2008-2018	3,0	3,0				
2016-2021	3,8	2,8	1,3	1,3	2,0	
2022	3,9	3,0	1,9	1,7	2,0	2,9

Abbildung 4-10: **Mittlerer organischer Kohlenstoff (TOC) im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche** (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox; Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das nach Baggergutmengen für die AP2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1).

Die höchsten TOC – Gehalte weisen die Sedimente der Landeshafengewäser und der Delegationsstrecke auf (bis 3,9 Gew-% TS). Die niedrigsten TOC Gehalte finden sich in der BBox (Abbildung 4-10). Für die Auswirkungsprognose wurde ein mit den Anteilen der Hafenbereiche am Baggergutes gewichteter TOC-Gehalt von 2,9 Gew-% TS angenommen.

Sauerstoffzehrung

Um die bei der Verbringung von Baggergut bewirkten Auswirkungen auf den Sauerstoff abzuschätzen, kann der Sauerstoffbedarf von Sedimenten in einem Labortest ermittelt werden. Dazu wird der Verbrauch an Sauerstoff in einem definierten Volumen und Zeitrahmen (hier: 3 Stunden) bei einer Temperatur von 20 °C gemessen. Dies ist auch eine andere Möglichkeit die mikrobiell abbaubaren organischen Substanzen sowie die reduzierten anorganischen Verbindungen im Sediment zu quantifizieren. Eine höhere Sauerstoffzehrung deutet auf höhere TOC-Gehalte mit mehr leicht abbaubaren organischen Verbindungen sowie höhere Gehalte an chemisch aufoxidierbaren Verbindungen hin.



	LHG	Deleg	Bbox (HPA)	Bbox (WSV)	NOK	AP_2022 gewichtet
2008-2018	1,2	1,2				
2016-2021	1,5	1,1	0,3	0,3	0,7	
2022	1,7	1,2	0,3	0,3	0,8	1,2

Abbildung 4-11: **Mittlere Sauerstoffzehrung (180 min) im Baggergut der einzelnen Baggerbereiche** (Landeshafengewässer = LHG; Delegationsstrecke = Deleg; Begegnungsbox = BBox; Vorhäfen des Nord-Ostseekanals = NOK) als auch für das nach Baggergutmengen für die AP 2022 geplanten Verbringmengen gewichtete Mittel (anteilig nach Tabelle 2-1).

Die Sedimente der Landeshafengewässer, gefolgt von den Sedimenten der Delegationsstrecke, weisen die höchsten Sauerstoffzehrungsraten auf. Die Raten der übrigen Baggerbereiche liegen deutlich niedriger. Im gewichteten Mittel der Zehrungsrate der an der Tonne E3 zu verbringenden Sedimente ergibt sich eine Zehrungsrate von 1,2 g O_2 / kg TS. Dieser Wert liegt unter dem Wert von 1,5 g O_2 pro kg Trockensubstanz, wodurch jene Zehrungsrate als geringe Zehrung eingestuft ist (Müller et al., 1998).

4.2.2 Nährstoffe, organischer Kohlenstoff und Sauerstoffzehrung im Sediment der Verbringstelle

Der aktuelle Zustand der Sedimente an der Verbingstelle und im angrenzenden 12-km Umkreis ist im Monitoringbericht 2018 - 2020 beschrieben (BfG 2023a). Organische Verbindungen, Nährstoffe und die Sauerstoffzehrungsrate im Sediment sind Faktoren, die das Habitat für Mikro- und Makroorgnismen der Verbringstelle mitbeeinflussen. Bei turbulenten Wasserbewegungen können zudem Nährstoffe, organische Verbindungen und reduzierte Verbindungen aus dem Sediment in den Wasserkörper eingemischt werden. Durch nachfolgende Umsetzung organischer und reduzierter Verbindungen kann auch der Sauerstoffhaushalt in der Wassersäule zusätzlich belastet werden.

Tabelle 4-1: **Mittlere Konzentrationen von Gesamtstickstoff und -phoshor im Sediment der Verbringstelle und in den Kreisen um die Verbringstelle, sowie dem Referenzgebiet.** rot markierte Felder überschreiten den Richtwert der GÜBAK (P = 500 mg P/kg TS; N = 1500 mg N/kg TS).

Gesamtstickstoff [mg N/kg TS]				
	2015-18	2019	2020	2021
Klappstelle	869	1359	1395	1066
1,5 km Kreis	1161	1275	1444	1446
3 km Kreis	1149	1212	1264	1300
6 km Kreis	1068	1037	1036	1052
9 km Kreis	1122	985	994	1029
Referenzgebiet	1226	1208	969	1022

Gesamtphosphor [mg P/kg TS]				
	2015-18	2019	2020	2021
Klappstelle	384	654	618	512
1,5 km Kreis	412	455	518	503
3 km Kreis	419	425	422	445
6 km Kreis	402	394	348	395
9 km Kreis	374	373	370	368
Referenzgebiet	410	352	378	394

Phosphor ist, im Gegensatz zu Stickstoff, stärker an den Feststoff bzw. das Baggergut gebunden und kann somit Grund für die erhöhten Werte der Verbringstelle und im 1,5 km Kreis sein. Stickstoff hingegen ist leichter an die Feinkornfraktion des Baggergutes gebunden, eluiert in die Wassersäule und verdriftet somit in weiter entfernte Bereiche. Leichte Erhöhungen des Gesamtstickstoffes sind im 1,5 – 3 km Kreis gegenüber dem Referenzgebiet zu registrieren (Tabelle 4-1).

Tabelle 4-2: Mittlerer Organikanteil und Sauerstoffzehrung (180 min) im Sediment der Verbringstelle und in den Kreisen um die Verbringstelle, sowie dem Referenzgebiet (TOC in %)

TOC [%]					O2 Zehrung (180 min)	
	2015-18	2019	2020	2021	[g O2 /kg TS]	2021
Klappstelle	0,8	1,5	1,4	1,1		0,6
1,5 km Kreis	1,0	1,2	1,2	1,4		0,7
3 km Kreis	0,9	1,2	1,1	1,0		0,6
6 km Kreis	0,8	0,9	0,9	1,2		0,6
9 km Kreis	0,9	0,9	0,9	1,1		0,6
Referenzgebiet	1,0	1,1	0,9	1,0		-

Der größte Anteil des organischen Kohlenstoffs wurde im Sediment der Verbringstelle und der direkten Umgebung (Verbringstelle, 1,5 km Kreis) gemessen (max. 1,5 % TS). In größerer Entfernung wurden keine Überschreitungen der Werte des Referenzgebietes festgestellt. In der Folge wurden 2021 auch nur geringe Sauerstoffzehrungsraten im gesamten Verbringgebiet gemessen (Tabelle 4-2).

4.2.3 Sauerstoff in der Wassersäule des Verbringgebietes

Der Sauerstoffhaushalt in der Deutschen Bucht ist beeinflusst von biologisch-chemischen Umsetzungsprozessen, sowie physikalischen Einflüssen wie Wind und Wellen, die für eine Wiederbelüftung der Wassersäule aus der Atmosphäre sorgen. Die Beschreibung des Sauerstoffes wurde in Kapitel 4.2.1 des Monitoringberichtes (BfG 2023a) detailliert beschrieben. Im Folgenden sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Schichtungen der Wassersäule und deren Bedeutung für den Sauerstoffhaushalt

Thermische Schichtungen werden durch die Sonneneinstrahlung verursacht, welche die oberen Wasserschichten aufwärmt. Zudem können Schichtungen auch auf Grund unterschiedlicher Salzgehalte entstehen bzw. verstärkt werden. Anhaltende Schichtungsereignisse führen dazu, dass die Sauerstoffgehalte im Bodenwasser zurückgehen, weil dadurch nur noch ein eingeschränkter Sauerstoffaustausch mit der Atmosphäre möglich ist. Dies führt dazu, dass die bodennahe Sauerstoffzehrung nicht mehr durch die atmosphärische Wiederbelüftung ausgeglichen werden kann. Mit sinkenden Temperaturen im Jahresverlauf und starken Wind- und Wellenbewegungen bricht diese Schichtung im Herbst wieder auf und die Wassersäule ist wieder durchmischt.

Die Messstation des unbemannten Feuerschiffes „Deutsche Bucht“ liegt in 33 km WNW Entfernung zur Tonne E3. Dort wurden zwischen 2018 und 2022 über mehrere Tage im Sommer hinweg thermische Schichtungen (> 3°C, 6 vs. 30 m) festgestellt (Abbildung 4-12). Durch Messausfälle konnten 2020 nicht genügend Daten erhoben werden. Zudem konnten bei Tonne E3 im August 2022 über mehrere Tage hinweg kritische Sauerstoffgehalte unter 5 mg/l festgestellt werden (Abbildung 4-13).

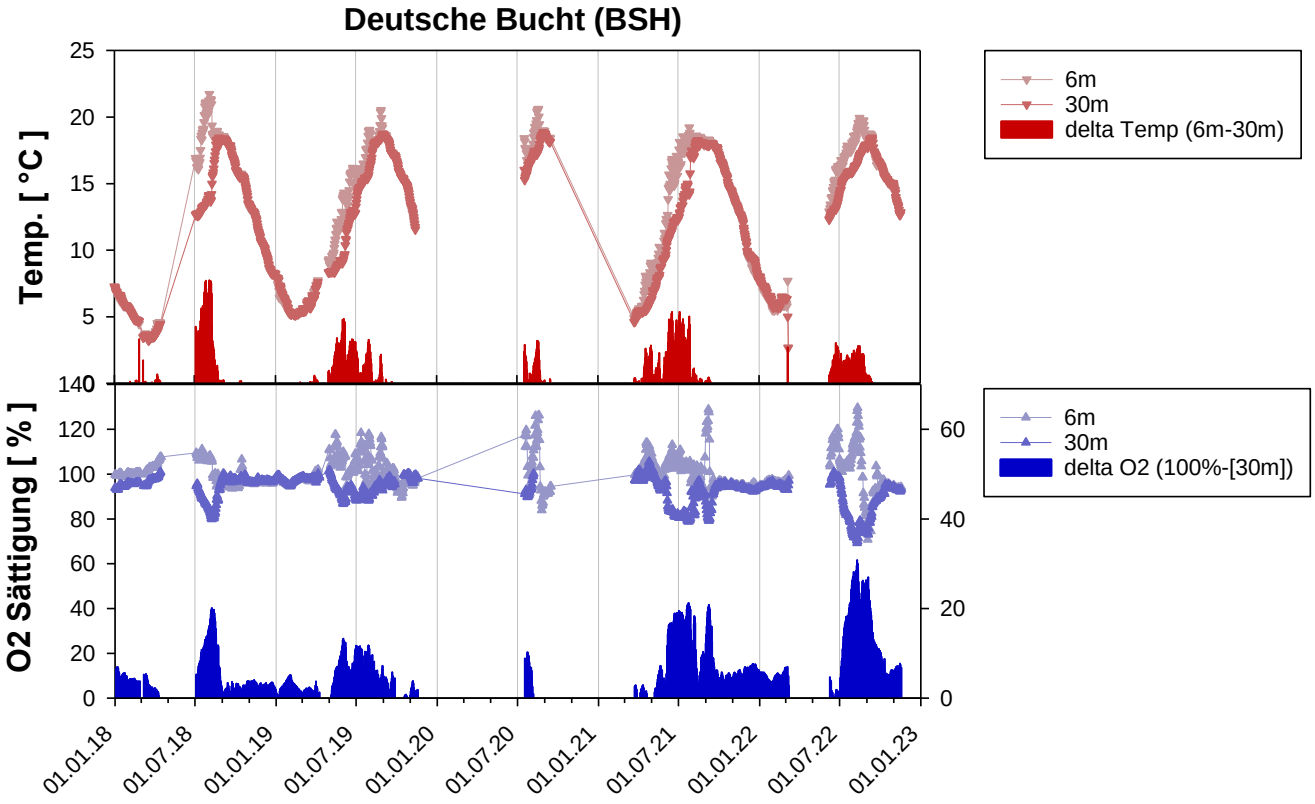


Abbildung 4-12: **Sauerstoffsättigung und Temperatur an der BSH Station „Deutsche Bucht“ in 6 m und in 30 m Wassertiefe für die Jahre 2018 - 2022 sowie die Temperaturdifferenz und das Sauerstoffdefizit.**

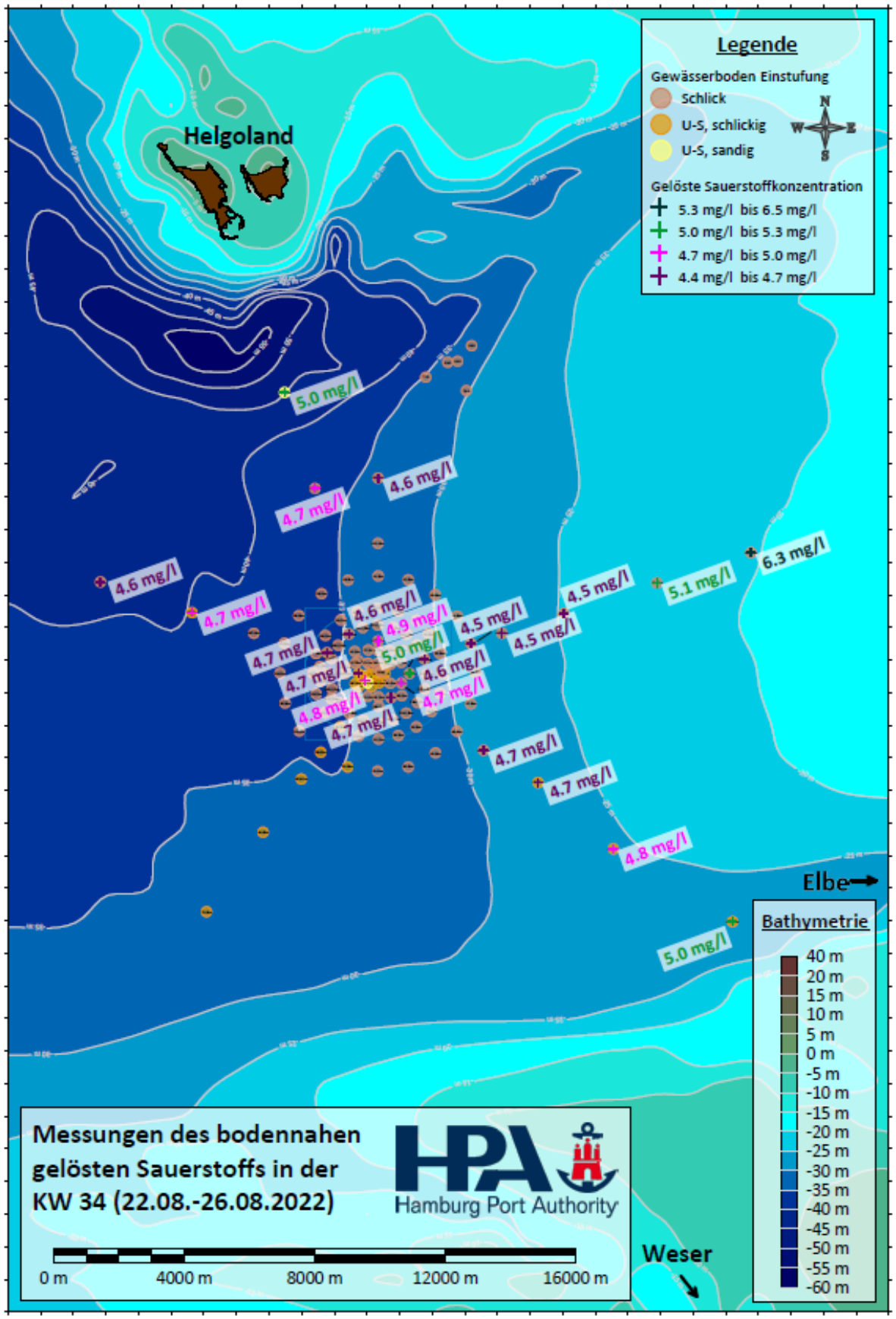


Abbildung 4-13: **Bodennahe Sauerstoffgehalte im August 2022 an Tonne E3.**

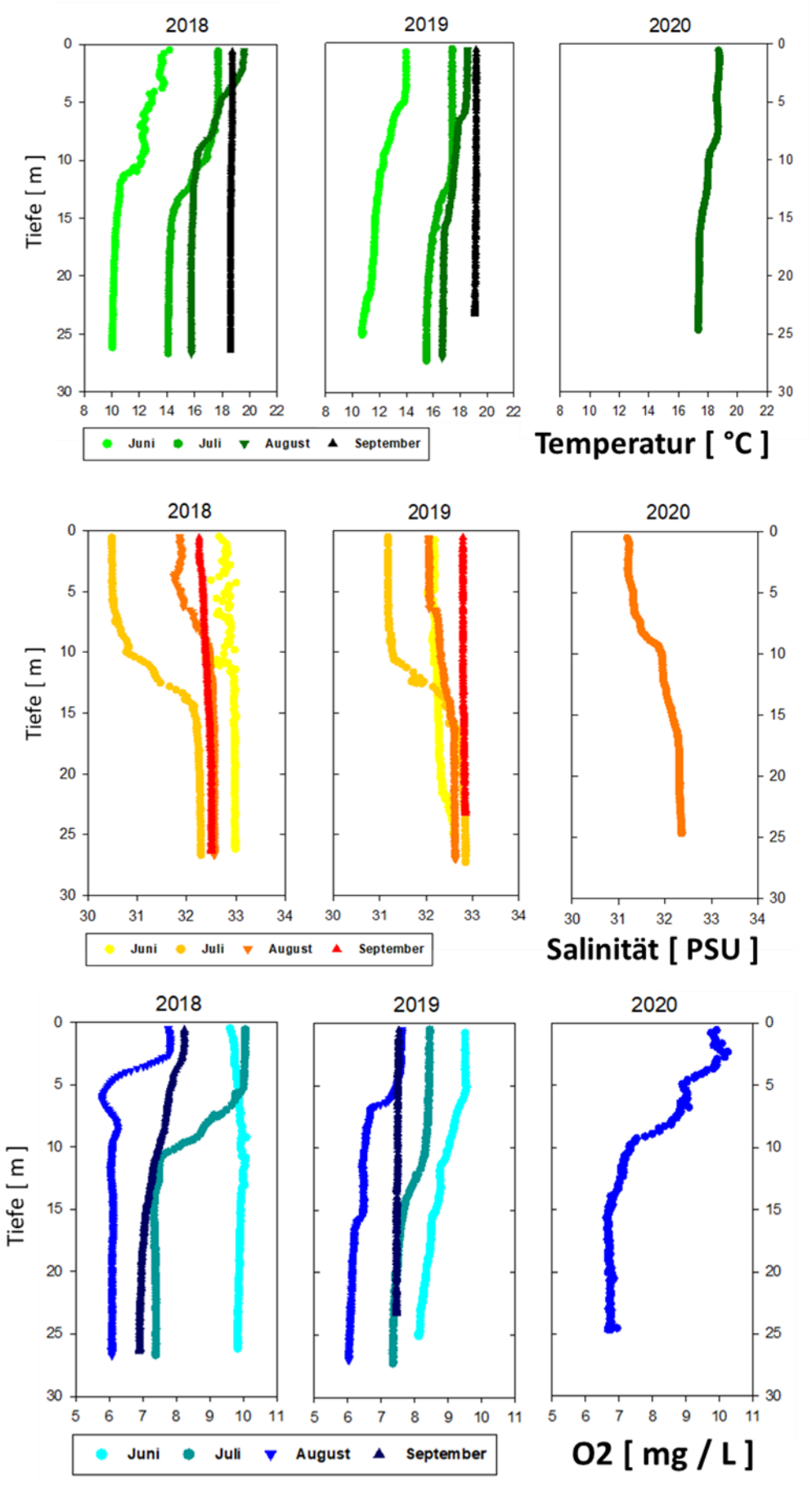


Abbildung 4-14: **Tiefenprofile der Temperatur, Salinität und des gelösten Sauerstoffs in den Sommermonaten der Jahre 2018 - 2020.**

Durch den Ausstrom der Elbefahne mit nicht salzhaltigem Flusswasser bis ins Schlickfallgebiet kann es zu einem vertikalen Salzgradienten kommen (Chegini et al., 2020). Die bei den Schnittfahrten maximalen gemessenen halinen Dichtegradienten (> 2 PSU) traten in den Jahren 2018 - 2020 jeweils zeitgleich mit den gemessenen thermischen Schichtungen auf (Juli 2018, $\Delta_{max\ Elbe\ I}$: 2,2 PSU). Die bei Tonne E3 maximal festgestellten Salzgehaltdifferenzen lagen im Juli 2018 und 2019 bei 1,8 PSU und 1,7 PSU, im einzigen Monat mit einer Messung 2020 (August) bei 1,2 PSU (Abbildung 4-14).

Die Tiefenprofile, die im Zeitraum 2018 - 2020 bei Tonne E3 gemessen wurden (n = 9), geben auch Hinweise auf eine Schichtung des Sauerstoffgehaltes in den Sommermonaten. Dabei wurden maximale Differenzen zwischen Oberfläche und Sohle von 3,6 mg/l (August 2020) und ein minimaler absoluter Werte von 5,8 mg/l (August 2018) festgestellt. Alle anderen minimalen Sauerstoffgehalte lagen oberhalb der kritischen Sauerstoffkonzentration von 5 mg/l (Abbildung 4-15).

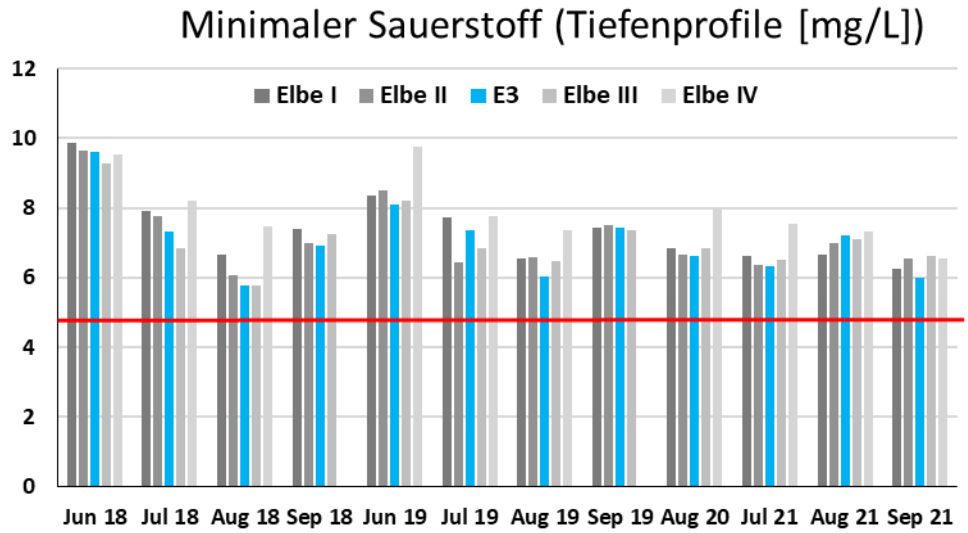


Abbildung 4-15: **Minimalwerte des gemessenen gelösten Sauerstoffgehaltes (in mg/l) des gesamten Tiefenprofils der Stationen der Transektfahrten zwischen marinen (Elbe I) und küstennahen Stationen (Elbe IV), inklusive der Verbringstelle Tonne E3. Zur Orientierung ist der Schwellenwert von 5 mg/l mit eingezeichnet (rote Linie).**

4.2.4 Nährstoffe in der Wassersäule des Verbringgebietes

Die Beschreibung des Sauerstoffes wurde in Kapitel 4.2.2 des Monitoringberichts (BfG 2023a) bereits detailliert aufgearbeitet. Im Folgenden sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Eine vertikale Schichtung der Wassersäule wirkt sich auch auf die Verteilung der Nährstoffe aus. In der Vegetationsperiode bei vorhandener Algenaktivität nimmt das Phytoplankton Nährstoffe auf, wodurch es zu geringen Nährstoffgehalten in der euphotischen (oberen, durchlichteten) Wasserschicht kommt. Ein Austausch mit nährstoffreicherem Tiefenwasser ist bei einer in den Sommermonaten gebildeten thermischen Stratifizierung weitgehend unterbunden. Der Nährstoffgradient wird zudem dadurch verstärkt, dass am Gewässergrund stattfindende Umsetzungs- bzw. Freisetzungsprozesse bei Schichtungsereignissen im Wesentlichen nur den Nährstoffgehalt der bodennahen Wasserschichten beeinflussen. Durch Schichtungsereignisse wird gleichzeitig das Phytoplanktonwachstum in den oberen Wasserschichten gefördert, da die Tiefe der durchmischten Schicht abnimmt und das Phytoplankton dadurch weniger in die nicht ausreichend durchlichteten Wasserschichten verfrachtet wird. Somit sind vertikale Dichteschichtungen auch im Zusammenhang mit Eutrophierungseffekten von Bedeutung, da

sie eine Veränderung der Wachstumsbedingungen für das Phytoplankton und damit auch der Nährstoffaufnahme nach sich ziehen.

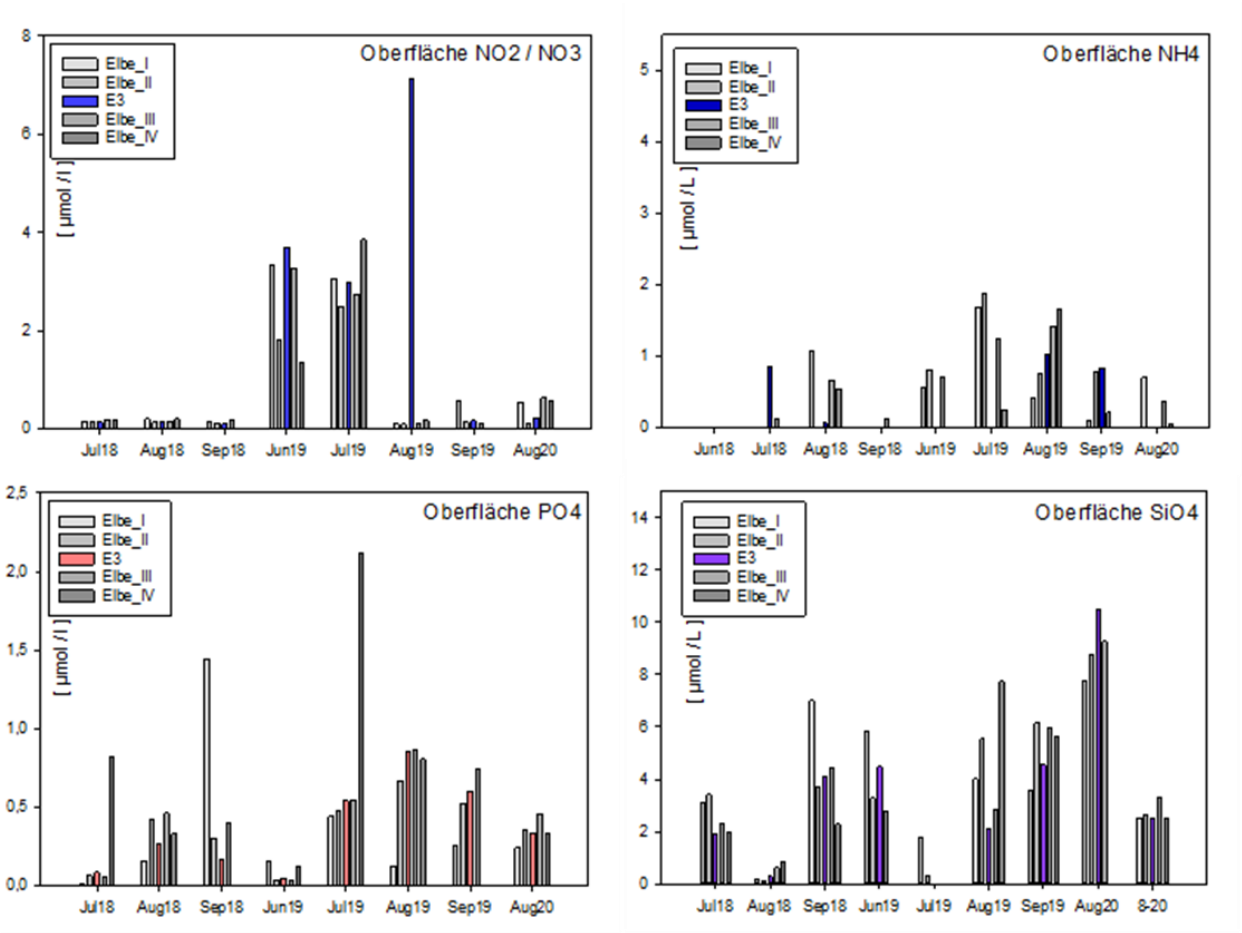


Abbildung 4-16: **Nährstoffwerte (NO_2/NO_3, NH_4, o-PO_4, SiO_4) der Oberfläche auf dem Transekt Elbe I (Nähe Helgoland) bis Elbe IV (Nähe Cuxhaven) zwischen 2018 – 2020.**

Die Monate, in denen 2018 - 2020 Beprobungen stattfanden, wiesen jahreszeitlich typische Nitrat- und Nitritwerte nahe der Oberfläche auf, mit abnehmenden Gehalten über die Sommermonate hinweg. Generell wurden im gesamten Messzeitraum sehr geringe Gehalte gemessen (Mittelwert: 0,2 ± 0,2 µmol/l; ohne Werte aus dem Jahr 2019), mit Ausnahme der Werte im Juni und Juli 2019 (Mittelwert: 2,9 ± 0,8 µmol/l). Ein lokaler Trend entlang des Transektes ist weder bei Nitrat noch bei Nitrit zu erkennen (Abbildung 4-16).

Ein ähnliches Profil der oberflächennahen Konzentrationen von Ammonium (NH_4) in dem Zeitraum zeigt maximale Werte im Juli und August 2019 auf (Mittelwert: 1,0 ± 0,6 µmol/l), gegenüber den restlichen Monaten (Mittelwert: 0,3 ± 0,3 µmol/l). Im Gegensatz zu den NO_x-Verbindungen ist beim Ammonium in einzelnen Monaten ein leichter Trend zu höheren Werten in Küstennähe erkennbar (Abbildung 4-16).

Die Messungen des ortho-Phosphates (o-PO_4) zeigten keine Trends im Jahresverlauf auf (Mittelwert: 0,5 ± 2,5 µmol/l). Die geringsten Messwerte für das ortho-Phosphat oberflächennah (im Mittel 0,08 µmol/l) wurden im Juni 2019 zeitgleich zu den höchsten Phytoplanktongehalten gemessen. Längsgradienten waren überwiegend schwach ausgebildet und wiesen dann meist höhere Gehalte zur Elbemündung hin auf (Abbildung 4-16).

Silikat ist essentiell für das Wachstum von Kieselalgen und war im Juli 2018 und Juni 2019 oberflächennah nahezu aufgebraucht (Mittelwert: 0,4 ± 0,5 µmol/l). Die Silikatgehalte aller übrigen Monate, in denen Messkampagnen stattfanden, lagen weit darüber (Mittelwert: 4,5 ± 2,3 µmol/l). Für das Silikat (Si) war ein Längsgradient zu beobachten; meist wurden höhere Werte zur Elbemündung hin gemessen (Abbildung 4-16).

Auch innerhalb der Wassersäule waren die Nährstoffe (NO_2, NO_3, PO_4, SiO_4, NH_4) generell unterschiedlich verteilt, mit tendenziell etwas höheren Gehalten sohlnah (Abbildung 4-17).

Generell kommt es im Gebiet der Wasserfahne des Elbe-Ästuars und der angrenzenden Gewässer der Deutschen Bucht zu einem Wechsel vom nährstoffreichen limnischen zum nährstoffarmen marinen Regime. Diese werden durch physikalische Faktoren wie Strömungen und Tidebewegung, sowie dem Wasseraustrag aus der Elbe, mitbestimmt. Allgemein wird von einer Verdünnung der Nährstoffkonzentrationen hin zum offenen Meer ausgegangen, die kontinuierlich den biogeochemischen Umwandlungsprozessen unterworfen sind. Möglicherweise durch die geringe Stichprobenanzahl (n = 9) der zur Verfügung stehenden Daten in dem betrachteten Zeitraum konnte diese nicht für alle gemessenen Parameter gezeigt werden.

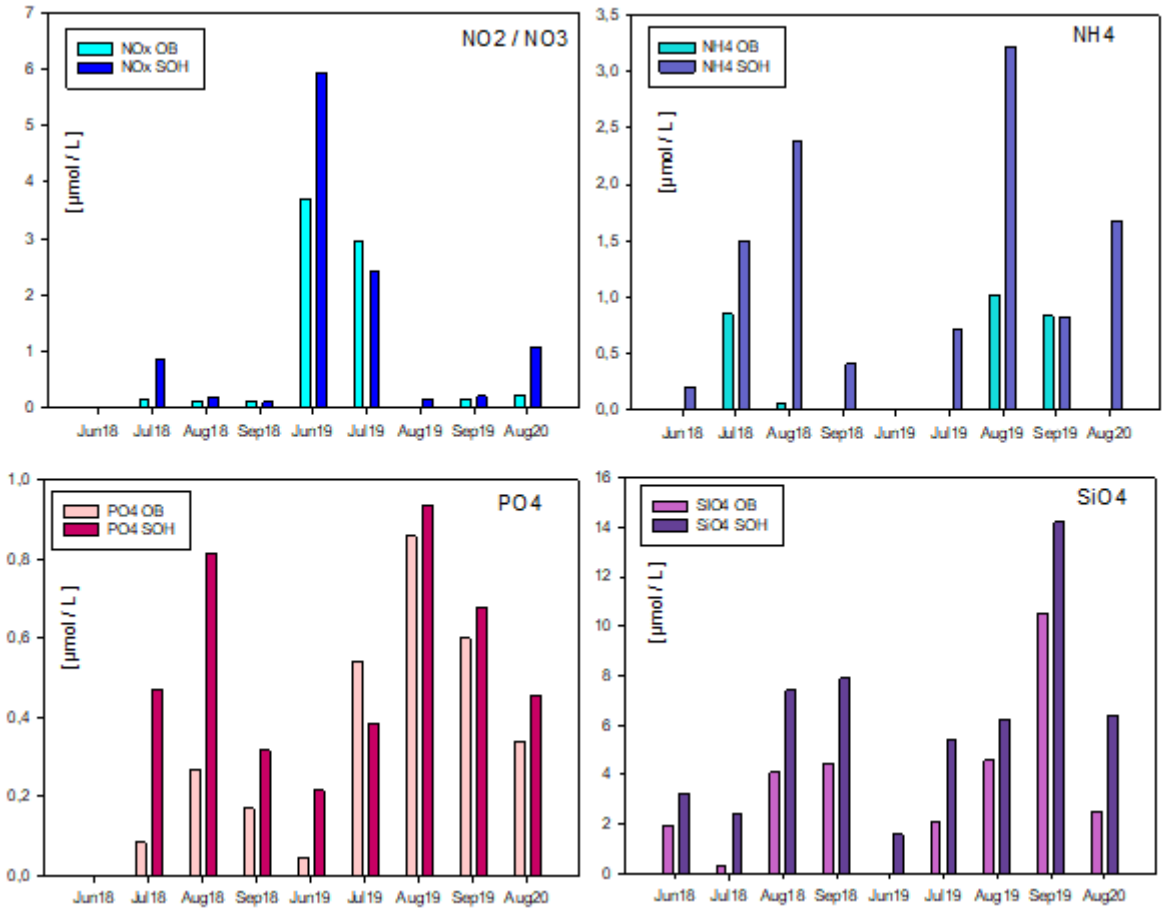


Abbildung 4-17: **Vergleich der Oberflächen (OB) und sohlnahen (SOH) Nährstoffkonzentrationen im Zeitraum 2018 – 2020 bei Verbringstelle Tonne E3.**

Das Verhältnis von bioverfügbarem Stickstoff zu Phosphor gibt Auskunft über die zu erwartende Limitierung eines der beiden Größen für das Wachstum des Phytoplanktons. Das natürliche Verhältnis dieser Nährstoffe (N:P) in Algen liegt bei 16:1 (mol:mol), dem sogenannten Redfield-Verhältnis

(Redfield, 1963). Generell gilt, dass Werte oberhalb dieses Verhältnisses auf eine P-Limitierung und unterhalb auf eine N-Limitierung hinweisen. Die Werte der Messfahrten (Tabelle 4-3) deuten darauf hin, dass es lediglich im Juni 2018 und 2019 zu einer P-Limitierung in Küstennähe kam. Hingegen deuten alle übrigen Monate auf eine N-Limitierung, die im marinen Bereich zu erwarten ist (Nixon et al., 1996). Im Ästuar wird hingegen im Jahresverlauf von einem Übergang von einer P-Limitierung zu einer N-Limitierung ausgegangen (Brockmann et al., 1999).

Tabelle 4-3: **Quotient zwischen dem oberflächennahen gelösten Gesamtstickstoff (Ntot) und dem gelösten Phosphat (PO_4).**

Ntot/PO4	Elbe_I	Elbe_II	E3	Elbe_III	Elbe_IV
JUN18	14,3	20,0	73,0	91,8	86,5
JUL18	9,6	1,4	2,9	2,4	0,1
AUG18	2,0	0,2	0,3	0,5	0,7
SEP18	0,1	0,2	0,4	0,3	
JUN19	14,6	34,2	53,1	71,9	7,2
JUL19	5,2	4,1	3,5	3,7	1,2
AUG19	1,1	0,3	5,6	0,4	0,5
SEP19	1,4	0,4	0,4	0,1	
AUG20	1,9	0,1	0,4	1,0	1,1

Alle Messungen wurden in den Sommermonaten (Juni – September) durchgeführt, in denen es zu einer zeitweisen thermischen Schichtbildung kam. Im Allgemeinen traten dadurch höhere Konzentrationen der Nährstoffe (NO_2/NO_3, NH_4, o-PO_4, SiO_4) in der bodennahen Schicht auf. Besonders ausgeprägt war dies beim Silikat. Durch eine thermische Schichtung der Wassersäule in der Vegetationsphase kann es zu einem Erliegen des Stoffaustausches innerhalb der Wassersäule kommen. Hinweise darauf sind auch hier gegeben, da oberflächennahes Ammonium teilweise komplett durch mikrobielle Stoffwechselprozesse aufgebraucht war, während bodennah noch substantielle Konzentrationen gemessen wurden (z. B. Juli 2019). Exemplarisch sind im direkten Vergleich von Oberfläche und Sohle die Nährstoffwerte über den Messzeitraum bei Station Tonne E3 abgebildet (Abbildung 4-17).

4.2.5 Phytoplankton in der Deutschen Bucht

Die Beschreibung des Phytoplanktons im Gebiet der Verbringstelle wurde in Kapitel 4.2.3 des Monitoringberichtes 2018 - 2020 (BfG 2023a) detailliert aufgearbeitet. Im Folgenden sind wesentliche Ergebnisse zusammengefasst.

Ein saisonales Maximum der Algenbiomassen (gemessen als Algen-Kohlenstoff pro Liter (µg C/l)) im Messzeitraum (Juni - September) trat 2018 erst im September und 2019 bereits im Juni auf. Die höchsten Gehalte 2018 (August und September) traten an den Stationen E3 mit ca. 300 µg C/l, 2019 an Station Elbe III mit 722 µg C/l und 2020 mit 626 µg C/l bei Tonne E3 auf. Bei den übrigen Messfahrten 2018 lagen die Algenbiomassegehalte zwischen 40 und 220 µg C/l. Im Vergleich zu den Werten des Jahres 2018 waren im Jahr 2019 die Werte (außer Juni) um etwa das Doppelte höher: zwischen 100 und 430 µg C/l. Auf den meisten Transektfahrten war ein Gradient zu erkennen, der 2018, sowie September 2019 und August 2020 Richtung Elbemündung leicht zunahm, aber im Juli und August 2019 umgekehrt in Richtung Helgoland zunahm (Abbildung 4-18).

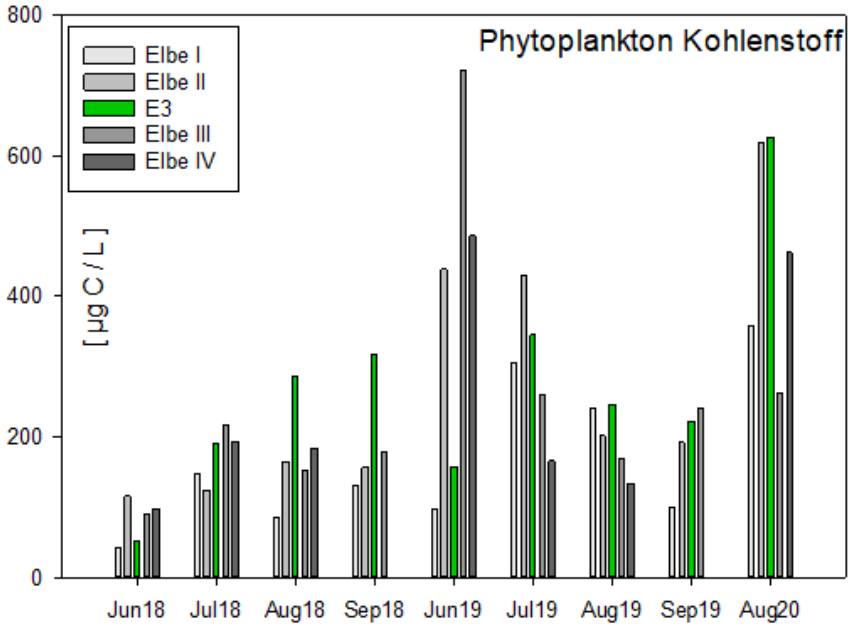


Abbildung 4-18: Oberflächennahe Phytoplanktonbiomassen ([µg C/ l]) auf den Transektfahrten der Jahre 2018 - 2020. September 2018 (Sep18) und September 2019 (Sep19) keine Daten zu Elbe IV.

Die Messergebnisse der Algenbiomassen an der Tonne E3 ordnen sich in den meisten Fällen in die auf den Transekten beobachteten Längsgradienten der Algenbiomasse ein. Nur im August und September 2018 war der Messwert an Tonne E3 der höchste des gesamten Transektes und damit auffällig höher als die Algenbiomassen der übrigen Stationen. Demgegenüber waren die Maximalwerte im Juni an Station Tonne E3 stark reduziert (ca. 160 µg C/l). Die im Juni 2019 an den Stationen Elbe II, Elbe III und Elbe IV erhöhten Phytoplanktonbiomassegehalte fallen mit auffällig niedrigen Nährstoffgehalten von ortho-Phosphat, Silikat und Ammonium (Abbildung 4-19) zusammen. Nitrit und Nitrat hingegen zeigten ein Maximum im Juni und Juli 2019. Es scheint hier eine lokale Algenentwicklung vorgelegen zu haben.

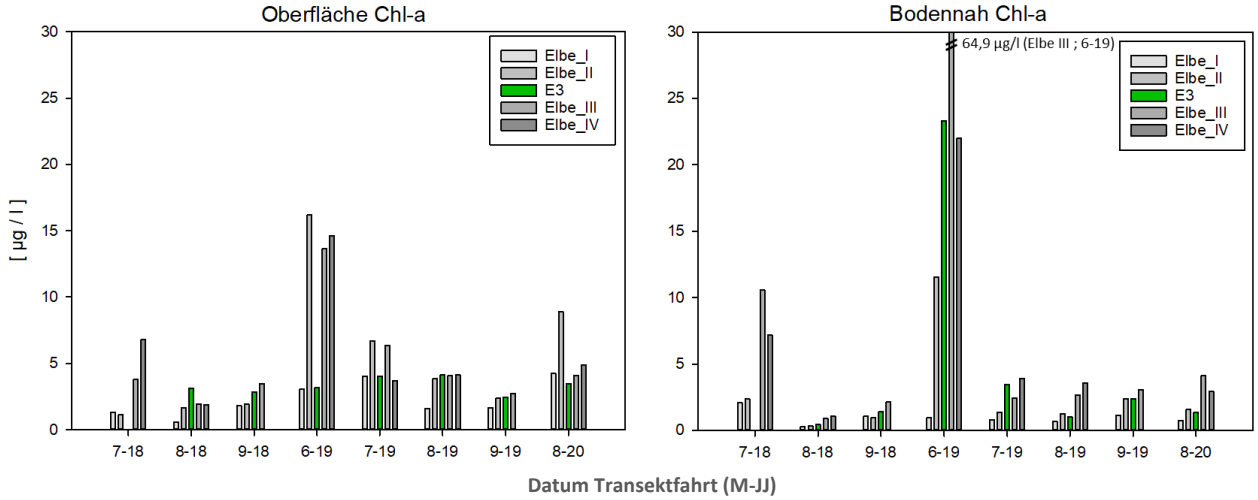


Abbildung 4-19: **Oberflächennahe (linke Graphik) und bodennahe (rechte Graphik) Chlorophyll-a Konzentrationen auf den Transektfahrten der Jahre 2018 - 2020.**

Die Messungen der Chlorophyll-a Daten an der Oberfläche auf dem Transekt (Abbildung 4-19) bestätigten allgemein das Längsprofil der Algenbiomasse. Abweichungen traten bei den hohen

Algenbiomassen im Juni und Juli 2018 auf, die in der Chlorophyll-a Messung allerdings nicht beobachtet wurden. Dabei ordnen sich die Werte an Station Tonne E3 in den Gradienten des Transektes ein. Durch die festgestellte Schichtung im Sommer waren die Chlorophyllwerte (Chl-a) bodennah erwartungsgemäß stark reduziert (Mittelwert ohne Juni 2019 = 2,3 ± 2,0 µg/l). Einzig die hohe Algenentwicklung im Juni 2019 reichte offenbar bis in die tieferen Schichten und sorgte dort für stark erhöhte Werte (24,6 ± 21,8 µg/l). An der Oberfläche stechen die bereits erwähnten Monate Juni und Juli 2019 heraus mit stark erhöhten mittleren Chl-a Konzentrationen (7,6 ± 21,8 µg/l) gegenüber den übrigen Werten der Transektfahrten (3,0 ± 1,7 µg/l).

Untersuchungen (Schartau et al., 2019) zeigen, dass in der Deutschen Bucht ein gegenläufiger Gradient zwischen dem trüberen, küstennahen Übergangsgewässer mit geringeren Organikanteilen und dem marinen Wasserkörper vor Helgoland mit relativ erhöhten Organikanteilen (phototrophe Algen) am Gesamtschwebstoff existiert. Die einzelnen Chlorophyll Messwerte der Elbe I bis Elbe IV Stationen (Abbildung 4-19) lassen diesen Gradienten nicht direkt erkennen.

Es wurden öffentlich zugängliche multispektrale Satellitendaten von Copernicus Satelliten genutzt, um die Chlorophyllkonzentration als Anzeiger der Phytoplanktonbiomasse in der Deutschen Bucht zwischen 2016 und 2021 zu ermitteln. Diese nicht kalibrierten Chlorophyllsignale zeigen im Mittel abnehmende Konzentrationen von der Elbmündung Richtung Helgoland mit höheren Gehalten im Bereich der Fahrrine der Elbe zwischen km 720 und km 740 und maximalen Werten am Rand des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres (Abbildung 4-20, links). Die niedrigsten Werte traten westlich von Helgoland auf. Bei dem Transektkreuz, dessen Mitte auf die Verbringstelle Tonne E3 gelegt wurde und das den 12 km Umkreis der Verbringstelle abdeckt, sind keine Auffälligkeiten in den Chlorophyllkonzentrationen zu erkennen, d.h. im gesamten 12-km Kreis waren im Mittel Chla-Werte unter 5 zu beobachten und an der Verbringstelle Tonne E3 traten keine erhöhten Werte auf (Abbildung 4-20, links).

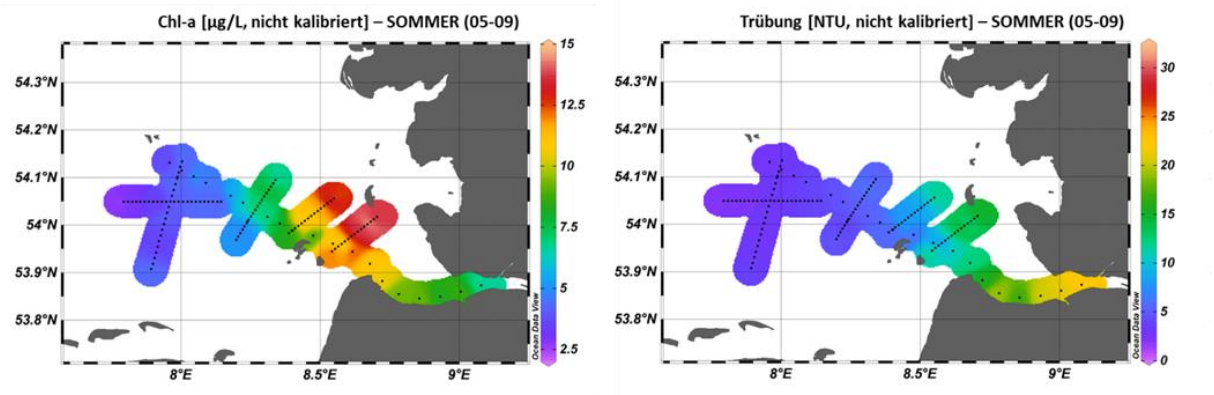


Abbildung 4-20: **Fernerkundungsdaten (Satellitenübertragung) zu Chlorophyll (µg/l, nicht kalibrierte Daten) und Trübungswerte (NTU, nechad_665, nicht kalibrierte Daten)** mit grid-Anpassung (Ocean Data View, Auflösung 20 x 20). Aufgeteilt nach Sommer- (Mai – September) und Winterhalbjahr (Oktober – April), gemittelt über die Jahre 2016 – 2021 (n_{Winter} = 5292, n_{Sommer} = 7815).

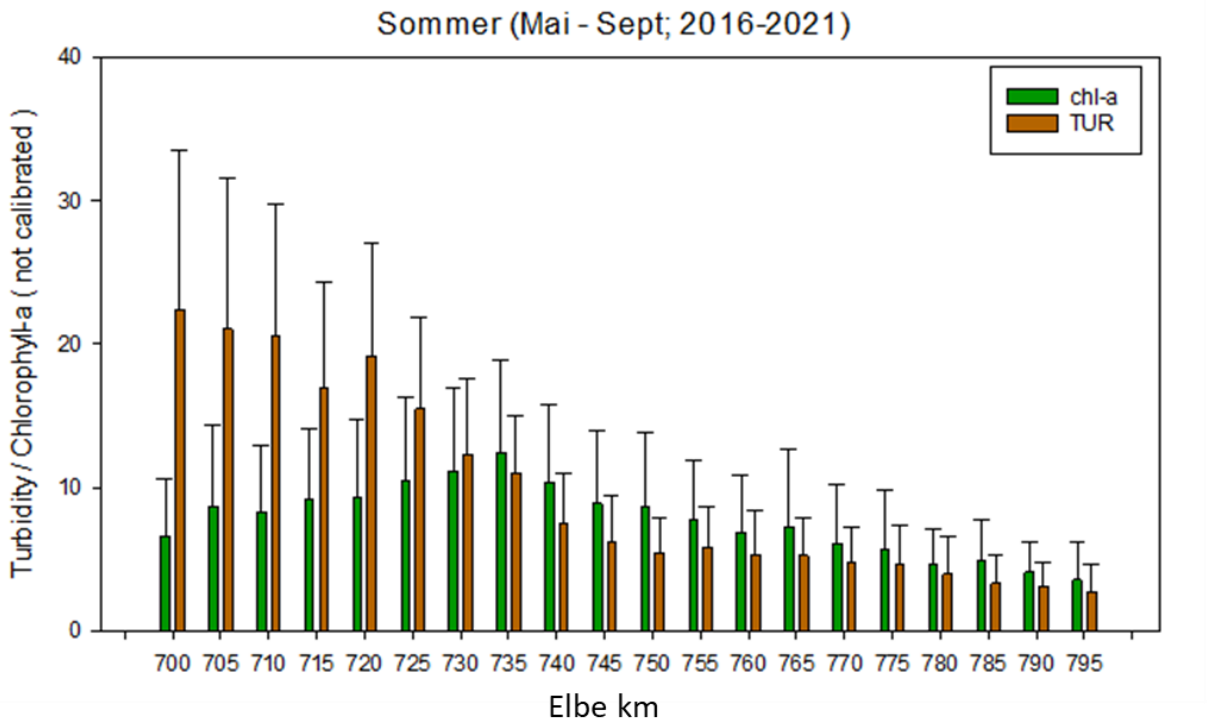


Abbildung 4-21: **Mittelwerte der Fernerkundungsdaten für Trübung (TUR, braun; nechad_665) und Chlorophyll (chl-a, grün) entlang der Elbkilometer von Cuxhaven bis in die Deutsche Bucht. Die Daten sind nicht kalibriert. Mittelwert der Jahre 2016 - 2021 (n_{min}= 105 / n_{max} = 207).**

Entlang der Elbekilometrierung zeigen die Fernerkundungsdaten einen abnehmenden Trend, während das Chlorophyll ein Maximum bei km 735, kurz hinter Cuxhaven (km 725), aufweist (Abbildung 4-21).

Phytoplankton Diversität

Die Phytoplanktongemeinschaft an den Stationen des Elbe Transektes (Elbe I – Elbe IV) zeigt keinen Rückgang der Diversität für die Station Tonne E3 (Abbildung 4-22) im Vergleich zu den übrigen Stationen. In mehr als der Hälfte der Messkampagnen (2018 – 2020; n = 9) wurde sogar die höchste Diversität bei Tonne E3 gemessen.

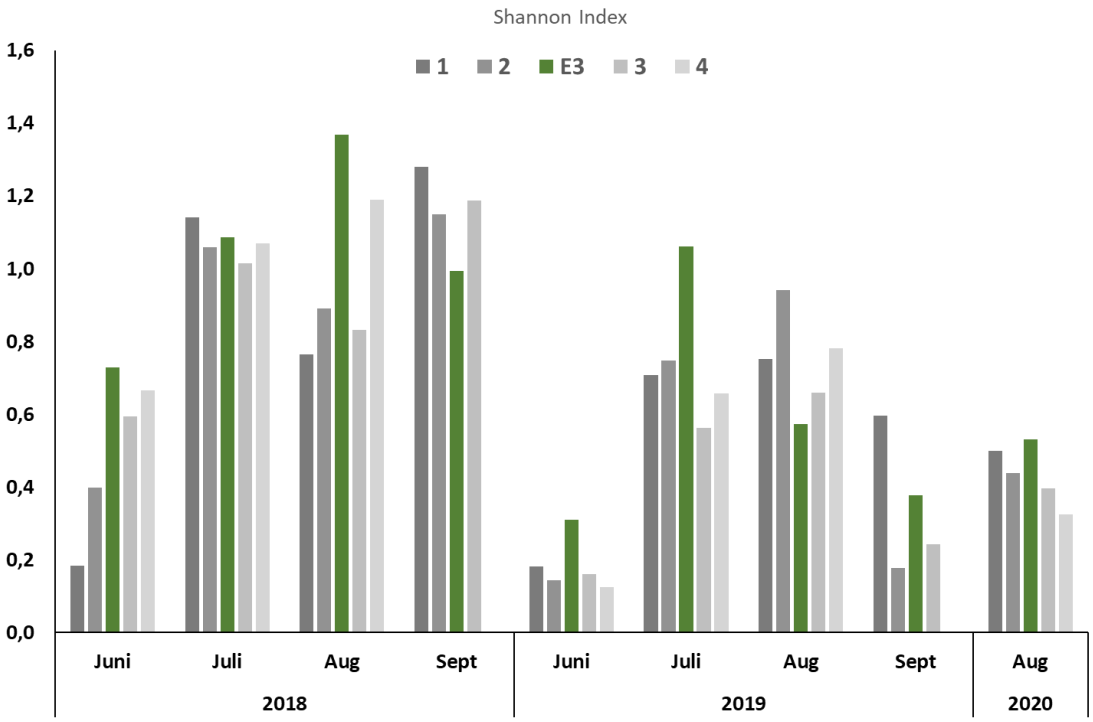


Abbildung 4-22: **Shannon Index der Elbe Transektstationen (Elbe I – Elbe IV, hier 1 – 4) in den monatlichen Messkampagnen. Tonne E3 (E3) ist hervorgehoben (grün).**

Die Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft in der Deutschen Bucht ist beeinflusst von dem Übergang des limnischen zum marinen Bereich. In Küstennähe werden durch ein erhöhtes Nährstoffangebot im Allgemeinen eine diversere Phytoplanktongemeinschaft erwartet (Sprong et al., 2020) (Abbildung 4-23).

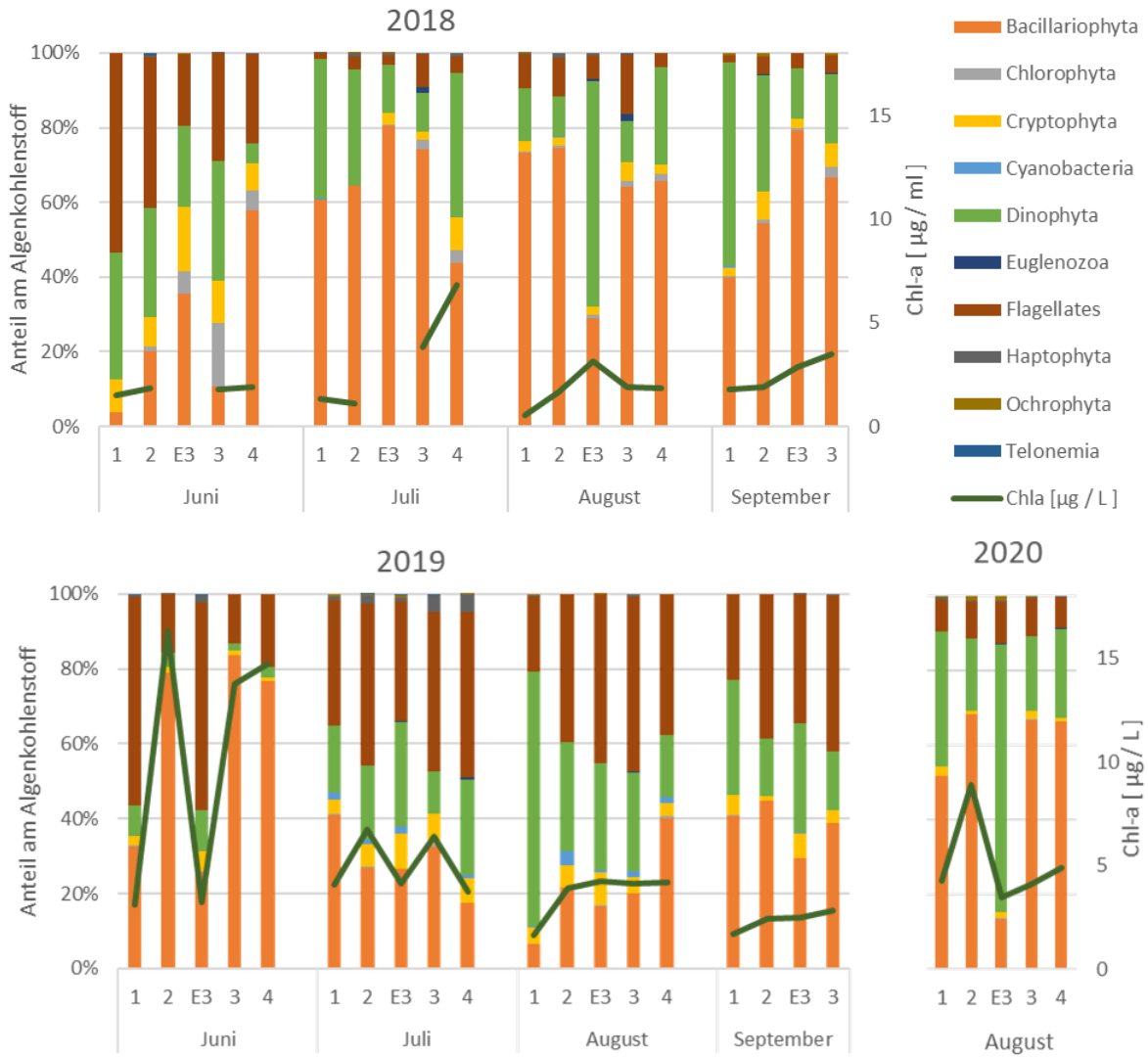


Abbildung 4-23: **Relative Verteilung der Phytoplanktongemeinschaft (per Algenbiomasse [µg C/l]) auf „Stamm"-Ebene der Jahre 2018 – 2020 über das Transekt Helgoland (1) bis vor Cuxhaven (4) mit der Verbringstelle (E3). Chlorophyll-a Gehalte (grüne Linie [µg/l]) auf der Sekundärachse.**

Ein höheres Siliziumangebot in Küstennähe resultiert in höheren Kieselalgenanteilen (*Bacillariophyta*), die auf Siliziumdioxid für ihre starre Schale angewiesen sind. Hingegen nimmt der Anteil der autotrophen Dinoflagellaten (*Dinophyta*) mit Entfernung von der Küste zu (Wollschläger et al., 2015) (Abbildung 4-24).

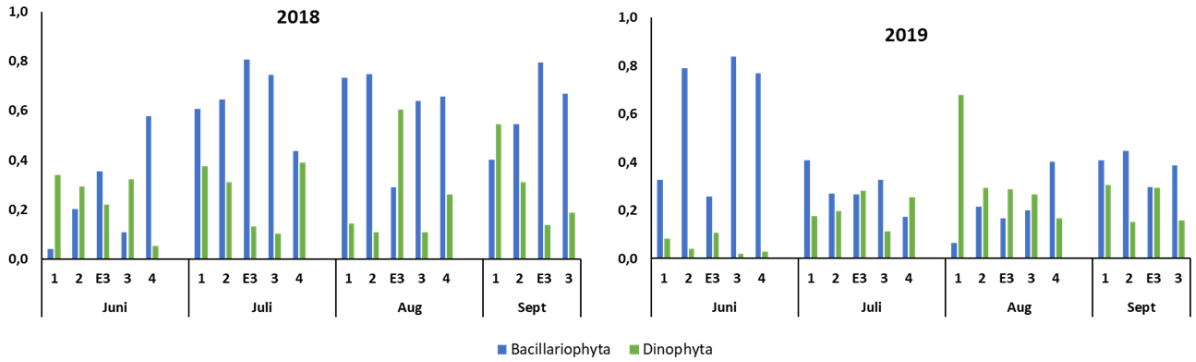


Abbildung 4-24: **Relative Verteilung der beiden Hauptgruppe der Phytoplanktongemeinschaft (per Algenbiomasse [µg C/l]): Kieselalgen (Baillariophyta) und autotrophe Dinoflagellaten (Dinophyta) der Jahre 2018 und 2019 über das Transekt Helgoland (1) bis vor Cuxhaven (4) mit der Verbringstelle (E3).**

Die Phytoplanktondiversität bei der Verbringstelle Tonne E3 weist im Vergleich zu den weiteren Stationen des Transektes zwischen Helgoland und Cuxhaven keine Auffälligkeiten auf. Lediglich im August 2018 und August 2020 sind bei Tonne E3 im Vergleich zu den übrigen Stationen hohe Anteile der Dinoflagellaten (*Dinophyta;* 60 % und 72 %; Durchschnitt übrige Stationen: 16 % und 25 %) und dementsprechend geringe Anteile an Kieselalgen (*Bacillariophyta*; 29 % und 13 %; Durchschnitt übrige Stationen: 69 % und 63 %) festgestellt worden, die nicht durch entsprechende Auffälligkeiten in den Nährstoffen erklärt werden können.

4.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

4.3.1 Baggerabschnitte

Dieser Auswirkungsprognose wird eine gemeinsame mittlere Qualität des zur Verbringung vorgesehenen Baggergutes zu Grunde gelegt, die sich aus der in Kapitel 2.1 dargestellten Zusammensetzung des Baggergutes ergibt. Die angenommenen mittleren Schadstoffgehalte des Materials ergeben sich aus den entsprechend der Baggergutzusammensetzung gewichteten mittleren gemessenen Schadstoffgehalten der Referenzzeiträume 2008 - 2018 und 2016 - 2021.

Die nach Sedimentzusammensetzung gewichteten mittleren Schadstoffgehalte beider Referenzzeiträume sowie eine Bewertung nach GÜBAK ist in Tabelle 4-4 zusammengefasst.

Tabelle 4-4: Gewichtete mittlere Schadstoffgehalte und Bewertung nach GÜBAK.

Parameter	Einheit	R1	R2	Baggergutqualität 2008-2018	Baggergutqualität 2016-2021
Siebanalyse					
Fraktion < 20 µm				41,0	44,2
Fraktion < 63 µm				68,2	71,5
Metalle und Arsen < 20µm					
Arsen	mg/kg	40	120	32,25	29,25
Blei	mg/kg	90	270	82,42	74,37
Cadmium	mg/kg	1,5	4,5	2,26	1,65
Chrom	mg/kg	120	360	77,66	76,68
Kupfer	mg/kg	30	90	63,03	54,07
Nickel	mg/kg	70	210	41,04	39,88
Quecksilber	mg/kg	0,7	2,1	1,38	0,92
Zink	mg/kg	300	900	543,02	440,87
Organische Schadstoffe < 63 µm					
Summe 7 PCB	µg/kg	13	40	16,62	13,85
α - HCH	µg/kg	0,5	1,5	0,62	0,48
γ - HCH	µg/kg	0,5	1,5	0,21	0,16
HCB	µg/kg	1,8	5,5	6,56	5,18
Pentachlorbenzol	µg/kg	1	3	1,27	1,02
p, p´- DDT	µg/kg	1	3	4,38	3,20
p, p´- DDE	µg/kg	1	3	3,95	3,17
p, p´- DDD	µg/kg	2	6	11,60	9,10
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	200	600	134,17	125,80
PAK Summe 16	mg/kg	1,8	5,5	1,87	1,48
TBT (OZK) < 2mm	µg/kg	20	100/300	31,81	31,81
Nährstoffe					
Gesamtphosphor im Feststoff	mg/kg	500		1147	1147
Gesamtstickstoff im Feststoff	mg/kg	1500		2998	2998

Grün: Fall 1; orange: Fall 2; rot: Fall 3

Beide angenommenen Baggergutqualitäten sind auf Grund von R2-Überschreitungen der Parameter p,p'DDD, p,p`-DDT und p,p`-DDE sowie für die schlechtere Qualität zusätzlich Hexachlorbenzol, in Fall 3 einzustufen. Hinzu kommen in beiden Fällen R1-Überschreitungen der Metalle Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink sowie der organischen Schadstoffe Summe 7 PCB, Pentachorbenzol und Tributylzinn. Außerdem wird bei der besseren Qualität der R1 für Hexachorbenzol und bei der schlechteren Qualität der R1 bei a-HCH und PAK Summe 16 überschritten. Auch Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff überschreiten den GÜBAK-Richtwert in beiden Fällen.

4.3.2 Verbringstelle Tonne E3

Die Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten des näheren Umfeldes der Verbringstelle Tonne E3 sind im Rahmen des verbringungsbegleitenden Monitorings gut untersucht. Das zu Beginn der Baggergutverbringungen 39 Stationen umfassende Monitoring wurde mehrfach erweitert, so dass seit 2018 77 Stationen mindestens einmal jährlich untersucht werden. Der im Rahmen des Monitorings beobachtete Einfluss der Baggergutverbringungen auf die Qualität der Sedimente wurde regelmäßig beschrieben (BfG 2007, BfG 2008, BfG 2010, BfG 2011, BfG 2013, BfG 2018, BfG, 2022) , zuletzt für die Jahre 2018-2020 (BfG 2023a). Die Ergebnisse des Monitorings zeigen insgesamt, dass eine verbringungsbedingte Zunahme von Schadstoffkonzentrationen bisher weitgehend auf den Bereich der Verbringstelle begrenzt blieb und nicht über den Bereich von 2 – 3 km um das Verbringzentrum hinaus feststellbar ist. Sie sollen hier für die untersuchten Metalle und Arsen sowie für die untersuchten organischen Schadstoffe zusammenfassend dargestellt werden.

Metalle und Arsen

Die Arsen- und Metallgehalte der Sedimente des Verbringzentrums spiegeln Menge und Qualität des verbrachten Baggergutes wider. Die ersten Baggergutverbringungen führten noch zu vier- bis fünffach erhöhten Gehalten gegenüber der Nullbeprobung. Nach Ende der Verbringungen sanken die Gehalte wieder auf das Ausgangsniveau, ehe sie mit Fortsetzung der Verbringungen ab Ende 2014 zwar wieder anstiegen, auf Grund der gesunkenen Belastung des verbrachten Materials allerdings in geringerem Ausmaß als während der ersten Verbringungen.

In allen Teilgebieten des verbringungsbegleitenden Monitorings außerhalb des 2-km Radius (3-km Radius, 6-km Strahl, 9-km-Strahl, 12-km-Strahl sowie Referenzgebiet) bewegen sich die mittleren Arsen- und Metallkonzentrationen der Sedimente (Fraktion < 20 µm) seit Beginn des Monitorings durchgängig auf dem Niveau der Nullbeprobung von vor Beginn der Baggergutverbringungen. Für Cadmium ist an einem Großteil der im Rahmen des verbringungsbedingten Monitorings untersuchten Stationen eine Abnahme der Konzentrationen statistisch nachweisbar (Mann-Kendall-Test). Dennoch lassen sich an einzelnen Monitoringstationen, insbesondere im NW und SE der Verbringstelle bis auf den 3-km-Radius zunehmende Konzentrationen der Parameter Cd und Zn feststellen.

Organische Schadstoffe

Ein ähnliches Bild wie für Arsen und die Metalle ergibt sich für die Entwicklung der Konzentrationen der untersuchten organischen Schadstoffe. In den Sedimenten des Verbringzentrums erfuhren auch die Gehalte dieser Stoffe während der ersten Verbringungen einen deutlichen Anstieg und waren in den verbringungsfreien Jahren wieder rückläufig. Allerdings blieben die Konzentrationen vieler Analyten durchgängig gegenüber der Nullbeprobung deutlich erhöht. Auch hier setzte ein erneuter Anstieg der Gehalte mit Wiederaufnahme der Baggergutverbringungen ein. Im Gegensatz zu den Metallen lässt sich für einzelne Parameter (z. B. p,p`-DDD, Tributylzinn) seit ca. 2017 ein Anstieg der mittleren Gehalte bis in den 2-km-Radius beobachten. Außerhalb des 2-km-Radius ist auch für die organischen Schadstoffe kein Einfluss der Baggergutverbringungen zu beobachten. An einzelnen Stationen auf dem 3-km-Radius sind allerdings mittlerweile zunehmende Gehalte einzelner Parameter (z.B. p,p`-DDD und TBT) zu verzeichnen.

Bewertung der Sedimente der Verbringstelle nach GÜBAK:

Um die aktuelle Qualität der Sedimente auf und im Umfeld der Verbringstelle Tonne E3 zu bewerten werden die Kriterien der GÜBAK auf die während der letzten Monitoringkampagne (08./09.2021) genommenen Proben angewendet.

Im Mittel (Mittelwerte der Einzelproben der Teilgebiete des Monitorings) sind die Sedimente der Verbringzentren Ost und Süd in den Fall 3 (R2-Überschreitungen mindestens eines Parameters) einzustufen. In beiden VZ liegen R2-Überschreitungen des Parameters p,p`DDD vor. Hinzu kommen in beiden VZ R1-Überschreitungen mehrerer Parameter (vergl. Tabelle 4-5).

In Fall 2 (R1-Überschreitungen mindestens eines Parameters) sind die Teilgebiete 1-km-Radius, 1,5-km-Radius sowie 2-km-Radius einzustufen. In allen 3 Teilgebieten überschreiten die Parameter Kupfer und p,p`-DDD den R1. In den Teilgebieten 1-km-Radius und 1,5-km-Radius kommen weitere R1-Überschreitungen hinzu (vergl. Tabelle 4-5).

Für alle weiteren Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings liegen die mittleren Konzentrationen aller bewertungsrelevanten Parameter unter den jeweiligen Richtwerten, sodass diese in Fall 1 (keine R-Überschreitungen) einzustufen sind.

Tabelle 4-5: Mittlere Schadstoffkonzentrationen der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach GÜBAK.

Parameter	Einheit	R1	R2	VZ Ost	VZ Süd	1-km-Radius	1,5-km-Radius	2-km-Radius	3-km-Radius	6-km-Strahl	9-km-Strahl	12-km-Strahl	Referenz-gebiet
Metalle und Arsen < 20 µm													
Arsen	µg/kg	40	120	24	29	26	22	22	23	24	26	25	23
Cadmium	µg/kg	1,5	4,5	0,88	1,3	0,91	0,68	0,64	0,53	0,41	0,49	0,50	0,28
Chrom	µg/kg	120	360	67	72	65	71	73	79	71	76	73	64
Kupfer	µg/kg	30	90	37	47	37	32	30	28	27	29	26	24
Nickel	µg/kg	70	210	35	39	35	35	36	36	33	35	34	33
Blei	µg/kg	90	270	68	71	68	67	68	67	67	74	68	60
Zink	µg/kg	300	900	289	367	284	240	233	220	191	218	203	152
Quecksilber	µg/kg	0,7	2,1	0,47	0,62	0,50	0,42	0,39	0,36	0,35	0,40	0,33	0,23
Organische Schadstoffe < 63 µm													
PCB Summe7	µg/kg	13	40	14	10	7,4	5,7	6,0	5,2	4,1	7,3	3,9	2,3
alpha-HCH	µg/kg	0,5	1,5	0,39	0,49	0,25	0,15	0,13	0,11	0,10	0,15	0,12	0,08
gamma-HCH	µg/kg	0,5	1,5	0,13	0,18	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12	0,08
Hexachlorbenzol	µg/kg	1,8	5,5	1,7	3,3	5,4	1,1	0,94	0,94	0,69	0,72	0,58	0,26
Pentachlorbenzol	µg/kg	1	3	0,47	0,87	0,49	0,32	0,30	0,25	0,22	0,36	0,34	0,15
p,p'-DDT	µg/kg	1	3	0,38	1,9	0,58	0,72	0,37	0,29	0,18	0,29	0,25	0,15
p,p'-DDE	µg/kg	1	3	2,0	2,2	1,3	0,89	0,83	0,64	0,45	0,75	0,42	0,22
p,p'-DDD	µg/kg	2	6	8,3	10	4,2	2,3	2,3	1,4	1,1	1,6	0,79	0,36
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	200	600	107	137	112	83	86	77	74	96	89	49
PAK Summe 16	mg/kg	1,8	5,5	0,96	2,0	0,96	0,80	0,85	0,76	0,70	1,1	1,0	0,49
TBT (OZK) <2 mm	µg/kg	20	100/300	5,0	24	13	4,8	3,6	2,0	1,1	1,0	1,0	1,0

Grün = Fall 1; orange = Fall 2; rot = Fall 3

Bei der Betrachtung der Einzelproben sind zusätzlich zu Proben aus den genannten Teilgebieten zwei Einzelproben aus dem 3-km-Radius (R1-Überschreitungen von Kupfer, p,p'-DDE und p,p'-DDD bzw. p,p'-DDE, p,p'-DDD und Stickstoff) sowie eine Einzelprobe aus dem 9-km-Strahl, die im Einflussbereich der Elbfahne liegt, (R1-Überschreitung von Zink, Blei, Kupfer, PAK Summe16, PCB Summe 7, p,p'-DDE, p,p'-DDD sowie R-Überschreitung Stickstoff) in Fall 2 einzustufen.

Bewertung der Sedimente der Verbringstelle nach OSPAR-Kriterien:

Die Bewertung der Sedimente anhand der durch die OSPAR-Kommission vorgeschlagenen Kriterien ist für die Jahre 2018 - 2020 in (BfG 2023a) dargestellt. Hier wird auf die dort dargestellte Bewertung verwiesen und ergänzend die Bewertung der im Jahr 2021 gemessenen Konzentrationen dargestellt.

Metalle:

Wie bereits in den Jahren 2018 - 2020 (BfG 2023a) ergeben sich auch für 2021 ERL-Überschreitungen für die mittleren Hg-Konzentrationen der Teilgebiete an der Verbringstelle (≤ 1-km-Radius) und im Nahfeld (1,5 bis 2-km-Radius). Zusätzlich liegt die mittlere Hg-Konzentration des 9-km-Radius im Jahr 2021 oberhalb des ERL-Wertes (vgl. Tabelle 4-6).

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe:

Die mittleren Konzentrationen der betrachteten PAKs sowie die Bewertung nach OSPAR-Kriterien (ERL) sind Tabelle 4-7 zu entnehmen. Die mittleren PAK-Konzentrationen aller Teilgebiete des Monitoringbereiches 2021 liegen ebenso unterhalb der ERL-Werte wie in den Jahren 2018 - 2020 (BfG 2023a).

Tabelle 4-6: Mittlere Arsen- und Metallgehalte (< 2000 µm) der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR.

Metalle (< 2 mm)												
	ERL	**Einheit**	**VZ Ost**	**VZ Süd**	**1-km-Radius**	**1,5-km-Radius**	**2-km-Radius**	**3-km-Radius**	**6-km-Strahl**	**9-km-Strahl**	**12-km-Strahl**	**Referenz-gebiet**
Arsen	(8,2)	mg/kg	6,4	7,1	11	11	10	10	8,8	11	8,7	8,5
Cadmium	1,2	mg/kg	0,29	0,38	0,46	0,40	0,34	0,29	0,20	0,26	0,19	0,14
Chrom	81	mg/kg	17	15	26	29	27	26	23	26	18	22
Kupfer	34	mg/kg	12	11	16	15	14	121	9,8	111	8,9	8,0
Nickel	(21)	mg/kg	9,3	9,0	14	15	15	14	12	13	11	12
Blei	47	mg/kg	16	15	24	27	26	24	20	25	19	17
Zink	122	mg/kg	750	84	115	111	100	89	70	85	64	56
Quecksilber	0,15	mg/kg	0,15	0,19	0,24	0,21	0,17	0,14	0,11	0,17	0,11	0,07
ERL-Überschreitung												

Tabelle 4-7: Mittlere PAK-Gehalte der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR.

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (< 2 mm)												
	ERL	**Einheit**	**VZ Ost**	**VZ Süd**	**1-km-Radius**	**1,5-km-Radius**	**2-km-Radius**	**3-km-Radius**	**6-km-Strahl**	**9-km-Strahl**	**12-km-Strahl**	**Referenz-gebiet**
Naphthalin	0,16	mg/kg	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02
Phenanthren	0,24	mg/kg	0,03	0,08	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02
Anthracen	0,085	mg/kg	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Fluoranthen	0,6	mg/kg	0,05	0,13	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,08	0,07	0,04
Pyren	0,665	mg/kg	0,04	0,11	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,07	0,05	0,03
Benz(a)anthracen	0,261	mg/kg	0,03	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02
Chrysen	0,384	mg/kg	0,02	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
Benzo(b)fluoranthen		mg/kg	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,08	0,06	0,03
Benzo(a)pyren	0,43	mg/kg	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren		mg/kg	0,03	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,08	0,06	0,03
Benzo(ghi)perylen		mg/kg	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,03
ERL-Überschreitung												

Polychlorierte Biphenyle:

Für PCBs ist eine Bewertung anhand von Konzentrationen vorgesehen, die auf 2,5 % TOC-Gehalt des Sediments normiert sind. Die mittleren auf 2,5 % TOC-Gehalt normierten PCB-Konzentrationen der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings für das Jahr 2021 sowie die Bewertung anhand der OSPAR-Kriterien (EAC) sind in Tabelle 4-8 aufgeführt. Überschreitungen der EAC-Werte ergeben sich nur für PCB 118 in den Teilgebieten bis einschließlich 9-km-Radius.

Tabelle 4-8: Mittlere auf 2,5 % TOC normierte PCB-Gehalte der Sedimente der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR.

Polychlorierte Biphenyle (normiert auf 2,5 % TOC)

	EAC	Einheit	VZ Ost	VZ Süd	1-km-Radius	1,5-km-Radius	2-km-Radius	3-km-Radius	6-km-Strahl	9-km-Strahl	12-km-Strahl	Referenz-gebiet
PCB 28	1,7	µg/kg	0,67	0,51	0,61	0,71	0,87	0,90	0,67	0,81	0,41	0,52
PCB 52	2,7	µg/kg	0,58	0,50	0,46	0,42	0,44	0,45	0,38	0,64	0,28	0,31
PCB 101	3	µg/kg	2,7	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,0	1,4	0,67	0,72
PCB 118	0,6	µg/kg	1,1	0,60	0,73	0,73	0,88	0,87	0,67	1,0	0,46	0,59
PCB 138	7,9	µg/kg	3,6	1,4	1,6	1,7	1,7	1,6	1,0	1,4	0,84	0,86
PCB 153	40	µg/kg	4,6	2,1	2,4	2,3	2,4	2,3	1,6	2,2	1,2	1,2
PCB 180	12	µg/kg	3,0	1,2	1,4	1,3	1,3	1,1	0,69	0,98	0,51	0,50

EAC-Überschreitung

Andere Organochlorverbindungen:

Die mittleren Konzentrationen der weiteren nach OSPAR bewertungsrelevanten Organochlorverbindungen gamma-HCH p,p‘-DDE, p,p‘-DDD in den Teilbereichen des verbringungsbegleitenden Monitorings für das Jahr 2021sowie ihre Bewertung anhand der OSPAR-Kriterien (EAC) sind in Tabelle 4-9 dargestellt. Überschreitungen des EAC-Wertes sind ausschließlich für p,p‘-DDD im Bereich der Verbringstelle festzustellen (Teilgebiete VZ Ost, VZ Süd und 1-km-Radius).

Tabelle 4-9: Mittlere Gehalte anderer Organochlorverbindungen in den Sedimenten der Teilgebiete des verbringungsbegleitenden Monitorings im Jahr 2021 und Bewertung nach OSPAR.

Andere Organochlorverbindungen (< 2 mm)

	ERL	Einheit	VZ Ost	VZ Süd	1-km-Radius	1,5-km-Radius	2-km-Radius	3-km-Radius	6-km-Strahl	9-km-Strahl	12-km-Strahl	Referenz-gebiet
gamma-HCH	3	µg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
p,p'-DDE	2,2	µg/kg	0,73	0,76	0,84	0,70	0,56	0,44	0,28	0,48	0,17	0,15
p,p'-DDD	2	µg/kg	2,8	3,4	2,7	1,9	1,6	0,99	0,65	1,1	0,33	0,24

ERL-Überschreitung

Räumliche Verteilung der Schadstoffe im Nahfeld

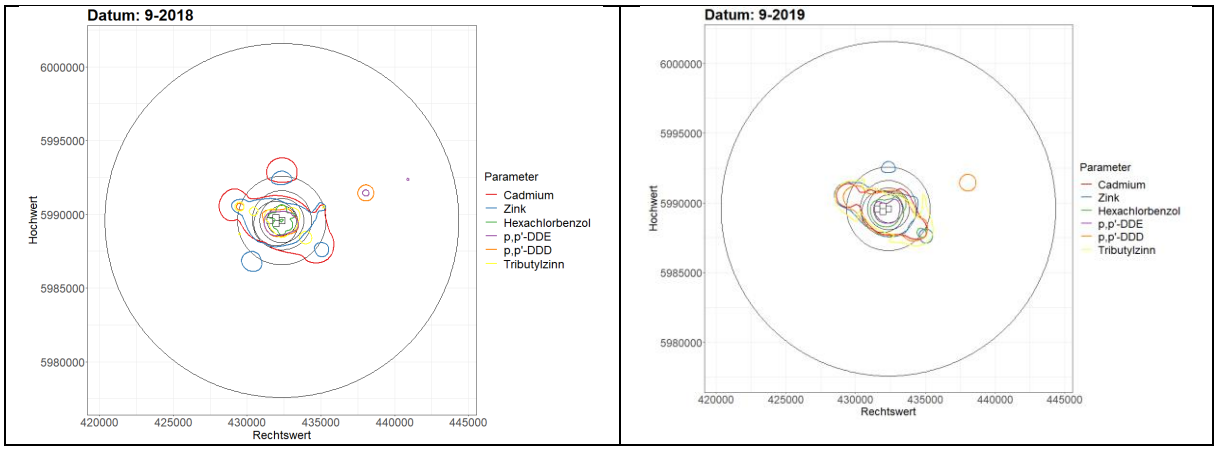
Um die Größe der Flächen abzuschätzen, auf denen sich in Folge der Baggergutverbringungen erhöhte Schadstoffgehalte finden wurden die Ergebnisse des verbringungsbegleitenden Monitorings wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben räumlich interpoliert und den Ergebnissen der vor Beginn der

Baggergutverbringungen durchgeführten Nullbeprobung gegenübergestellt. Aus den gemessenen Konzentrationen der in den Jahren 2018 - 2021 durchgeführten Monitoringkampagnen ergeben sich Flächen von einer Größe zwischen 15 und 30 km^2 gegenüber der Nullbeprobung erhöhte Konzentrationen mindestens eines der betrachteten Analyten. Die für die einzelnen Analyten aus den Daten der Spätsommer-Monitoringkampagnen 2018 - 2021 ermittelten Flächengrößen sowie jeweils die Gesamtfläche auf der mindestens für einen Analyten erhöhte Konzentrationen anzunehmen sind können Tabelle 4-10 entnommen werden.

Tabelle 4-10: Größe der ermittelten Flächen, auf denen erhöhte Konzentrationen der entsprechenden Parameter zu erwarten sind. Alle Angaben in km^2.

Jahr	Monat	Cadmium	Zink	Hexachlor-benzol	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Tributylzinn	Fläche gesamt
2018	9	26	16	2,1	3,2	4,7	4,7	30
2019	9	15	16	4,5	2,5	15	18	23
2020	8	8,3	10	1,4	3,5	9,6	5,6	15
2021	8	18	11	3,2	2,9	12	8,2	20

Die während den Spätsommer- / Herbstkampagnen erfasste Lage der Flächen mit gegenüber der Nullbeprobung erhöhten Konzentrationen ist in Abbildung 4-25 zusammengefasst. Für alle Parameter gilt, dass die ermittelten Flächen ihre größte Ausdehnung auf einer von NW nach SE ausgerichteten Achse besitzen und sowohl im Nordwesten als auch im Südosten deutlich über den 3-km-Radius hinausreichen. Hinzu kommt, dass während den Monitoringkampagnen der Jahre 2018 - 2021 auch an einzelnen Stationen des 6-km-Radius für einzelne Analyten Konzentrationen gemessen wurden, die gegenüber den bei der Nullbeprobung erfassten Werten signifikant erhöht sind. Auf Grund der unsicheren Datenlage in dieser Entfernung zur Verbringstelle wurden die Parameter für die räumliche Interpolation so gewählt, dass sich aus den an weit voneinander entfernt liegenden Messstationen erfassten signifikanten Konzentrationszunahmen nur geringe Flächengrößen ergeben, da die Messwerte der weiteren Monitoringstationen den Schluss nahelegen, dass sich in diesem Bereich keine größeren zusammenhängenden Flächen ergeben auf denen eine Baggerguteinmischung nachweisbar ist. Allerdings ist diese Annahme aufgrund der Datenlage notwendigerweise mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.



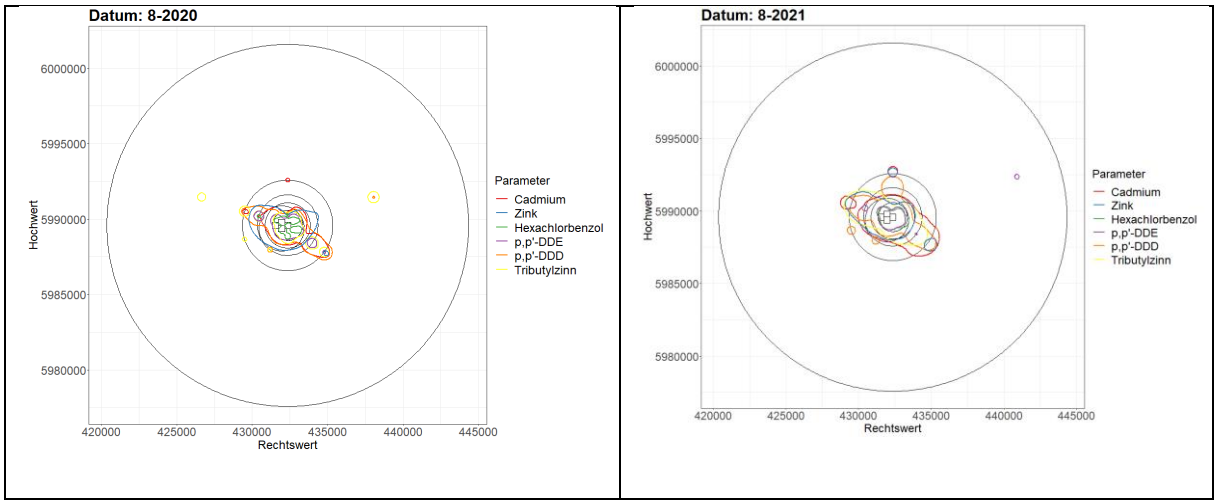


Abbildung 4-25: Flächen mit gegenüber der Nullbeprobung erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Nahbereich der Verbringstelle Tonne E3 für die Monitoringkampagnen 2018 - 2021

4.3.3 Weitere Bereiche des Betrachtungsraumes

Die abgeleiteten Ausgangskonzentrationen reduzieren vorliegende Messwerte für die Konzentrationen der betrachteten Parameter auf Einzelwerte, die als charakteristisch für die einzelnen BZR betrachtet werden. Dabei stellen sie notwendigerweise eine drastische Vereinfachung dar, die die große Spanne innerhalb eines BZR vorkommender Sedimente unterschiedlicher Zusammensetzung und Qualität unberücksichtigt lassen müssen (s. auch Kapitel 3.3.1).

Die für die einzelnen BZR der drei Analysesets abgeleiteten Ausgangskonzentrationen aller betrachteten Parameter können den Tabelle 10-4 bis Tabelle 10-9 im Anhang entnommen werden. Exemplarisch sind die für die verschiedenen Bilanzierungsräume ermittelten Ausgangskonzentrationen für Arsen und die Metalle Cadmium und Quecksilber sowie für die organischen Schadstoffe Tributylzinn, Hexachlorbenzol und p,p`-DDD, jeweils in den nach GÜBAK bewertungsrelevanten Fraktionen (< 20 µm für Arsen und die Metalle; < 2000 µm für Tributylzinn; < 2000 µm normiert auf < 63 µm für Hexachlorbenzol und p,p`-DDD) in Abbildung 4-26 und Abbildung 4-27 dargestellt.

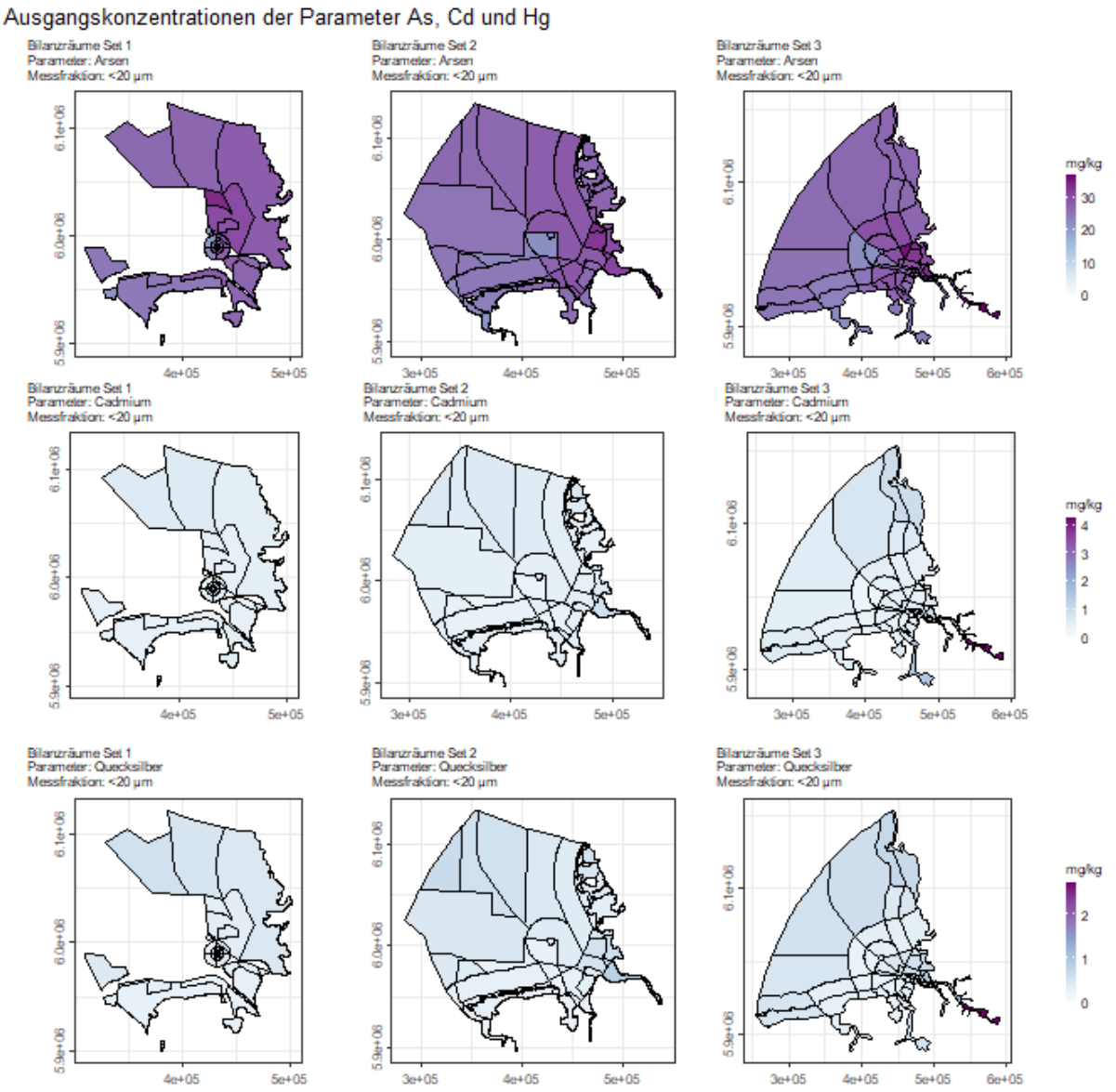


Abbildung 4-26: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen der Parameter As, Cd und Hg in der nach GÜBAK bewertungsrelevanten Fraktion < 20 µm in den BZR der 3 Analysesets.

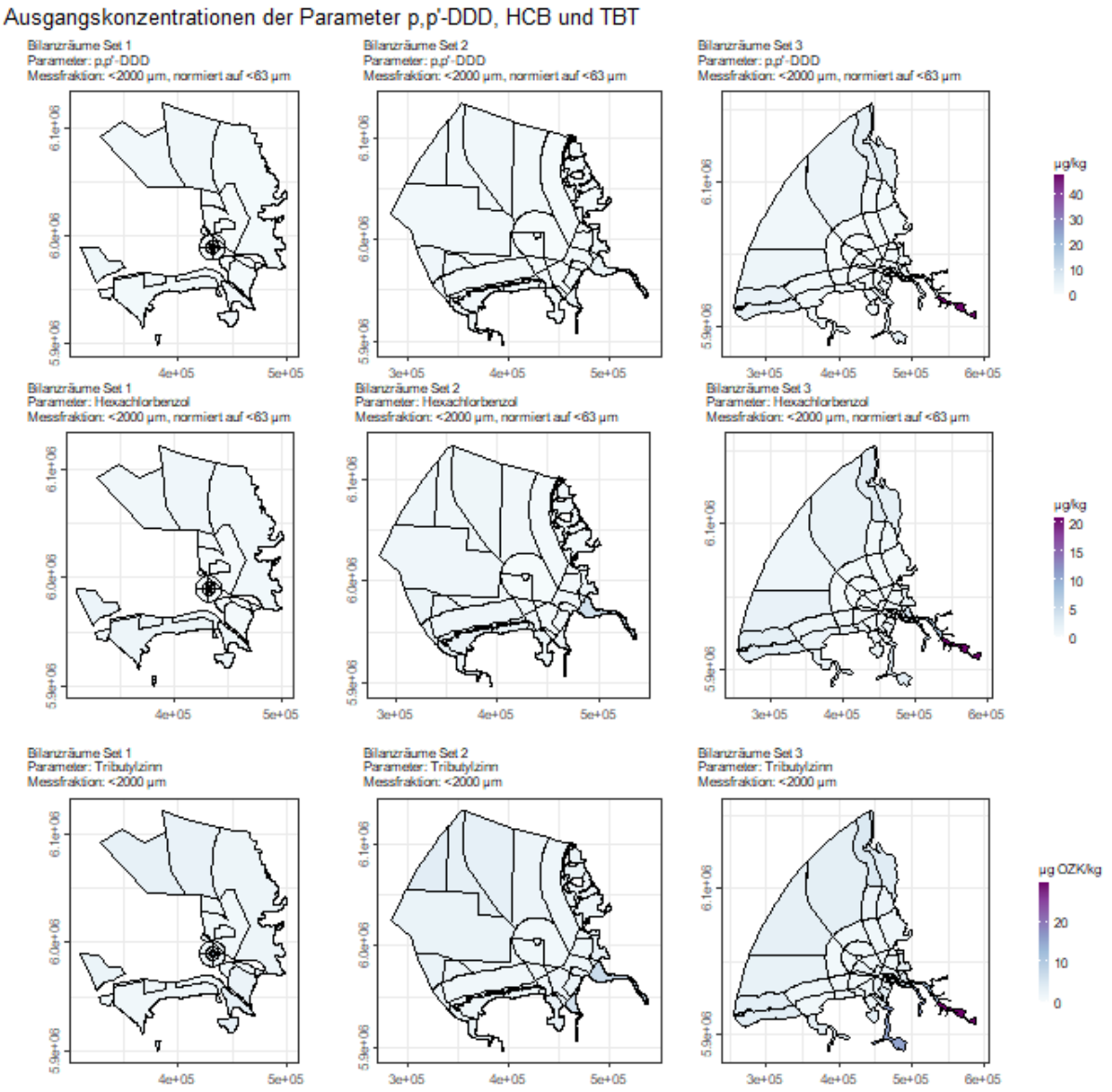


Abbildung 4-27: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen der Parameter p,p‘-DDD, HCB und TBT in der nach GÜBAK bewertungsrelevanten Fraktion (normiert auf < 63 µm für p,p‘-DDD und HCB, < 2000 µm für TBT) in den BZR der 3 Analysesets.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die abgeleiteten Ausgangskonzentrationen in vielen Fällen in guter Übereinstimmung zum Mittelwert der aus einem BZR vorliegenden Messwerte liegen. Größere Abweichungen zwischen Mittelwert der aus einem BZR vorliegenden Messwerte und abgeleiteten Ausgangskonzentrationen ergeben sich insbesondere in Fällen in denen nur wenige Messwerte eines Parameters aus einem BZR vorliegen. Ein Vergleich der abgeleiteten Ausgangskonzentrationen zu den mittleren aus einzelnen BZR vorliegenden Messwerten ist exemplarisch für die Parameter Cadmium, PCB Summe 7 und TBT in Abbildung 4-28 dargestellt.

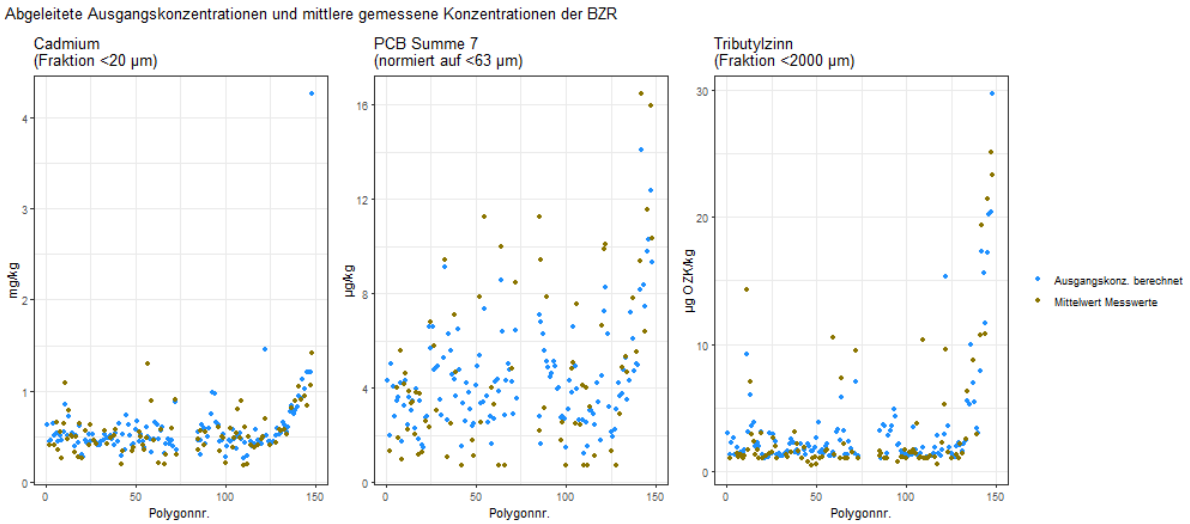


Abbildung 4-28: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen und mittlere gemessene Konzentrationen für alle betrachteten BZR.

Für viele Analyten ergeben sich Konzentrationsgradienten mit erhöhten Gehalten in den Ästuaren von Weser und vor allem Elbe und seewärts abnehmenden Konzentrationen. Die minimalen Ausgangskonzentrationen ergeben sich für viele Analyten in den BZR in näherer Umgebung zur Verbringstelle Tonne E3. Dieses Phänomen ergibt sich aus der großen Anzahl der aus dem verbringungsbegleitenden Monitoring vorliegenden Messwerte, die einen von der Verbringstelle in entferntere Gebiete abnehmenden Konzentrationsgradienten abbilden.

Ausgangskonzentrationen größer GÜBAK-R1 ergeben sich für einzelne Parameter (alpha-HCH, gamma-HCH, p,p‘-DDE und p,p-DDT) auch für verschiedene BZR aus dem Bereich Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (123_NationalparkNiedersaechsischesWatten, 124_NationalparkNiedersaechsischesWatten und 125_NationalparkNiedersaechsischesWatten). Auch aus diesen Bereichen liegen sehr wenige Messwerte vor. Auch hier liegen die abgeleiteten Ausgangskonzentrationen, auch der genannten Parameter, in guter Übereinstimmung mit den gemessenen Werten.

Bewertung der Ausgangskonzentrationen nach GÜBAK

Die für die BZR, wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, abgeleiteten Ausgangskonzentrationen der GÜBAK relevanten Parameter sowie ihre Bewertung nach GÜBAK kann Tabelle 10-4 im Anhang entnommen werden.

Für die BZR des Set 1 ergeben sich in etwa der Hälfte der Fälle GÜBAK R1 -Überschreitungen für die abgeleiteten Ausgangskonzentrationen für Kupfer. Außerdem liegen auch die Ausgangskonzentrationen für p,p‘-DDT in einigen BZR oberhalb des R1 und überschreiten in BZR 123_NationalparkNiedersaechsischesWatten auch den R2 der GÜBAK. Für einige BZR entlang der Niedersächsischen Küste ergeben sich zudem R1-Übeschreitungen der Ausgangskonzentrationen der Parameter Kohlenwasserstoffe, PAK Summe 16, Pentachlorbenzol, alpha-HCH, gamma-HCH, p,p‘-DDE und p,p’-DDT. Auch für die BZR des Set 2 liegen die Ausgangskonzentrationen für Kupfer und p,p’-DDT und die Ausgangskonzentrationen für Kohlenwasserstoffe, PAK Summe 16, Pentachlorbenzol, alpha-HCH, gamma-HCH, p,p‘-DDE in einigen Fällen über R1 der GÜBAK.

Ein ähnliches Bild zeichnet sich für die kleinräumiger aufgelösten BZR des Set 3. Hier schlägt sich allerdings der generelle Trend der von See in die Ästuare, besonders die Elbe zunehmenden Konzentrationen in vermehrten Richtwert-Überschreitungen nieder.

Bewertung der Ausgangskonzentrationen nach OSPAR

Die für die einzelnen BZR abgeleiteten Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR bewertungsrelevanten Parameter sowie ihre Bewertung anhand der OSPAR-Kriterien (ERL/EAC) ist aufgeführt in Tabelle 10-5 bis Tabelle 10-8 im Anhang. Bei den Metallen überschreiten die Ausgangskonzentrationen von Zink in den zwei BZR 337_Weser und 363_Tideelbe_Stade-Geesthacht den ERL-Wert. Darüber hinaus ergeben sich ERL-Überschreitungen für Quecksilber in einigen BZR im Bereich des Elbe-Ästuars sowie im Bereich der Verbringstelle Tonne E3 und dem BZR 337_Weser.

Für die Gruppe der PAKs ergibt sich für keine der abgeleiteten Ausgangskonzentrationen eine Überschreitung des ERL-Wertes.

Bei den PCB überschreitet die auf 2,5 % TOC normierte Ausgangskonzentration des PCB 28 den EAC-Wert in BZR 342_Scharhoern. Darüber hinaus liegen die Ausgangskonzentrationen des PCB 118 mit wenigen Ausnahmen oberhalb des Bewertungskriteriums.

Für die ermittelten Ausgangskonzentrationen der weiteren Organochlorverbindungen ergeben sich in einigen BZR im Bereich der Elbe ERL-Überschreitungen für p,p‘-DDD, sowie in einem Fall (BZR 363_Tideelbe_Stade-Geesthacht) eine ERL-Überschreitung für p,p‘-DDE.

Bewertung der Ausgangskonzentrationen nach OGewV

Umweltqualitätsnormen für die Jahresmittelwerte (JD-UQN) für die flussgebietsspezifischen Schadstoffe Arsen, Chrom, Kupfer, PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB138, PCB 153, PCB 180 und Zink in Sedimenten sind in Anlage 6 der OGewV (2016) angegeben. Die abgeleiteten Ausgangskonzentrationen dieser Parameter für die einzelnen BZR sind in Tabelle 10-9 im Anhang zusammengestellt. In keinem Fall ergeben sich Überschreitungen der JD-UQN.

4.3.4 Ökotoxikologische Wirkungen

Die für die Ökotoxikologie relevante Baggergutzusammensetzung und -qualität ist in den Kapiteln 2.1, 3.3.1 und 3.3.2 beschrieben. Als Grundlage für die Festlegung der erwarteten Baggergutqualität dienen die vorliegenden Untersuchungen aus den verschiedenen Bereichen. Für die Bewertung des Baggergutes der Hamburger Delegationsstrecke und den Landeshafengewässern werden die vorliegenden Freigabeuntersuchungen der bisherigen Baggergutverbringungen zu Tonne E3 verwendet. Für den Abschnitt der Begegnungsbox und die elbseitigen Vorhäfen des NOK dienen die für diese Bereiche vorliegenden Untersuchungsergebnisse von Baggergut und Oberflächensedimenten.

Alle herangezogenen Untersuchungsergebnisse sind mit der marinen Biotestpalette ermittelt worden.

Tabelle 4-11 enthält eine Übersicht über die Anzahl der Untersuchungsergebnisse von Sediment und Baggergut, das für die Auswirkungsprognose verwendet wird, unterteilt in die zuvor jeweiligen Baggerbereiche.

Tabelle 4-11: Anzahl der ökotoxikologisch untersuchten Sediment- und Baggergutproben der marinen Biotestpalette der Jahre 2008 - 2021.

Proben	Delegationsstrecke Hamburg			Landeshafengewässer Hamburg					Begegnungs-box	NOK, ebls. Vorhäfen	Anzahl pro Jahr
Freigabe E3	Köhlbrand	Süderelbe Bl.5	Norderelbe Bl.7	Köhlfleet	Parkhafen	Vorhafen	Sandauhafen	Rethe Bl.3			
Jahr	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	Probenanzahl	
2008	11	8	6						16		25
2009	8	8	6						16		22
2010									20	6	0
2011									9	19	0
2012									8		0
2013									10		0
2014	10	8	10						16	4	28
2015	10	14	10						8		34
2016	10	28	10	6	7	6	6	6	20		79
2017	6	10	6	6	6	6	6				46
2018	6	10	6	6	6	6	6	6	5	4	52
2019	6	11	6	6	7	6	8	7	2		57
2020	6	10		6	6	6	6	6			46
2021	6	7	6		6	6	9	6	10		46
Anzahl 2008 - 2018	49	66	42	6	7	6	6	6	123	29	**340**
Anzahl 2016 - 2021	40	76	34	30	38	36	41	31	37	4	**367**
Anzahl 2008 - 2021	79	114	66	30	38	36	41	31	140	33	**608**

4.3.4.1 Ökotoxikologische Belastung des Baggergutes

Das Hamburger Baggergut, das bislang auf die Verbringstelle bei Tonne E3 verbracht wurde, wird seit Beginn der Verbringungen auf dessen ökotoxikologisches Belastungspotenzial untersucht. In Tabelle 4-12 sind die für die Prognose betrachteten Baggergutqualitäten der Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021 aufgeführt. Das verbrachte Baggergut wies für alle Bereiche deutliche ökotoxikologische Effekte gegenüber den Biotestsystemen auf (Toxizitätsklasse 0 bis IV). Auffällig ist, dass die Baggergutproben der späteren Jahre ab 2018 deutlich geringere Belastungspotenziale aufweisen als in den Jahren davor (BfG 2023a). Der Median der Toxizitätsklassen für die verschiedenen Gebiete ist für die beiden betrachteten Zeitabschnitte fast durchgehend gleich und liegt bei Toxizitätsklasse I und II. Lediglich die Untersuchungsergebnisse des Parkhafens im Zeitabschnitt von 2016 - 2021 weist im Median die Toxizitätsklasse 0 auf.

Auf Grund der ordinalen Skalierung ist eine Mittelwertbildung für Toxizitätsklassen eigentlich nicht vorgesehen. Um dennoch eine Verrechnung mit dem BAW-Modell zu ermöglichen, erfolgt hier eine Mittelwertbildung für die Toxizitätsklassen. Angegeben sind diese Werte nicht in römischen Zahlen sondern als arabische Dezimalzahlen. Bei Betrachtung der gemittelten Werte ist festzustellen, dass der zweite Zeitabschnitt von 2016 - 2021 fast durchgehend leicht niedriger belastet ist. Ausnahme bilden nur die beiden Hafenbereiche Sandauhafen und Rethe Blatt 3. Allerdings sind die Unterschiede gering.

Tabelle 4-12: Ökotoxikologische Belastung des Hamburger Baggergutes aus der Delegationsstrecke und den Landeshafengewässern für die Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021. Angegeben sind die Anzahl der in den jeweiligen Zeitabschnitten festgestellten marinen Toxizitätsklassen.

Bagger-bereiche	Delegationsstrecke Hamburg (nur Freigabe-Untersuchungen)						Landeshafengewässer Hamburg (nur Freigabe-Untersuchungen)									
Proben	Köhlbrand		Süderelbe Bl.5		Norderelbe Bl.7		Köhlfleet		Parkhafen		Vorhafen		Sandauhafen		Rethe Bl.3	
Freigabe E3	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021
Toxizitäts-klasse	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste
0	15	18	5	16	7	11	3	11	7	24		6	1	7		3
I	16	7	22	20	22	16	12	15	7	7	1	5	8	13	3	5
II	19	6	38	14	17	4	3	4	5	7	12	18	8	13	8	14
III	10	7	14	17	6	1					4	6		3		4
IV	1	2	7	9	2	2					1	1	1	5	1	5
V																
VI																
Median	I	I	II	II	I	I	I	I	I	0	II	II	II	II	II	II
∑	61	40	86	76	54	34	18	30	19	38	18	36	18	41	12	31
$\bar{x}$	1,4	1,2	2,0	1,8	1,5	1,0	1,0	0,8	0,9	0,6	2,3	1,8	1,6	1,7	1,9	2,1

Eine Zusammenfassung der zuvor separat dargestellten Hamburger Baggergutabschnitte und der Ergebnisse der beiden anderen Baggerbereiche Begegnungsbox und elbseitige Vorhäfen des NOK befindet sich in Tabelle 4-13. Auch hier ist die durchschnittliche ermittelte Toxizitätsklasse mit Ausnahme der elbseitigen Vorhäfen des NOK im zweiten Zeitabschnitt leicht geringer. Lediglich bei der Begegnungsbox weist das untersuchte Sediment für den ersten Zeitabschnitt eine um eine Stufe höhere Toxizitätsklasse auf. Die elbseitigen Vorhäfen sind insgesamt ökotoxikologisch am geringsten belastet.

Tabelle 4-13: Ökotoxikologische Belastung des Baggergutes der Delegationsstrecke, den Landeshafengewässern, der Begegnungsbox und den elbseitigen Vorhäfen des NOK für die Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021. Angegeben sind die Anzahl der in den jeweiligen Zeitabschnitten festgestellten marinen Toxizitätsklassen.

Bagger-bereiche	**Delegations-strecke HH** (nur Freigabe-Untersuchungen)		**Landes-hafen-gewässer** (nur Freigabe-Untersuchungen)		**Begegnungs-box** (alle Monitoring-untersuchungen)		**NOK elbs. Vorhäfen** (alle Monitoring-untersuchungen)		**Delegations-strecke HH, Landes-hafengew., Begegnungs-box & NOK elbs. VH**	
Proben										
Freigabe E3	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021	2008 2018	2016 2021
Toxizitäts-klasse	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste	marine Bioteste
0	**27**	**45**	**11**	**51**	**29**	**33**	**28**	**3**	**95**	**132**
I	**60**	**43**	**31**	**45**	**48**	**8**	**1**		**140**	**96**
II	**74**	**24**	**36**	**56**	**41**	**2**	**4**	**1**	**155**	**83**
III	**30**	**25**	**4**	**13**	**4**				**38**	**38**
IV	**10**	**13**	**3**	**11**	**4**				**17**	**24**
V					**2**				**2**	
VI										
Median	**II**	**I**	**II**	**I**	**I**	**0**	**0**	**0**	**I**	**I**
∑	201	150	85	176	128	43	33	4	447	373
$\bar{x}$	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	0,3	0,3	0,5	1,4	1,1

Tabelle 4-14 enthält eine Übersicht über die in den jeweiligen Bereichen gemessene Toxizitätsklasse, die ermittelten Mediane und die gemittelten Baggergutbelastungen für die beiden betrachteten Zeitabschnitte. Letztere Werte finden bei den Prognoseberechnungen Eingang in die Berechnung der erwarteten ökotoxikologischen Belastungspotenzialen in den BZR.

Tabelle 4-14: Gemittelte ökotoxikologische Belastung des Baggergutes für die Baggerbereiche und die rechnerisch gemittelte Qualität der Baggergutbelastung für die Zeitabschnitte 2008 - 2018 und 2016 - 2021.

Betrachtungszeitraum	Baggerbereiche der Daten des Betrachtungszeitraums	Anzahl Datensätze	Median marine Tox.-Klasse	Mittelwert marine Tox.-Klasse
2008 - 2018	Delegationsstrecke Hamburg & Landeshafengewässer (DG 30%; LHG 40% mit je 8%)	n = 286	II	1,6
2008 - 2018	Begegnungsbox (Beg.-Box 10% + 10%)	n = 128	I	1,3
2008 - 2018	NOK, elbseitige Vorhäfen (NOK VH 10%)	n = 33	0	0,3
2008 - 2018	**Qualität des Baggergutes** (DG & LHG 70%, Beg.-Box 20%, NOK VH 10%)	n = 447	**I**	**1,4**
2016 - 2021	Delegationsstrecke Hamburg & Landeshafengewässer (DG 30%; LHG 40% mit je 8%)	n = 326	I	1,4
2016 - 2021	Begegnungsbox (Beg.-Box 10% + 10%)	n = 43	0	0,3
2016 - 2021	NOK, elbseitige Vorhäfen (NOK VH 10%)	n = 4	0	0,5
2016 - 2021	**Qualität des Baggergutes** (DG & LHG 70%, Beg.-Box 20%, NOK VH 10%)	n = 373	**I**	**1,1**

Hintergrundbelastung

Für die Berechnung der zu erwartenden ökotoxikologischen Sedimentbelastung wird der Anteil und das Belastungspotenzial der Baggergutauflage in den BRZ mit der vorhandenen Hintergrundbelastung verrechnet. Für den Ist-Zustand der Sedimente in der Nordsee und an den Küsten wird für die Hintergrundbelastung die Toxizitätsklasse 0 angenommen. Die Toxizitätsklasse 0 bedeutet, dass mit den eingesetzten Biotestmethoden eine markante Toxizität nicht nachgewiesen werden konnte. In Abbildung 4-29 sind die in der Nordsee und den Küstenbereichen festgestellten Toxizitätsklassen dargestellt. Zwar wird für einen Großteil der dargestellten Proben die Toxizitätsklasse 0 ermittelt, jedoch gibt es vereinzelt auch höhere Belastungen. Somit ist die Annahme, dass das gesamte betrachtete Gebiet gänzlich unbelastet ist nur bedingt korrekt. Die vorgenommenen Prognosen stellen somit eine Worst-Case-Betrachtung dar.

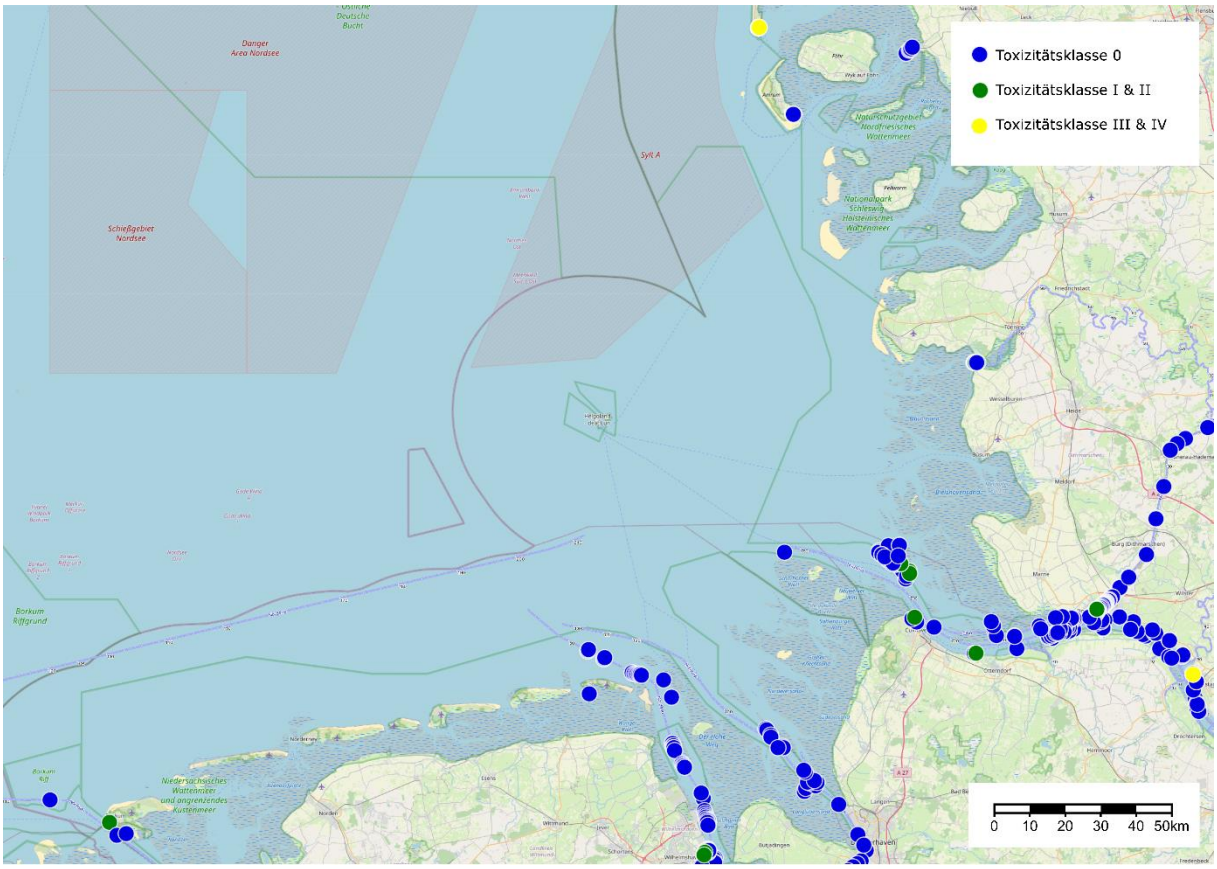


Abbildung 4-29: Karte der Nordsee mit den ermittelten ökotoxikologischen Belastungspotenzialen.

4.3.5 Bioakkumulation

4.3.5.1 Schadstoffbelastung in den untersuchten Biota

An der Tonne E3 wurden in der Pfeffermuschel, der Wellhornschnecke, der Kliesche und der Scholle für mehrere Schadstoffe zumindest zeitweise signifikante Anreicherungen im Vergleich zu den jeweiligen Referenzgebieten festgestellt. In der Nordseegarnele wurden keine verbringungsbedingten Schadstoffanreicherungen festgestellt. Allerdings lagen die Fanggebiete der Nordseegarnelen mit > 40 km weit vom Verbringbereich entfernt, so dass ein Nachweis verbringungsbedingter Effekte eher unwahrscheinlich ist. In der Tabelle 4-15 sind die Ergebnisse der Bioakkumulationsuntersuchungen für die Probenahmen im Herbst 2018 bis 2020 zusammenfassend dargestellt. Vorherige Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schadstoffbelastung von Biota im Verbringbereich im Frühjahr, möglicherweise durch das Aussetzen der Verbringung in den Wintermonaten, geringer ist (BfG 2019). Zudem wurde im Betrachtungszeitraum (2018 – 2020) nur eine Frühjahrskampagne in 2018 durchgeführt, sodass die Daten nicht vergleichend bewertet werden können. Daher werden die Daten der Frühjahrskampagne 2018 hier nicht diskutiert.

In Tabelle 4-15 sind die Analyten 1.) grün markiert, bei denen keine signifikant erhöhten Konzentrationen des jeweiligen Analyten im Verbringbereich im Vergleich zu allen für den jeweiligen Organismus relevanten Referenzgebieten festgestellt wurden. Signifikant erhöhte Konzentrationen im Verbringbereich sind 2.) gelb markiert, wenn zeitweise Effekte auftraten – d.h. Effekte auf einzelne oder wenige Kampagnen beschränkt waren – und 3.) orange markiert, wenn die Effekte in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Kampagnen beobachtet wurden. Bei der Pfeffermuschel wurden für mehrere Analyten signifikant erhöhte Konzentrationen im Verbringbereich im Vergleich zu den

Referenzgebieten gefunden. Mit Ausnahme von Cadmium sowie o,p‘-DDD und p,p‘-DDD in 2019 lagen diese jedoch immer im Bereich der Hintergrundwerte in den Referenzgebieten in 2009-2020 (siehe Kapitel 3.3.3). Einige Analyten waren auch im 1,5 km-Radius signifikant erhöht (siehe unten). In der Tabelle sind nur die Analyten aufgelistet, die in dem Monitoringbericht (BfG 2023) ausgewertet wurden. Weitere Analyten, die ebenfalls untersucht wurden (siehe Tabelle 3-2), wurden hier nicht aufgeführt, da u.a. nur Vertreter bestimmter chemischer Gruppen betrachtet wurden.

Tabelle 4-15: Übersicht von signifikant erhöhten Schadstoffkonzentrationen in Biota des Verbringbereichs im Vergleich zu den jeweiligen Referenzgebieten

Chemische Gruppe	Analyt	Pfeffer-muschel	Wellhorn-schnecke	Kliesche		Scholle	
		Weichkörper	Weichkörper	Leber	Muskel	Leber	Muskel
OZV	DBT	n.a.					< BG
	MBT	n.a.			< BG		
	TBT	n.a.		< BG	< BG	< BG	
DDT und Metabolite	o,p'-DDD						
	p,p‘-DDD						
	o,p'-DDE						
	p,p‘-DDE						
	p,p‘-DDT	< BG	meist < BG		meist < BG		< BG
PCB	PCB 138						
	PCB 153						
Chlorbenzol	HCB				meist < BG		< BG
PAK				n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Metalloid	As	n.a.				n.a.	
Metalle	Cd				< BG	n.a.	< BG
	Cu					n.a.	
	Hg					n.a.	
	Pb				< BG	n.a.	< BG
	Zn					n.a.	

Grün: im Verbringbereich keine signifikant erhöhten Konzentrationen im Vergleich zu allen relevanten Referenzgebieten; gelb: im Verbringbereich zeitweise (in mindestens einer Untersuchungskampagne) signifikant erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Vergleich zu allen relevanten Referenzgebieten; orange: in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Kampagnen im Verbringbereich signifikant erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Vergleich zu allen relevanten Referenzgebieten. Bei der Pfeffermuschel wurde in der Tabelle nicht berücksichtigt, wenn es zwar signifikante Unterschiede im Verbringbereich gab, diese aber im Bereich der Hintergrundwerte lagen (siehe Kapitel 3.3.3). n.a. – nicht analysiert. < BG = Analyt nicht nachgewiesen;

Für die PAK (analysiert in Pfeffermuschel und Wellhornschnecke), As (alle Organismen, außer Pfeffermuschel), Cu und Hg wurde in keiner der vier untersuchten Spezies Anzeichen für verbringungsbedingte Effekte gefunden. Für die PCB Kongenere, PCB 138 und PCB 153, sowie Zn und

Cd wurden in der Pfeffermuschel signifikant erhöhte Konzentrationen im Verbringbereich im Vergleich zu beiden Referenzgebieten nachgewiesen. Da die Konzentration der PCB Kongenere und des Zn im Bereich des Hintergrunds lagen, werden sie, wie in Kapitel 3.3.3 beschrieben, nicht als verbringungsbedingt bewertet. Im Verbringbereich waren die Konzentrationen von Pb zeitweise in der Pfeffermuschel und in allen Herbstkampagnen 2018 – 2020 in der Wellhornschnecke signifikant erhöht. In der Pfeffermuschel lagen die Konzentrationen im Bereich des Hintergrunds. Bei der Wellhornschnecke wurden außerhalb des 1-km Radius keine signifikant erhöhten Konzentrationen für Pb festgestellt. Das HCB war zeitweise in der Pfeffermuschel (im Rahmen des Hintergrunds) und der Leber der Scholle (2020) im Verbringbereich signifikant erhöht. Im Verbringbereich war zeitweise zudem das p,p‘-DDD in der Pfeffermuschel (im Bereich des Hintergrunds), der Wellhornschnecke und der Leber der Scholle (2018) signifikant höher als in den Referenzgebieten. Das p,p‘-DDE war in 2018 in der Leber der Scholle aus dem Verbringbereich signifikant erhöht. In Pfeffermuscheln des Verbringbereichs war das p,p‘-DDE über mehrere Kampagnen hinweg signifikant höher als in beiden Referenzgebieten aber im Bereich des Hintergrundwerte der Jahre 2009-2020 in den Referenzgebieten. Bei der Pfeffermuschel waren lediglich die o,p‘-DDD- und p,p‘-DDD-Werte im Jahr 2019 im Verbringbereich signifikant erhöht und oberhalb der Hintergrundwerte der Jahre 2009 - 2020 in den Referenzgebieten.

Grundsätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass es auch bei weiteren Organismen zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet kommt, wobei die Wahrscheinlichkeit für Analyten erhöht ist, für die bereits in einem oder sogar mehreren Spezies erhöhte Werte nachgewiesen wurden. Dabei ist eine signifikant erhöhte Anreicherung, aufgrund der geringeren Mobilität im Vergleich zu Fischen, eher in Wirbellosen wahrscheinlich.

In Pfeffermuscheln wurden im Berichtszeitraum 2018 – 2020 im Bereich der Verbringstelle im Vergleich zum vorherigen Berichtszeitraum (2015 - 2017) niedrigere, aber weiterhin signifikant höhere p,p‘-DDD- und p,p‘-DDE Gehalte in Relation zu den Referenzgebieten gemessen. In Wellhornschnecken wurden signifikant höhere Konzentrationen des p,p‘-DDD in den Jahren 2018 und 2019 im Herbst nach den Verbringungen im Bereich der Verbringstelle gemessen, die ähnlich hoch oder sogar wieder etwas niedriger als im vorherigen Berichtszeitraum waren. Auch für die o,p‘-DDT Metabolite wurden in Pfeffermuscheln und Wellhornschnecken (nur o,p‘-DDD) des Verbringbereichs zeitweise signifikant erhöhte Konzentrationen im Vergleich zu den Referenzgebieten festgestellt. Ebenso kann auch für die Fische eine zeitweise verbringungsbedingte Anreicherung an DDX-Verbindungen nicht ausgeschlossen werden: 2016 konnte bereits eine verbringungsbedingte Anreicherung von p,p‘-DDD und -DDE sowie des o,p‘-DDE in der Leber der Klieschen nachgewiesen werden. Im Berichtszeitraum wurden verbringungsbedingte Anreicherungen an o,p‘-DDD (Herbst 2018 und 2020) und o,p‘-DDE (2020) in der Klieschenleber gefunden. In der Leber der Scholle waren 2018 die Werte des p,p‘-DDD, p,p‘-DDE und o,p‘-DDD signifikant höher als in beiden Referenzgebieten. Außerhalb des Verbringbereichs wurde im Herbst 2018 eine signifikante Anreicherung von o,p‘-DDD in den Lebern der Klieschen im Außenbereich festgestellt. Eine Sonderbeprobung aus dem Frühjahr 2019 ergab keine signifikante Anreicherung an o,p‘-DDD in der Klieschenleber mehr mehr.

In den Jahren 2018 - 2020 wurden, wie in den Vorjahren, signifikant höhere DBT- und MBT-Gehalte in Wellhornschnecken im Bereich der Verbringstellen gegenüber allen Referenzgebieten gemessen. Da zudem die DBT- und MBT-Konzentrationen, mit Ausnahme 2018/9 für MBT, weiterhin vergleichbar hoch und sogar höher im Vergleich zum vorherigen Berichtszeitraum im Bereich der Verbringstellen und im 1-km Radius waren, während die Gehalte der Referenzgebiete zu den Vorjahren vergleichbar niedrig blieben, ist eine verbringungsbedingte Anreicherung von DBT und MBT weiterhin wahrscheinlich. In der Klieschenleber deuten die Daten auf eine kurzzeitige verbringungsbedingte Anreicherung von MBT in 2016 und DBT in 2020 hin.

Grundsätzlich waren baggergutbedingte Effekte auf den Verbringbereich beschränkt. Für einige Analyten/Organismen wurden teils erhöhte Werte im Außenbereich (2 und oder 3-km Radius) gefunden, die aber nicht gegenüber allen Referenzgebieten signifikant verschieden waren. Eine einmalig signifikante Anreicherung im Außenbereich (2 - 3 km Radius) wurde im Herbst 2018 für das o,p‘-DDD in der Leber der Kliesche festgestellt.

Die Ursache für die im vorherigen Berichtszeitraum festgestellten, im gesamten Untersuchungsgebiet auftretenden ansteigenden Metallkonzentrationen in Wellhornschnecken war und ist unbekannt. Dieser Trend ist teilweise noch bis Herbst 2018 zu sehen; kehrt sich danach aber tendenziell um. Da dieser Verlauf sowohl im Verbringbereich als auch in den Referenzgebieten zu beobachten ist, kann daraus nicht auf einen verbringungsbedingten Effekt geschlossen werden. Auch die Ursache für die zunehmende Anreicherung an PAK in Pfeffermuscheln des gesamten Untersuchungsgebietes ist nicht bekannt. Ein Zusammenhang mit den Baggergutverbringungen kann jedoch ausgeschlossen werden.

Bewertung der Schadstoffbelastung von Biota anhand nationaler und internationaler Umweltbewertungskriterien

Überschreitungen der Grenzwerte in Biota im Monitoringgebiet an der Tonne E3 sind zusammenfassend in Tabelle 4-16 aufgelistet. Die UQN_{Biota} für Hg wird in allen Organismen im gesamten Monitoringgebiet und in allen Jahren überschritten. Auch die EAC-Werte für die PCB Kongenere 118 und 138 werden in der Wellhornschnecke (PCB 118 und 138) und im Lebergewebe der Fische (nur PCB 118) flächendeckend im gesamten Zeitraum überschritten. In der Pfeffermuschel überschreitet auch das Pyren im gesamten Monitoringzeitraum und in allen Gebieten den EAC. Die Überschreitungen von Hg, der PCB Kongerene und des Pyrens in den jeweiligen Organismen können nicht auf die Baggergutverbringungen zurückgeführt werden, da sie alle untersuchten Bereiche und Beprobungen betreffen.

Der Lebensmittelhöchstgehalt für Pb wird in der Pfeffermuschel im gesamten Monitoringzeitraum im Verbringbereich bis zum 2-km Radius und in einzelnen Jahren auch im 6-km Radius sowie im Referenzgebiet 1 überschritten. Da diese Überschreitungen auch im 6-km Radius und im Referenzgebiet auftreten, liegt grundsätzlich ein ubiquitäres Problem vor. Allerdings waren in beiden Mollusken des Verbringbereichs die Konzentrationen an Blei zumindest zeitweise signifikant höher als in den Referenzgebieten. Da bei der Pfeffermuschel die Werte im Bereich des Hintergrunds lagen, werden sie nicht als verbringungsbedingt bewertet (siehe Kapitel 3.3.3).

Die UQN_{Biota} von 10 ng/g HCB bezogen auf das Frischgewicht wird in keinem der untersuchten Organismen überschritten. Die Werte lagen um einen Faktor von 10 in der Wellhornschnecke bzw. 100 in der Pfeffermuschel unter der UQN_{Biota}. Im Muskelgewebe der Fische konnte HCB nicht (Scholle) bzw. nur vereinzelt (Kliesche) nachgewiesen werden (BG ca. 0,1 ng/g FG). Daher ist bislang nicht davon auszugehen, dass die Baggergutverbringungen dazu führen, dass die UQN_{Biota} für das HCB im Verbringbereich nicht mehr eingehalten werden kann.

Tabelle 4-16: Überschreitungen von Umweltbewertungskriterien in Biota im Monitoringgebiet an der Tonne E3

Organismus	Gewebe	Probenart	Kriterium	Parameter	Überschreitungen (Jahr; Gebiet)
Pfeffermuschel	Weichkörper	Poolprobe	EAC	Pyren	2018 - 2020: alle Gebiete
			LHG	Pb	2018 - 2020: U, 1,5 km und 2-km; 2018 & 2020: 6 km; 2020: R1
			UQN_{Biota}	Hg	2018 - 2020: alle Gebiete
Wellhornschnecke	Weichkörper	Einzelorganismus	EAC	PCB 118	2018 - 2020: alle Gebiete
			EAC	PCB 138	2018 - 2020: alle Gebiete
			UQN_{Biota}	Hg	2018 - 2020: alle Gebiete
Kliesche	Leber	Poolprobe	EAC	PCB 118	2018 - 2020: alle Gebiete
	Muskel	Einzelorganismus	UQN_{Biota}	Hg	2018 - 2020: alle Gebiete
Scholle	Leber	Poolprobe	EAC	PCB 118	2018 - 2020: U, R1, 2018 & 2019: 3-km, R2
	Muskel	Einzelorganismus	UQN_{Biota}	Hg	2018 - 2020: alle Gebiete

EAC = Environmental Assessment Criteria; LHG = Lebensmittelhöchstgehalte; UQN_{Biota} = Umweltqualitätsnorm in Biota; Angegeben sind jeweils der untersuchte Organismus, das analysierte Gewebe sowie die untersuchte Probenart. Außerdem sind der Analyt, für den Überschreitungen festgestellt wurden sowie der Zeitraum und die Gebiete, in denen Überschreitungen nachgewiesen wurden, aufgelistet.

4.4 Fauna

4.4.1 Makrozoobenthos

Die im Bereich der Tonne E3 vorkommende Makrozoobenthosfauna wird allgemein als *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft bezeichnet (Salzwedel et al. 1985). Schon vor Nutzungsbeginn des Klappfelds Süd (KS), gab es Hinweise, dass die Makrozoobenthosfauna dieses Feldes– vermutlich durch die räumliche Nähe zum bis dahin langjährig genutzten Klappfeld Ost (KO) - nicht gänzlich ungestört war. Die Diversität war die zweitniedrigste nach dem Feld KO. Das Gebiet KO, das seit 2016 nicht mehr beaufschlagt wurde, zeigt einen Anstieg der Artenzahl als Folge der Erholung der Makrozoobenthosfauna. Dennoch wiesen das Gebiet KO und der 1-km-Kreis niedrigere Diversitätswerte auf als die Gebiete 1,5-km-Kreis, Außengebiet (AU) und Referenzgebiet (R).

Mit Beginn der Verbringung auf KS (ab Herbst 2016) kam es zu einer Reduzierung der Gesamtartenzahl und der mittleren Artenzahl. Im April 2021 unterschied sich das KS hinsichtlich der Artenzahl signifikant von allen übrigen beprobten Gebieten. Die Veränderungen im Gebiet KS können als Hinweis auf verklappungsbedingte Auswirkungen eingestuft werden. Für die Gebiete 1 km-Kreis und KO (die im Vergleich zu KS deutlich höhere Artenzahlen aufwiesen) waren diese Ergebnisse uneindeutig, könnten aber teilweise durch die Sedimentverbringungen verursacht worden sein.

Die zeitliche Entwicklung des Artenspektrums zeigt, dass nicht nur umlagerungssensitive Arten seltener geworden sind, sondern es kamen auch andere Arten für die die Sedimentumlagerung attraktivere Lebensbedingungen geschaffen hat hinzu. Dies gilt z. B. für *Fabulina fabula* die erst nach Beginn der Baggergutverbringungen im Teilgebiet KS auftritt.

Die mittlere Abundanz auf dem KS war 2021 mit Werten von 1.223 Ind./m² höher als im Vorjahr (851 Ind./m²), aber weiterhin die niedrigste aller Teilgebiete. Sie war statistisch signifikant niedriger im Vergleich zum 1,5-km-Kreis, zum AU und zum R.

Während es für den Parameter Gesamtbiomasse der Makrozoobenthosfauna in den Verbringungsgebieten KS und KO sowie auch für den 1-km-Kreis im Mai 2019 keinen Hinweis auf Verbringungseffekte gab, konnten diese im März 2020 sowie möglicherweise auch im April 2021 für das Teilgebiet KS und KO nicht ausgeschlossen werden. Die Gesamtbiomasse der Makrozoobenthosfauna war 2021 auf der KS signifikant unterschiedlich im Vergleich zu den anderen Teilgebieten. Zu den biomassereichsten Arten in den Gebieten KS und KO gehörte der irreguläre Herzseeigel *Echinocardium cordatum*, der nur in den Teilgebieten KS, KO und 1-km-Kreis eine hohe Biomassedominanz erreichte. Diese Art bevorzugt vor allem sandige Habitate und wird durch die verbringungsbedingten Veränderungen der Sedimentzusammensetzung bevorzugt. Das erhöhte Vorkommen von *E. cordatum* kann somit als ein Hinweis auf verbringungsbedingte Effekte v.a. in den Teilbereichen KS und KO gewertet werden.

Die Diversität im Teilgebiet KS war im April 2021 signifikant niedriger als in den übrigen Teilgebieten. Dies kann als Hinweis auf umlagerungsbedingte Veränderungen der Makrozoobenthosfauna interpretiert werden. Das Teilgebiet 1-km-Kreis wies ebenfalls signifikant niedrigere Werte auf als die Teilgebiete 1,5-km-Kreis, AU und R. Ein verbringungsbedingter Effekt ist nicht auszuschließen, aber zukünftige Monitoringergebnisse könnten hierüber genauere Aussagen möglich machen.

Die Zusammensetzung der Makrozoobenthosfauna der einzelnen Teilgebiete zeigt, dass es in den Teilgebieten KS, KO und im 1-km-Kreis Stationen zu einer Veränderung der Faunenzusammensetzung gekommen ist. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Baggergutverbringung zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung in den Teilgebieten KS und KO, sowie auf einigen Stationen des 1-km , die nahe an der Station KS liegen, geführt hat. Die Gemeinschaft im nicht mehr genutzten Gebiet KO zeigt Ansätze einer Erholung.

Als auf der Roten-Liste vermerkte Arten (Tabelle 4-17) kommen im Bereich der Klappstelle KS *Buccinum undatum* (Wellhornschnecke, RL Kategorie 2), *Leuckartiara octona* (RL Kategorie G) und *Scalibregma inflatum* (RL Kategorie R) vor. Besonders oder streng geschützte MZB-Arten kommen dort nicht vor.

Tabelle 4-17: Rote Liste-Arten des Makrozoobenthos im April 2021, dargestellt für die sechs Teilgebiete. Die Kategorien richten sich nach RACHOR et al. (2013). Zahlenangaben (außer bei koloniebildenden Arten) beim van-Veen-Greifer beziehen sich auf Ind./m². G = potenziell Gefährdung (unklar), R = geographische Restriktion, 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet. Aus Bioconsult (2022)

Taxa	KS-4.21	KO-04.21	1-km-04.21	1,5-km-04.21	AU-04.21	R-04.21	RL-Kategorie
Abra nitida		76,7	27,4	35,5	41,8	64,5	G
Acanthocardia echinata					10		G
Alcyonidium parasiticum					10		G
Arctica islandica					10		3
Astropecten irregularis					10		G
Atherospio guillei				10	10		R
Buccinum undatum	10					10	10
Enipo kinbergi						10	R
Leuckartiara octona	10	10		10	10	10	R
Lysilla loveni				10		10	R
Sabellaria spinulosa			10		15		2
Scalibregma inflatum	140	142,9	464	197,3	23,3		G
Sertularia cupressina					10	10	G
Thracia convexa						10	R
Turritellinella tricarinata					10	20	G
Upogebia stellata					10		2
Gesamt	3	3	4	5	12	7	16

Sechs Arten waren im Rahmen der Untersuchungen häufig zu finden (> 100 Ind./m², Teilgebiets übergreifend). Hierzu gehörten der Schlangenstern *Amphiura filiformis*, die Linsenmuschel *Kurtiella bidentata*, der Polychät *Notomastus latericeus*, der Hufeisenwurm *Phoronis* sp., die kleine Pfeffermuschel *Abra alba* und der helle Schlangenstern *Ophiura albida*.

Der Schlangenstern (*Amphiura filiformis*) ist in der gesamten Deutschen Bucht verbreitet. Im Untersuchungsgebiet E3 war die Art in 90 % aller Greifer präsent und war im April 2021 mit durchschnittlich ca. 360 Ind./m² die insgesamt häufigste Art. Die räumliche Detailbetrachtung zeigt dabei deutliche Unterschiede zwischen den hier differenzierten Gebieten. Mit lediglich 11 Ind./m² trat die Art im derzeit genutzten Klappfeld KS nur in sehr geringer Anzahl auf. Die mit Abstand höchste Besiedlungsdichte (854 Ind./m²) entfällt auf das Referenzgebiet.

Kurtiella bidentata gehörte im April 2021 ebenfalls zu den häufigeren Arten im Untersuchungsbiet und besonders innerhalb des Teilgebietes KS. Mit einer Stetigkeit von 95 % wurde sie nahezu an jedem Standort erfasst. Allgemein ist diese Art in den Klappfeld entfernteren Teilgebieten (1,5 km, AU und R) häufiger anzutreffen. Sie kommt aber im Gebiet KO ebenfalls mit höheren Anzahlen (312 Ind./m²) vor.

Notomastus latericeus war im Untersuchungsgebiet in allen Greifern vertreten, wobei das Klappfeld KS mit 194 Ind./m² vergleichsweise deutlich geringer besiedelt war als alle übrigen Teilgebiete.

Mit einer durchschnittlichen Besiedlungsdichte von ca. 290 Ind./m² gehört auch der Röhren bewohnende Hufeisenwurm zu den im Untersuchungsgebiet häufigsten Taxa. Während im Klappfeld KS im April 2021 keine Individuen der Gattung Phoronis nachgewiesen wurden, war das Referenzgebiet mit 546 Ind./m² wesentlich umfangreicher durch *Phoronis* besiedelt. Im Bereich KO betrug die mittlere Abundanz 151 Ind./m². Der fehlende Nachweis von *Phoronis* sp. im Gebiet KS unterstützt die Hypothese, dass die Art Überdeckungen mit Sediment nicht toleriert.

Die Kleine Pfeffermuschel *Abra alba* ist eine charakteristische Art der *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft. Sie lebt bevorzugt in schlammigen und sandig-schlammigen Sedimenten. Die niedrigste Individuendichte von 48 Ind/m² wurde für die Klappstelle KS verzeichnet. Im Referenzgebiet R lag die mittlere Abundanz mit 268 Ind./m² am höchsten.

Der helle Schlangenstern (*Ophiura albida*) ist u.a. in der Nordsee weit verbreitet und oftmals häufig. Seine Nahrung besteht aus benthischen Wirbellosen oder auch aus Aas und Detritus. Die Art gehörte im April 2021 mit einer hohen Stetigkeit (91 %) und hohen Abundanz zu den häufigeren Arten des Untersuchungsgebiets E3. Die geringste Anzahl an Schlangensternen wurde im Gebiet KS (40 Ind./m²) erfasst. Die Dichte der Art nahm über KO bis R kontinuierlich zu.

4.4.2 Fische

Im Verlauf der von 2005 bis 2021 durch BioConsult durchgeführten Befischungskampagnen konnten insgesamt 44 Fischarten im Untersuchungsgebiet einschließlich Referenzgebiet nachgewiesen werden. Fangmethodisch bedingt (über Grund geschleppte Baumkurren) wurde das Fischartenspektrum durch bodennah lebende Fischarten dominiert. Zehn der erfassten Arten zählen zu den Plattfischen, wobei es sich um die Arten Kliesche, Scholle, Steinbutt, Glattbutt, Doggerscharbe, Seezunge, Limande, Lammzunge, Zwergzunge und Flunder handelt. Mit dem Kleinen Sandaal und dem Zwergdorsch wurden auch zwei benthopelagische Arten erfasst. Benthopelagische Arten zeichnen sich durch einen regelmäßigen Wechsel ihres Aufenthaltsortes zwischen Boden und freier Wassersäule aus. Fischarten

des Pelagials, d. h. in der Wassersäule lebende Arten wie Finte, Hornhecht, Hering, Sprotte und Stöcker wurden erwartungsgemäß in nur geringer Zahl gefangen.

Auffällige räumliche Verteilungsmuster der Arten waren im Untersuchungszeitraum 2005 bis 2021 nicht auszumachen. Bisher deuten nur detaillierte Datenanalysen auf Umlagerungseffekte auf den Fischbestand der unmittelbaren Verbringstellen KO bzw. seit September 2016 KS hin. Kennzeichnend für die Verbringstelle KS waren bisher beispielsweise eine etwas geringere mittlere Artenzahl je Fischereihol und eine etwas geringere Diversität als an Vergleichsprobestellen im näheren und weiteren Umkreis sowie einer Referenz. Diese Unterschiede waren ausgeprägter als diejenigen zwischen Verbringstelle KO und Vergleichsprobestellen, was als Folge der im Vergleich zu KO sehr viel höheren Verbringmengen und/oder längeren Verbringzeiträume an KS interpretiert werden könnte (BioConsult 2022).

Einige der bisher nachgewiesenen Arten sind gemäß aktuelle Roter Liste für Meeresfische (Thiel et al. 2013) einer von mehreren Gefährdungskategorien zugeordnet (Einzelheiten in BioConsult 2022). Mit Flussneunauge und Europäischem Stör wurden zwei nach Bundesnaturschutzgesetz besonders geschützte Arten nachgewiesen. Der Europäische Stör ist darüber hinaus in Anhang IV der FFH-Richtlinie gelistet und daher nach Bundesnaturschutzgesetz zusätzlich streng geschützt. Beide Arten wurden mit je einem Exemplar im nahen Umfeld der Klappstelle erfasst. Bei dem gefangenen Stör handelte es sich sehr wahrscheinlich um ein Exemplar aus einem Wiederansiedlungsprojekt des Bundesamtes für Naturschutz (Tautenhahn & Gessner 2014). Nicht nachgewiesen, aber potenziell in Einzelexemplaren im Gebiet zu erwarten sind auch die besonders geschützten Arten Nordseeschnäpel (zudem streng geschützt und FFH-Anhang IV), Meerneunauge und Aal.

Von den in Kapitel 6.1 (Natura 2000) für die betrachteten FFH-Gebiete genannten und dort hinsichtlich möglicher Auswirkungen betrachteten Fisch- und Neunaugenarten (Finte, Flussneunauge, Meerneunauge, Rapfen, Nordseeschnäpel, Lachs, Schlammpeitzger und Steinbeißer) wurden neben dem bereits erwähnten Flussneunauge auch einzelne Finten im Gebiet um Tonne E3 nachgewiesen. Potenziell können dort auch einzelne Nordseeschnäpel und Meerneunaugen (s. o.) sowie Lachse erwartet werden. All diese im Gebiet nachgewiesenen oder potenziell zu erwartenden besonders geschützten und/oder nach FFH-Richtlinie im Gebiet relevanten Arten nutzen den Verbringbereich und dessen Umgebung in sehr geringem Umfang als Wanderkorridor und Nahrungsgebiet. Die Süßwasserarten Rapfen, Schlammpeitzger und Steinbeißer sind in ihrer Verbreitung auf limnische Abschnitte der Tideelbe und ihrer Zuflüsse beschränkt.

4.4.3 Avifauna

Die etwa 14 km nördlich der Verbringstelle gelegene Insel Helgoland mit der Nebeninsel Düne stellt ein herausragendes Brut-, Rast-, Nahrungs- und Überwinterungsgebiet für eine große Vielzahl von Vögeln dar (Dierschke et al. 2011). Im Umfeld von Helgoland (Umkreis von ca. 35 - 50 km) wurden im Sommer 2018 und im Sommer 2019 bei Zählungen aus dem Flugzeug die in Tabelle 4-18 genannten Seevogelarten erfasst (Borkenhagen et al. 2018, 2020):

Tabelle 4-18: Teil 1: Im Umfeld von Helgoland vorkommende Seevögel im Sommer 2018 und 2019 nach Borkenhagen et al. (2018, 2020) mit Angaben zu Dichte, Tauchtiefe, Hauptnahrung, jahreszeitlichem Vorkommen sowie der Empfindlichkeit gegenüber Störungen durch den Schiffsverkehr (DVI). Quellen: [1] Mendel et al. (2008), [2] Bauer et al. (2012), [3] Guse et al. (2018), [4] Fliessbach et al. (2019), [5] BfN 2023, [6] Borkenhagen et al. 2018, [7] Borkenhagen et al. 2020.

Familie/Art	Ind./km² [6]/[7]	Tauchtiefe	Hauptnahrung	Jahreszeitliches Vorkommen im Bereich Helgoland/Tonne E3	DVI [4]
Tölpel					
Basstölpel	0,092/ 0,169	max. 22 m [1]	Fische [1]	ganzjährig [3]; v.a. Sommer [5]	15,6
Entenverwandte					
Eiderente	0,055/ 0	max. 20 m [2]	Mollusken, Crustaceen [1]	ganzjährig, v.a. Frühjahr [1][3]; im Winter v.a. küstennah [5]	46,7
Trauerente	0,48/ 0	max. 30 m [1]	Muscheln [1]	ganzjährig [1][3], nicht im Herbst [5]	43,3
Möwen					
Zwergmöwe	0,061/ 0,069	oberflächennah [1]	Insekten, Copepoden, Kleinfische [1]	ganzjährig; v.a. Frühjahr [3]; im Herbst stellenweise höhere Dichten [5]	12,0
Lachmöwe	0,098/ 0,270	oberflächennah [1]	Insekten, Wirbellose, Fische [1]	ganzjährig [3]	5,3
Sturmmöwe	0,004	oberflächennah [1]	Insekten, Wirbellose, Fische [1]	ganzjährig [3]; v.a. Herbst (stellenweise höhere Dichten) und Winter [5]	5,4
Heringsmöwe	1,605/ 0,921	oberflächennah [1]	Wirbellose, Fische [1]	ganzjährig; v.a. Frühjahr bis Herbst [3]; im Herbst höhere Dichten [5]	6,7
Silbermöwe	0,096/ 0,083	oberflächennah [1]	Wirbellose, Fische [1]	ganzjährig [3]; im Herbst stellenweise höhere Dichten [5]	6,2
Dreizehenmöwe	0,142/ 0,474	oberflächennah [1]	Fische [1]	ganzjährig [3]; im Herbst stellenweise höhere Dichten [5]	9,3
Kormorane					
Kormoran	0/ 0,002	max. > 30 m [1]	Fische [1]	ganzjährig [3]	24,4
Sturmvögel					
Eissturmvogel	0/ 0,006	max. 2,6 m [1]	Fische [1]	Frühjahr bis Herbst [3][5]	8,0

Tabelle 4-18: Teil 2 (Fortsetzung):

Familie/Art	Ind./km² [6]/[7]	Tauchtiefe	Hauptnahrung	Jahreszeitliches Vorkommen im Bereich Helgoland/Tonne E3	DVI [4]
Alke					
Trottellumme	0,5/ 0,717	max. > 50 m [1]	Fische [1]	ganzjährig [3]; im Herbst höhere Dichten [5]	19,5
Tordalk	---/ ---	max. 43 m [1]	Fische [1]	ganzjährig; v.a. Frühjahr u. Winter [3]	51,3
Trottell./Tordalk	0,006/ 0				
Seeschwalben					
Brandseeschwalbe	0,177/ 0,216	max. 2 m [1]	Kleinfische [1]	Frühjahr bis Herbst [3]; im Herbst stellenweise höhere Dichten [5]	6,7
Flussseeschwalbe	0,022/ 0,024	max. 0,5 m [1]	Kleinfische, Wirbellose [1]	Frühjahr bis Herbst [3]; im Herbst höhere Dichten [5]	3,9
Küstenseeschwalbe	0,006/ 0,006	max. 0,5 m [1]	Kleinfische, Wirbellose [1]	Frühjahr bis Herbst [3]; im Herbst höhere Dichten [5]	3,3
Fluss-/Küstensees.	0,037/ 0,139				

Außerdem wurden bei Zählungen in den Jahren 2000 - 2015 im Umfeld von Helgoland und der Verbringstelle Tonne E3 noch die in Tabelle 4-19 genannten Arten erfasst (Guse et al. 2018):

Tabelle 4-19*:* Im Umfeld von Helgoland und der Tonne E3 in den Jahren 2000 - 2015 erfasste Arten nach Guse et al. (2018) mit Angaben zu Dichte, Tauchtiefe, Hauptnahrung, jahreszeitlichem Vorkommen sowie der Empfindlichkeit gegenüber Störungen durch den Schiffsverkehr (DVI). Quellen: [1] Mendel et al. (2008), [2] Bauer et al. (2012), [3] Guse et al. (2018), [4] Fliessbach et al. (2019), [5] BfN 2023.

Familie/Art	Ind./km²	Tauchtiefe	Hauptnahrung	Jahreszeitliches Vorkommen im Bereich Helgoland/Tonne E3	DVI [4]
Möwen					
Mantelmöwe	> 0 – 1	oberflächennah [1]	Insekten, Wirbellose, Fisch [1]	ganzjährig [3][5]; selten [5]	11,0
Seetaucher					
Prachttaucher	> 0 – 1	max. 46 m [2]	Fische [1]	Frühjahr und Winter [3][5]	70,0
Sterntaucher	> 0 – 2,5	max. 9 m [1]	Fische [1]	Frühjahr und Winter; Herbst selten [3][5]	77,8

Alle genannten Vogelarten sind nach BNatSchG besonders geschützt, keine unterliegt strengem Schutz. Die Zwergmöwe, die drei Seeschwalbenarten sowie die zwei Seetaucherarten sind in der Vogelschutzrichtlinie in Anhang I gelistet.

Die meisten im weiteren Umfeld der Verbringstelle Tonne E3 vorkommenden See- und Wasservögel kommen in diesem Gebiet ganzjährig vor. Ausnahme sind hier die Seeschwalben, die im Winter in ihre südlichen Überwinterungsgebiete ziehen und die Seetaucher, die sich im Sommer in ihren Brutgebieten aufhalten (Mendel et al. 2008). Zwergmöwe, Sturmmöwe, Heringsmöwe, Silbermöwe, Dreizehenmöwe, Trottellumme und die Seeschwalben haben v.a. im Herbst stellenweise höhere Dichten als in den übrigen Jahreszeiten (> 5 Sichtungen/km² aggregiert auf die drei Jahre 2016-2018) (BfN 2023). Die im Gebiet vorkommenden See- und Wasservögel erbeuten ihre Nahrung tauchend. Während Möwen, Seetaucher, Sturmvögel und Seeschwalben ihre Nahrung eher oberflächennah (~ 0 - 2 m) fangen, können Tölpel, Enten, Alke, Kormorane und Seetaucher, je nach Art, in Tiefenbereiche > 20 - 50 m vordringen. Für den überwiegenden Teil der genannten See- und Wasservögel stellt Fisch die Hauptnahrungsquelle dar, mit Ausnahme der Enten, welche sich vorwiegend von Mollusken ernähren. Zahlreiche Möwenarten, wie zum Beispiel Dreizehenmöwen, Heringsmöwen, Sturmmöwen, Mantelmöwen und Heringsmöwen folgen häufig Fischereifahrzeugen und ernähren sich zu einem nicht unerheblichen Teil von dem Rückwurf (Borkenhagen et al. 2018, Mendel et al. 2008). Einige Möwenarten, wie beispielsweise Dreizehenmöwen und Lachmöwen ernähren sich zum Teil kleptoparasitisch, d.h. sie jagen Artgenossen oder anderen Arten ihre Beute ab (Mendel et al. 2008). Die genannten Arten zeigen deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Schiffsverkehr. Während Möwen, Seeschwalben und der Eissturmvogel relativ geringe Empfindlichkeiten haben (DVI 3,3 – 12,0), zeigen Tölpel, Enten, Alke, der Kormoran und v.a. die Seetaucherarten deutlich höhere Empfindlichkeiten gegenüber dem Schiffsverkehr (DVI 15,6 – 77,8).

4.4.4 Meeressäuger

Als Vertreter der Meeressäuger leben im Wattenmeer ständig die beiden zu den Hundsrobben (Phocidae**)** zählenden Arten Seehund (*Phoca vitulina*) und Kegelrobbe (*Halichoerus grypus***)** sowie der zu den Walen (Cetacea) gehörende Schweinswal (*Phocoena phocoena*). Vereinzelt werden im Wattenmeer auch die drei Hundsrobbenarten Ringelrobbe (*Phoca hispida*), Sattelrobbe (*Phoca groenlandica*) und Klappmütze (*Cystophora cristata*) gesichtet. Bei diesen Arten handelt es sich jedoch

um Irrgäste, deren eigentliches Vorkommen im nördlichen Eismeer liegt (Schwarz & Heidemann, 1994). Der Schweinswal ist eine FFH-Richtlinie Anh. IV-Art und nach BNatschG streng geschützt, die Kegelrobbe ist nach BNatschG besonders geschützt.
Seehunde und Kegelrobben nutzen Fels-, Sand-, Strand- oder Wattflächen als Ruhe-, Liege- und Wurfplätze, welche im näheren Umfeld der Verbringstelle E3 nicht vorhanden sind. Die nächstgelegenen derart genutzten Plätze befinden sich etwa 14 km nördlich der Verbringstelle E3 auf Helgoland, v. a. auf der Nebeninsel Düne (Oststrand Aade). Helgoland stellt für Kegelrobben ein wichtiges Ruhe- und Wurfgebiet dar (Abt & Engler, 2009). Dort wurden auf den Liegeplätzen während der Zeit des Haarwechsels im Frühjahr 2021 1041 adulte Kegelrobben und während der Wurfzeit im Dezember/Januar 2020/2021 559 Jungtiere gezählt (Brasseur, et al., 2021). Kegelrobben sind dort das ganze Jahr über anwesend. Seehunde sind auf Helgoland v.a. im Frühjahr und Sommer anzutreffen (van Neer et al. 2015). Während der Zählungen zur Zeit des Fellwechsels (August) wurden im Jahr 2019 256 und 2020 136 Seehunde auf den Liegeplätzen auf Helgoland erfasst. Während der Zählungen zur Wurfzeit (Juni) wurden in den Jahren 2019 und 2020 auf Helgoland keine Jungtiere gesichtet (Galatius et al. 2020). Geburten von Seehunden finden stattdessen v.a. auf den Sandbänken und Wattflächen im Nationalpark Wattenmeer statt.

Die Gesamtzahl der Seehunde im Bereich Wattenmeer/Helgoland zeigt weiterhin einen leicht steigenden Trend und erreichte 2020 mit 28.352 Individuen die höchste seit 1975 gezählte Anzahl an Tieren (Galatius et al. 2020). Die Anzahl der im gesamten Bereich Wattenmeer/Helgoland gezählten Kegelrobben ist ebenso nach wie vor in einem steten Aufwärtstrend und erreichte 2021 den bisherigen Höchststand mit 9.069 Tieren (Brasseur et al. 2021). Unterschiede in den Zähldaten eines Jahres zwischen Dänemark, Niederlande, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Helgoland deuten darauf hin, dass Seehunde zum Teil zwischen verschiedenen Regionen wechseln (Galatius et al. 2020) und auch ein Austausch zwischen den Kegelrobbenkolonien stattfindet (Brasseur et al. 2021). Seehunde und Kegelrobben verbringen außerhalb der Wurfzeit etwa 30 % ihrer Zeit auf den Liegeplätzen, die übrige Zeit halten sie sich im Wasser auf. Während der Wurf- und Säugezeit hingegen verbringen die weiblichen Tiere deutlich mehr Zeit auf den Ruheplätzen.

Schweinswale sind in der Nordsee weit verbreitet und ihr Bestand wurde bei der letzten multinationalen fluggestützten Transsekt-Zählung im Rahmen des SCANS-III Projektes 2016 (**S**mall **C**etaceans in European **A**tlantic waters and the **N**orth **S**ea) auf 336.223 Individuen (Zählgebiete L-V, North Sea) geschätzt. Innerhalb dieser Zählgebiete erstreckt sich das Teilgebiet mit der Bezeichnung „M“ im Osten von der schleswig-holsteinischen Küste bis zur Grenze der AWZ im Westen. Die südliche Grenze ist die niedersächsische Nordseeküste und im Norden stellt der Thyborøn-Kanal (Dänemark) die Grenze des Teilgebietes dar (56.469 km²). Hier wurde die Abundanz der Schweinswale auf 15.655 Tiere (0,28 Ind./km²) geschätzt (Hammond, et al., 2017). Bezüglich der Entwicklung des Schweinswalbestandes in der AWZ hat eine Studie von Nachtsheim et al. (2021), in der Zähldaten verschiedener Untersuchungen von 2002 - 2019 ausgewertet wurden, gezeigt, dass die Individuenzahlen von 2002 - 2006 zunächst leicht anstiegen, gefolgt von einem jährlichen Rückgang von etwa 1,8 % pro Jahr bis zum Jahr 2019. Hierbei fand ein Rückgang v.a. in den nördlichen und ein Anstieg v.a. in den südlichen Gebieten der AWZ statt. Schweinswale haben im jahreszeitlichen Verlauf die höchsten Abundanzen in der Nordsee im Frühling/Sommer (Gilles et al. 2009) und auch im küstennahen Wattenmeer zeigten Daten aus einem passiv-akustischen Monitoring die höchsten Detektionsraten im Frühling (Baltzer et al 2018). Als wichtige Bereiche mit höheren Tierdichten und als Kalbungsgebiet gelten das Sylter Außenriff und Borkum Riffgrund (Gilles et al. 2011).

4.5 Vegetation

Im deutschen Wattenmeer kommen zwei Seegrasarten vor, das häufigere Zwerg-Seegras (*Zostera noltii*) und das seltenere Gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*) in seiner schmalblättrigen Wuchsform (*Zostera marina angustifolia*). Die beiden im Eulitoral des deutschen Wattenmeeres vorkommenden Arten 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 Biotoptyp „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“ gesetzlich geschützt (§ 30 BNatSchG). Die Lebensraumtypen „Flachwasserzonen und Seegraswiesen“ sind mit dem Code 1160 und „Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt (mit den Sonderstrukturen Seegrasbestände und Muschelbänke) mit dem Code 1140 weiterhin im Anhang I der FFH-Richtlinie gelistet (Richtlinie 92/43/EWG). Da sich mehr als ein Drittel des Arealanteils des deutschen Seegrasbestandes im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer befindet, hat Schleswig-Holstein für die beiden Arten eine besondere Verantwortung (Mierwald & Romahn 2006).

Das Vorkommen der Seegräser ist auf lagestabile Sedimente begrenzt, dabei werden sowohl schlickige als auch sandige Substrate bewachsen. Die Struktur der Besiedlung reicht von dichten Wiesen mit einer 100 %-Bodenbedeckung bis hin zu zerstreuter Ansiedlung von Einzelpflanzen (Kolbe 2006). Die Tiefenverbreitung der Seegräser ist stark von der Wassertrübung abhängig und endet dort, wo weniger als 10 - 15 % (20 %) der mittleren Oberflächenstrahlung eintritt. Das ist im Wattenmeer bei etwa durchschnittlich 2 - 3 m maximaler Wassertiefe der Fall (Giesen et al. 1990, Duarte 1991, Kenworthy & Haunert 1991, Reise et al. 1994, zitiert in Kolbe 2006, Erftemeijer & Lewis 2006, Dennison et al. 1993, zitiert in Ralph et al. 2007).

Die beiden Seegrasarten haben unterschiedliche Standortansprüche. *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 („wasting disease“) 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). Dass sich die sublitoralen *Z. marina* Bestände nach der Auszehrungsepidemie nicht wieder etablieren konnten, wird auf weitreichende Veränderungen der hydrographischen Muster zurückgeführt, wie z. B. eine erhöhte Gezeitenamplitude, erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten, Erosion und eine damit verbundene erhöhte Trübung (Giesen et al. 1990). Van den Hoek et al. (1979) hoben insbesondere die erhöhte Trübung als Hauptursache hervor, da sie der Meinung waren, dass die anderen Faktoren die Erholung der sublitoralen Seegraswiesen nicht hätten verhindern können (zitiert in Giesen et al. 1990). Die Art siedelt somit heute im mittleren bis unteren Bereich der Gezeitenzone und beschränkt sich dabei auf flache Vertiefungen, wo sie durch Restwasser während der Niedrigwasserperiode vor Austrocknung geschützt ist. Vereinzelt kommt hier auch *Zostera noltii* vor, die sich im Nordseewatt auf das mittlere bis obere Eulitoral (zwischen MThw und Nipptide-Hochwasserlinie (nTHW)) beschränkt und somit in höher gelegenen Bereichen an die Verbreitung von *Z. marina* anschließt. In dieser Höhenzone erstrecken sich die Bestände von *Z. noltii* entlang der Festlandküsten sowie den Wattenküsten der Inseln. Auch auf küstenfernen Sanden können sich in entsprechender Höhe Zwerg-Seegraswiesen ansiedeln. Einzelne Pflanzen sind zudem auf kleinen Erhöhungen der Wattflächen (Bulten) zu finden. Die Überflutungsdauer in den Gebieten liegt bei ca. 5 - 8 Stunden, das heißt 40 - 50% des Tages liegen die Flächen trocken. Der Faktor Licht spielt hier zumindest auf den höher gelegenen Flächen kaum eine begrenzende Rolle (Kastler & Michaelis 1997; Kolbe 2006).

Zostera marina kann erniedrigte Salzgehalte bis 6 ‰ ertragen, für *Z. noltii* darf der Salzgehalt nicht unter 10 ‰ liegen. *Zostera*-Arten sind zwei- oder mehrjährig. Die Entwicklung der Blütenpflanzen beginnt im Mai. Während die Bewuchsdichte im Juni noch gering ist, erreicht sie im Juli/ August ihr jahreszeitliches Maximum, danach setzt saisonaler Blattfall ein. Da die Wassertemperatur einen erheblichen Einfluss auf die biochemischen Prozesse der Photosynthese und die Atmung hat, beeinflusst sie das saisonale Seegraswachstum (Lee et al. 2007, Eriander 2017). Während des Winters überdauern die Rhizome der Seegräser im Wattboden. Die Bestände verdichten sich durch fortwährende Verzweigung im Rhizomsystem. Außer in ungeeigneten Habitaten, z. B. mit mobilen Sedimenten, übertrifft die vegetative Vermehrung der Pflanzen (Rhizombildung) die geschlechtliche Fortpflanzung über Samen (Kolbe 2006; Dolch et al. 2019).

Neben Seegräsern besiedeln Makroalgen (Grün-, Braun- und Rotalgen) die lichtdurchflutete (euphotische) Zone der Küsten und Übergangsgewässer, wobei sie überwiegend natürliche oder künstliche Hartsubstrate, auch biogene Strukturen wie z. B. Miesmuschel-Bänke, zur Anheftung benötigen (Kolbe 2006). Auf lagestabilen, hochgelegenen Watten findet sich eine Abfolge von verschiedenen Grünalgengemeinschaften mit Dominanz der Arten der Gattung *Enteromorpha* (bspw. Meersalat, *Ulva*). Grünalgen gelten als Eutrophierungszeiger, vermehren sich bei steigenden Nährstoffkonzentrationen und gelten somit gleichfalls als wichtige Indikatoren für die Umweltqualität im Wattenmeer (Dolch et al. 2019, Dolch et al. 2020). Dabei wird die Umweltqualität umso besser eingeschätzt, je weniger Grünalgen und je mehr Seegras vorhanden sind, da somit auf ein geringes Eutrophierungslevel geschlossen werden kann. Eine massive Ausbreitung von Grünalgenmatten konnte seit den 1970er Jahren beobachtet werden, was v. a. auf die Einführung phosphathaltiger Waschmittel zurückgeführt werden konnte (Giesen et al. 1990). Der bisherige Höhepunkt dieser Entwicklung lag zu Beginn der 1990er Jahre. Seither werden Grünalgen als Teilkomponente der WRRL-Qualitätskomponente Makrophyten in Niedersachsen und Schleswig-Holstein regelmäßig in ihrer Flächenausdehnung erfasst (Dolch et al 2020; NLWKN 2021). Dabei wird das jährliche Maximum der Grünalgenbestände anhand der von ihnen bewachsenen Fläche auf den Watten untersucht. Für Niedersachsen zeigt ein Vergleich der Grünalgendaten seit 1990 bis 2020, dass in manchen Jahren eine beachtliche Flächenausdehnung und Bewuchsdichte > 50 % ermittelt werden konnte. In der Betrachtung der letzten 10 Jahre stechen diesbezüglich insbesondere die Jahre 2014 - 2017 mit einer vergleichsweise hohen Flächenausdehnung der Grünalgenbestände, bei gleichzeitig hoher Bedeckung und Bewuchsdichte hervor. Im Gesamtvergleich hat dennoch die jährliche Maximalausdehnung der sommerlichen Grünalgenbestände seit 1990 deutlich abgenommen, was auf eine stetige Verbesserung der Gewässerqualität hindeutet (Abbildung 4-30).

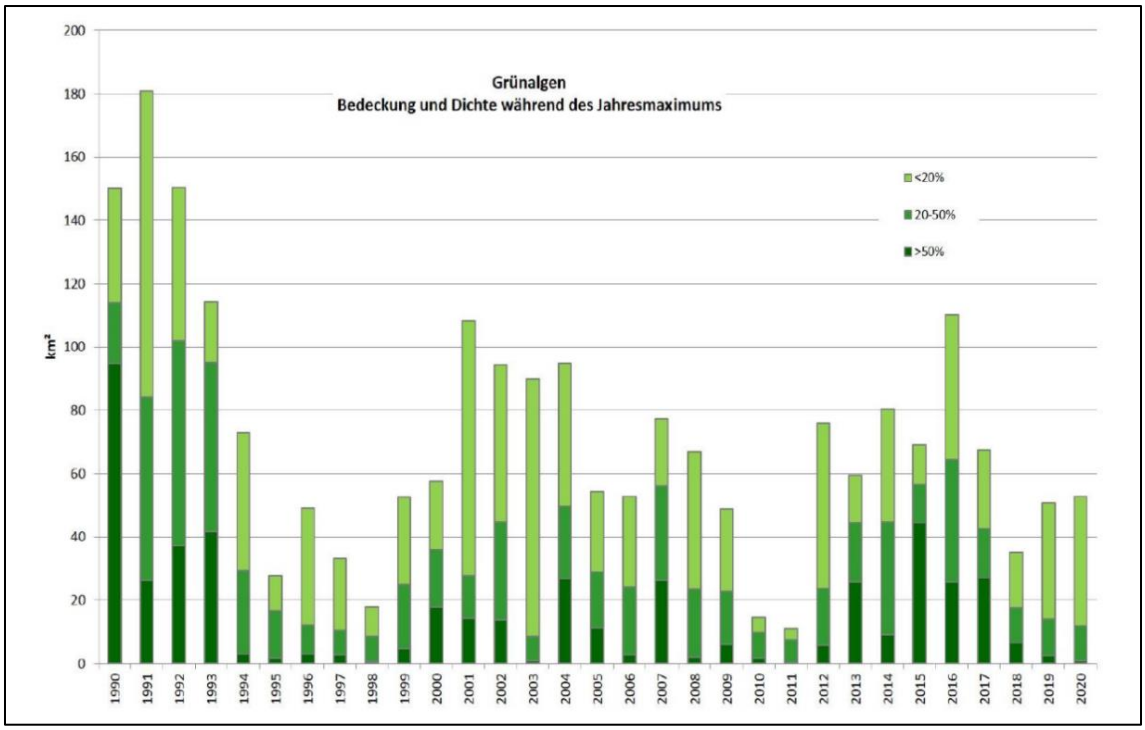


Abbildung 4-30: Jahresmaxima der summierten Ausdehnung von Grünalgenbeständen (km²) an der niedersächsischen Küste 1990 - 2020 (einschließlich HH Wattenmeer; Quelle: NLWKN 2021)

In Schleswig-Holstein bedeckten die Grünalgen zu Beginn der 1990er Jahre bis zu 20 % der Wattflächen. In den folgenden Jahren gingen die Vorkommen jedoch deutlich zurück und die jährlichen Maximalbedeckungen der Wattflächen mit Grünalgen lagen seit 1995 durchschnittlich bei 2,1 % mit jährlich variierenden Werten von 343 ha bis 8948 ha, wobei die Bedeckung um bzw. meist unter 4 % blieb. Kompakte großflächige Algenmatten sind in den letzten Jahren selten geworden. Die Grünalgenbedeckung befindet sich bis heute auf einem niedrigen Level (Dolch et al. 2019).

In der marinen Verlandungszone im obersten Bereich des Eulitorals sind die Pionierpflanzen Queller (*Salicornia spec*.) und Schlickgras (*Spartina anglica*) kennzeichnend. Die beiden nach Drachenfels (2021) voneinander unterscheidbaren Biotoptypen „Quellerwatt“ und „Schlickgraswatt“ gehören zu den gleichnamigen FFH-Lebensraumtypen 1310 bzw. 1320. Im Brackwasserwatt kommen als Pionierpflanzen Gewöhnliche Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*), Salz-Teichsimse (*Schoenoplectus tabernaemontani*), Dreikant-Teichsimse (*Schoenoplectus triquiter*), neben lückigen Beständen von *Salicornia* oder *Spartina* kleinwüchsige Sumpfpflanzen (z. B. Schuppenmieren *Spergularia spec*.) und Arten der Flutrasen (z. B. Laugenblume *Cotula*) vor (Drachenfels 2005, zitiert in Kolbe 2006). Im Bereich des Supralitorals (oberhalb der Hochwasserlinie) bilden sich entlang der Wattenküste die Salzmarschen aus, die entlang des Vertikalprofils (Salzgradient) in mehrere Sukzessionszonen bzw. Biotoptypen unterteilt werden können (Drachenfels 2005, zitiert in Kolbe 2006). Salzwiesen werden dem FFH-LRT 1330 „Atlantische Salzwiesen“ zugeordnet. Im Übergangsgewässer gehen die Salzmarschen flussaufwärts zurück und werden, sofern die Ufer nicht bereits in Höhe der Hochwasserlinie durch Bauwerke abgeschlossen sind, von Röhrichten und Hochstaudenfluren abgelöst. An der Strandküste ist das Supralitoral häufig frei von Vegetation. Die unverbauten Bereiche der Außenelbe und der Außendeichsflächen werden dem FFH-LRT „Ästuarien“ zugeordnet. Alle diesem LRT zugeordneten Biotoptypen sind mit Ausnahme des nicht salzbeeinflussten Intensivgrünlandes nach § 30 BNatSchG und § 24 (2) NAGBNatSchG gesetzlich geschützt.

Detailliertere Informationen zur Vegetation der marinen Verlandungszonen sind bspw. Kolbe 2006 zu entnehmen.

Im Folgenden beschränkt sich die Zustandsbeschreibung – wegen besonderer Relevanz für die Auswirkungsprognose – auf die sensiblen Seegrasvorkommen (und Makroalgen in direkter Umgebung von Helgoland). Zur besseren Einordbarkeit der in der Auswirkungsprognose getätigten Aussagen wird zunächst die Bestandssituation und -entwicklung der Seegrasvorkommen der letzten Jahr(e)zehnte beschrieben. Andere Vegetationseinheiten sind nicht von den Verbringungen auf der VS Tonne E3 betroffen.

Betrachtungsraum Deutsche Bucht und Situation allgemein

Im Vergleich des Niedersächsischen (inkl. Hamburgischen) und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres zeigen sich große Unterschiede sowohl in der Besiedlungsintensität als auch der Bestandsentwicklung der Seegrasbestände.

Im Zeitraum von 2008 - 2013 konnte für die **Niedersächsischen Watten** zunächst ein großer Zuwachs der Seegrasfläche (≥ 5 % Deckung) verzeichnet werden. Mit 37,6 km^2 Flächengröße der Seegrasbestände in 2013 hatte sich die Fläche im Vergleich zu 18,79 km^2 im Jahr 2008 verdoppelt. Es wies zudem kein Bestand einen deutlichen Flächenrückgang gegenüber 2008 auf. Die Seegrasbestände lagen sogar im Jahr 2013 über der vor 1960[4] kartierten Seegrasfläche von 35 km^2.

Dem sehr positiven Trend der seit 2008 beobachteten Flächenzunahme und dem Vorhandensein meist beider Seegrasarten stand jedoch in mehreren Wasserkörpern eine drastische Abnahme der Besiedlungsdichte gegenüber. So lagen die Werte für die Gesamtbedeckung der Seegraswiesen in vielen Gebieten des niedersächsischen Wattenmeeres unter denen früherer Erfassungen. Untersuchungen der Biomasse an ausgewählten Seegrasbeständen im Sommer 2013 ergaben zudem geringe Biomassewerte. Als mögliche Ursache für die geringen Biomassewerte und die geringeren Werte in Seegrasbesatz und -dichte wurde zunächst ein möglicher Zusammenhang mit dem langen Winter von November 2012 bis Februar 2013 geäußert (KÜFOG GmbH et al. 2014). Die Daten der aktuellsten Gesamtbestandserfassung (2019) der beiden Seegrasarten an der niedersächsischen Küste zeigen nun eine deutliche Verschlechterung der Gesamtsituation, die im jüngsten Gutachten als „alarmierend" bezeichnet wird (KÜFOG GmbH & Steuwer 2020). Die für das Jahr 2019 ermittelte Gesamtfläche der niedersächsischen Seegraswiesen betrug 8,6 km^2 und hat sich damit im Vergleich zur letzten Gesamt-bestandserfassung im Jahr 2013 (s. o.) um knapp 29 km^2 verkleinert. Zudem hatten die dicht besiedelten Seegrasflächen, die über 20 % Gesamtbedeckung aufwiesen, einen Rückgang von 5,18 km^2 gegenüber 2013 zu verzeichnen (2008: 7,141 km^2; 2013: 6,047 km^2; 2018: 0,867 km^2). Im Vergleich zu 2008 nahmen die dicht besiedelten Flächen sogar um 6,277 km^2 ab. Der drastische Rückgang setzte sich gleichfalls in den Beständen mit 5 %-Gesamtbedeckungslinie fort (2008: 18,778 km^2; 2013: 37,570 km^2; 2019: 8,5976 km^2). Auch die gebietsbezogene mittlere Gesamtbedeckung hat im Vergleich zum Jahr 2013 in den überwiegenden Gebieten abgenommen. Im gesamten niedersächsischen Wattenmeer sind die Seegrasbestände zurückgegangen. Besonders auffällig ist der Rückgang im Jadebusen, in dem im Jahr 2013 ein Schwerpunkt des Seegrasvorkommens mit einem Drittel des Gesamtvorkommens lag.

[4] *diesbezügl. Erläuterung: in der Historie der Seegrasentwicklung entlang der deutsch-holländischen Küste werden die folgenden Schwankungspeaks hervorgehoben: die frühen 1930er Jahre mit dem charakteristischen Einbruch der sublitoralen Seegrasbestände aufgrund des epidemischen Seegrassterbens und eine Mitte der 1930er Jahre zurückgebliebene spärliche Seegraspopulation in den Küstengebieten, die offenbar weniger anfällig gegenüber der Epidemie war; die Erholung der Seegraswiesen im Küstenbereich vom Ende der 1940er bis Mitte der 1960er Jahre und eine erneute Phase des raschen Rückgangs des verbliebenen Seegrases in den Küstengebieten ab etwa 1965 mit Zunahme der Eutrophierung und demzufolge von Phytoplankton und epiphytischen Algen. Dieser Rückgang betraf erstmals gleichfalls die Art Z. noltii. Nach einem Tiefstand des Gesamtbestandes der Seegräser des Eulitorals der niedersächsischen Küste in den Jahren 1993/1994 setzte danach eine Erholung ein (Giesen et al. 1990, Kastler & Michaelis 1997*))

Weiterhin auffällig ist der Rückgang vom Gewöhnlichen Seegras (*Z. marina*), das in vielen Gebieten vollständig fehlte bzw. nur noch mit wenigen Einzelvorkommen vorhanden war (Abbildung 4-31). Die Ergebnisse bestätigen einen rückläufigen Trend für die niedersächsischen Watten, der sich bereits 2013 durch die niedrigen Bedeckungsgrade ankündigte und sich in den Folgejahren an den jährlich untersuchten Daueruntersuchungsflächen zum Teil deutlich zeigte. Die Ursachen für die dokumentierte Entwicklung sind nicht unmittelbar ableitbar. Als potenziell bestandsreduzierende Wirkfaktoren werden allgemein Eutrophierung, eine Verschlechterung des Lichtklimas, unmittelbare Sedimentation auf vorhandene Seegrasbestände sowie Schadstoffbelastungen angenommen (KÜFOG GmbH & Steuwer 2020). Weiterhin werden in der Literatur Änderungen der Wassertemperaturen, der ansteigende Meeresspiegel und veränderte hydrologische Bedingungen, ansteigende Wellenhöhen und verstärkte Strömungen bei Extremwetterereignissen als beispielhafte Folgen des Klimawandels mit negativen Auswirkungen auf insbesondere die exponiert und weniger geschützt liegenden Seegraswiesen des offenen südwestlichen Wattenmeeres diskutiert (Dolch et al. 2018, KÜFOG GmbH & Steuwer 2020, llur.landsh.de 2020).

In der Gesamtbewertung der Seegrasbestände im Niedersächsischen Wattenmeer nach Wasserrahmenrichtlinie wurden ausschließlich „schlechte“ Zustandsklassen in allen Wasserkörpern ermittelt. Während sich der Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ seit 2008 in der schlechtesten Zustandsklasse befindet, wurde der Wasserkörper „Östliches Wattenmeer der Weser“ von einem „sehr guten“ Gesamtzustand im Jahr 2008, auf einen „mäßigen“ Gesamtzustand in 2013 und nun auf einen „schlechten“ Gesamtzustand in 2019 heruntergestuft. Weiterhin fand eine Herabstufung der beiden Wasserkörper „Polyhalines Wattenmeer der Ems“ und „Übergangsgewässer der Weser“ um eine Wertstufe, von jeweils „unbefriedigend“ (2013) nach „schlecht“ (2019) statt. Dabei führte sowohl der große Flächenverlust, das Fehlen einer bzw. beider Arten in je einem Wasserkörper als auch die Abnahme der Besiedlungsdichte zu der genannten Verschlechterung der Zustandsklassen der Seegrasflächen in 2019 (KÜFOG GmbH & Steuwer 2020).

Innerhalb des **Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres** liegt der Verbreitungsschwerpunkt mit 99 % des gesamten Seegrasbestandes im Nordfriesischen Wattenmeer, wo er sich bis heute positiv und stabil entwickelt. Weniger als 1 % der Seegraswiesen siedeln hingegen in den Dithmarscher Watten. Hier ist die Entwicklung der Seegrasvorkommen seit 1995 insgesamt durch einen wellenförmigen Verlauf (Zu- und Abnahme der Seegrasfläche auf unterschiedlichem Niveau) ohne eindeutige Tendenz gekennzeichnet. Im Zeitraum 2009 bis 2015 waren lediglich 0,1 - 0,4 % der Watten in Dithmarschen mit Seegras bedeckt, während es in den Nordfriesischen Watten 14 - 17,3 % waren. Von 2015 bis 2018 war eine konstante Abnahme der Bedeckung der Wattflächen Dithmarschens mit Seegras von 0,4 % auf 0,2 % zu beobachten, während sie in den Nordfriesischen Watten stabil auf hohem Niveau blieb (Dolch et al. 2019). Im jüngsten Gutachten wiesen die Wattflächen in Dithmarschen eine Seegrasbedeckung von 0,3 % auf, was wieder eine leichte Zunahme der Seegrasfläche bedeutet (Dolch et al. 2020). Die geringen Fluktuationen im Dithmarscher Wattenmeer werden bisher auf natürliche Populationsschwankungen zurückgeführt. Die ungleiche Verteilung im Seegrasvorkommen der beiden SH-Wattenmeerbereiche wird auf 2 Faktoren zurückgeführt: Seegras bevorzugt geschützte Lebensräume und kommt überwiegend entlang der Leeseite von Inseln und Hochsanden vor, die im Dithmarscher Wattenmeer kaum vorhanden sind. Weiterhin könnte der Einfluss von Nährstoffen aufgrund der Nähe des Dithmarscher Wattenmeeres zu den großen Ästuaren die Seegrasentwicklung hemmen (Dolch et al. 2016 a/b, Dolch et al. 2017). Letztere Aussage kann jedoch nicht durch die Ergebnisse der parallel zur Seegraserfassung durchgeführten Grünalgenerfassung gestützt werden. In der Betrachtung der langfristigen Algenentwicklung sind seit 2003 (ausgenommen 2006) und besonders seit 2012 nur noch verhältnismäßig geringe Algenvorkommen auf den Wattflächen in Schleswig-Holstein zu verzeichnen, was für eine insgesamt gute Gewässerqualität spricht (Dolch et al. 2019, Dolch et al. 2020).

In der Zusammenschau der niedersächsischen (inkl. hamburgischen) und schleswig-holsteinischen Seegrassituation lässt sich festhalten, dass Seegras im südwestlichen und zentralen Wattenmeer (NS, HH) bis zum Südstrand der Insel Eiderstedt (SH) auf eher niedrigem Niveau siedelt, die Seegraswiesen weit voneinander entfernt liegen und im Allgemeinen klein und eher spärlich besiedelt sind. Im nördlichen Wattenmeer sind die Seegraswiesen hingegen viel größer, deutlich dichter besiedelt und treten in höherer Anzahl auf. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Nordfriesischen Wattenmeer.

Betrachtungsraum Verbringstelle Tonne E3 und näheres Umfeld der Verbringstelle

Im Bereich der Verbringstelle bei Tonne E3 und im näheren Umfeld der Verbringstelle sind Vorkommen von Seegras aufgrund der großen Wassertiefen auszuschließen. Nach Angaben der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg, die seit den 90er Jahren eine Liste der Gefäßpflanzen von Helgoland führt, konnten die beiden Seegrasarten, nach einem historischen Fund (1995), für Helgoland seither nicht wieder bestätigt werden (Quelle: http://www.nhg-nuernberg.de/main.php?section=Botan&page=helgolandliste.php; letztmalig aufgerufen am 4.11.22).

In direkter Umgebung um Helgoland (ca. 13 km von der VS Tonne E3 entfernt) siedeln Makroalgenbestände, die gleichfalls ein wichtiger Bestandteil des marinen Ökosystems sind. Aus dem aktuellsten Monitoringbericht (submaris 2021) wurden folgende Angaben zum Ist-Zustand gezogen: allgemein sind die Bestände nördlich der Hauptinsel etwas besser vor Störungen und Extremereignissen (durch eine Mole) geschützt und finden ein anderes Substrat als südlich der Insel vor. Dennoch unterscheiden sich die gefundenen Spezies (n = 25) im Norden und Süden der Insel nicht wesentlich voneinander (*Laminaria hyperborea, Desmarestia aculeate, Desmarestia viridis, Sphacelaria caespitula, Sphacelaria plumose, Delesseria sanguinea, Phycodrys rubens, Plocamium cartilagineum, Brongniartella byssoides, Lomentaria clavellosa, Lomentaria orcadensis, Halarachnion ligulatum, Polysiphonia stricta, Bonnemaisonia hamifera, Membranoptera alata, Pterothamnion plumula,Rhodomela confervoides, Coccotylus truncates, Phyllophora pseudoceranoides, Phyllophora traillii, Ulva sp.,Chaetomorpha melagonium, Derbesia marina (Gametoph.), Bryopsis plumosa, Dictyota dichotoma*). Lediglich *Polysiphonia fucoides* und *Saccharina latissima* wurden ausschließlich südlich der Düne und nicht im Norden der Hauptinsel gefunden. Am Steingrund wurden 2015 bei einer einmalingen Untersuchung (beauftragt durch das LLUR SH) Rot- und Braunalgen festgestellt (Dederer et al., 2015). Der Bestand fällt jedoch deutlich niedriger aus als in den anderen beiden Gebieten bei Helgoland und wird im submaris Bericht 2021 (nach Schubert et al., 2017) mit „praktisch nicht vorhandenen Algenbesiedlung“ bezeichnet.

Der mittlere Bedeckungsgrad (bis 7,5 m Tiefe) der häufigsten Arten (*Laminaria hyperborea, Desmarestia aculeate, Plocamium cartilagineum, Brongniartella byssoides* und *Lomentaria spp*.) schwankt zwischen 1 und 20 % und die gemittelte Tiefengrenze (tiefste Vorkommen einer Art auf dem Transekt) der südlichen und nördlichen Transekte liegt bei 11,7 m. Eine Entwicklung in den letzten Jahren (2016-2021) lässt keinen Trend bei Tiefengrenzen der oben erwähnten Arten erkennen (Abbildung 8 in submaris Bericht 2021).

Die mittlere Lichtintensität (gemessen im Juli, 35 cm über Grund) hat sich ebenfalls in den Jahren 2016 - 2021 nicht wesentlich verändert, mit deutlich geringeren Lux-Werten am weiter östlich gelegenen Steingrund gegenüber den beiden anderen Transekten südlich und nördlich von Helgoland. Mit systematisch erhöhten Werten an allen drei Stationen, stellt das Jahr 2018 eine Ausnahme dar (Abbildung 11 im submaris Bericht 2021).

Weitere Bereiche des Betrachtungsraums

Niedersachsen und Hamburg

Die folgenden Kartendarstellungen basieren auf der Datengrundlage des Geodatenportal des Landes Niedersachsen (Marine. Daten. Infrastruktur. Niedersachsen) und zeigen eine grobe Übersicht der rezenten Seegrasvorkommen im Bereich des Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeeres unter Einbezug der Ästuare von Elbe, Weser, Jade und Ems. Dabei lässt sich der stark rückläufige Trend der Seegrasvorkommen seit 2013 anhand der Abbildung 4-31 (Jahre 2008, 2013, 2019) und weiterhin der starke Rückgang der Art *Z. marina* anhand der Abbildung 4-32 (Jahre 2008, 2013, 2019) erkennen.

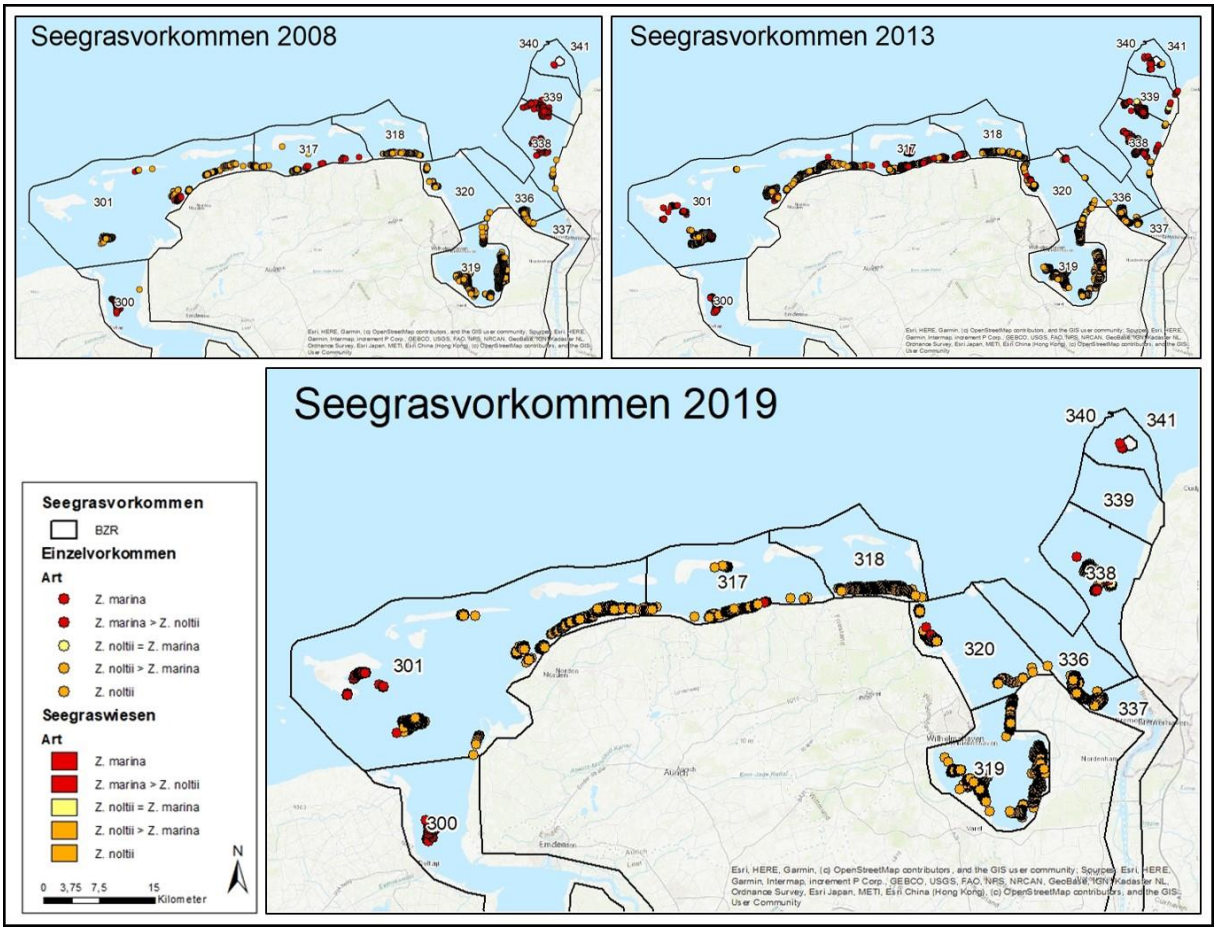


Abbildung 4-31: Abbild der Seegrasvorkommen beider Arten (orange: *Zostera noltii*; rot: *Zostera marina*) im Jahresvergleich der niedersächsischen Gesamtbestandserfassungen 2008, 2013 und 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen (Stand: 20.9.22**)**

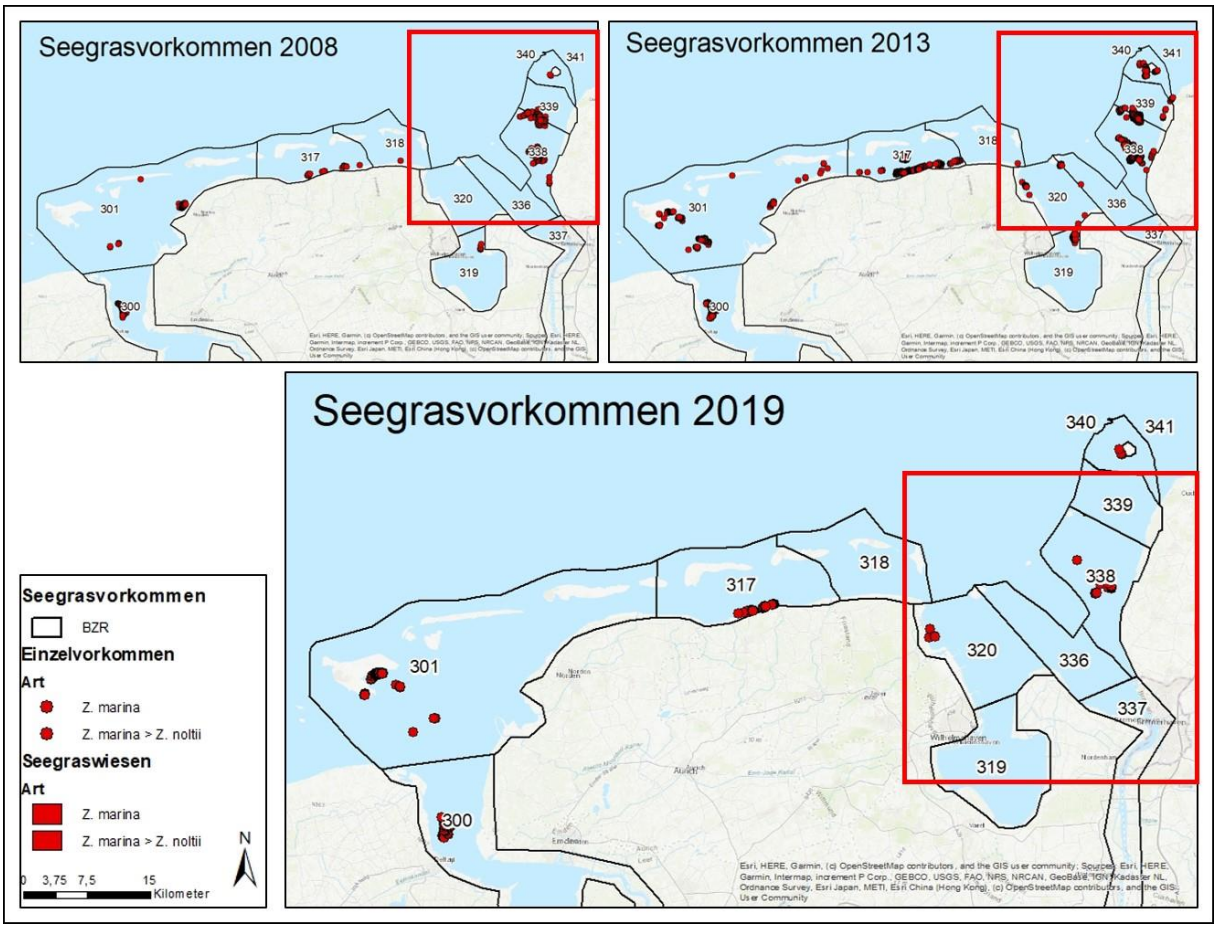


Abbildung 4-32: Abbild der Vorkommen von *Zostera marina* im Jahresvergleich der niedersächsischen Gesamtbestandserfassungen 2008, 2013 und 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen (Stand: 20.9.22).

Rezente Seegrasvorkommen sind demnach in folgenden für die Auswirkungsprognose relevanten Bilanzierungsräumen (rote Rahmen in Abbildungen; siehe auch Kapitel 5.6) bekannt:

340_Hamburgisches Wattenmeer

339_Knechtsand

338_Eversand

336_Wesermündung

320_Jade

318_Wangerooge

Auch in diesen BLZ ist der stark rückläufige Trend von *Z. marina* seit 2013 anhand der Daten sichtbar.

Schleswig-Holstein:

Die folgende Kartendarstellung (Abbildung 4-33) zeigt überblicksweise die Verbreitung der Seegrasvorkommen in den Nordseewatten Schleswig-Holsteins im Jahr 2008, 2013 und 2019 mit dem oben beschriebenen Verbreitungsschwerpunkt in den Nordfriesischen Watten. Die am nächsten zur Tonne E3 gelegenen Seegrasvorkommen befinden sich demnach im polyhalinen Watt vor Dithmarschen im Bereich Blauortsand, Wesselburener Watt und in den Watten südlich von Ehstensiel (Karten modifiziert nach Geodatenportal des NKL.SH, Stand Juni 2020). Wie bereits beschrieben, treten die Bestände (> 20 % Wuchsdichte) im Dithmarscher Watt vereinzelt auf und machen mit gering beschriebenen Schwankungen über die letzten Jahre weniger als 1 % des Seegrasbestandes des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres aus. Die geringen Fluktuationen im Seegrasbesatz werden bisher auf natürliche Populationsschwankungen zurückgeführt (Dolch et al. 2020). Im Dithmarscher Wattenmeer variieren die Grünalgen seit 2008 auf einem geringen Niveau (zwischen ≤ 0,6 % und 0,9 % Algenbedeckung der Wattfläche). Obwohl man hierbei auf eine gute Gewässerqualität schließen könnte, lässt dennoch das gleichzeitig geringe Vorkommen der Seegräser diesbezüglich keine schlüssige Bewertung zu (Dolch et al. 2020).

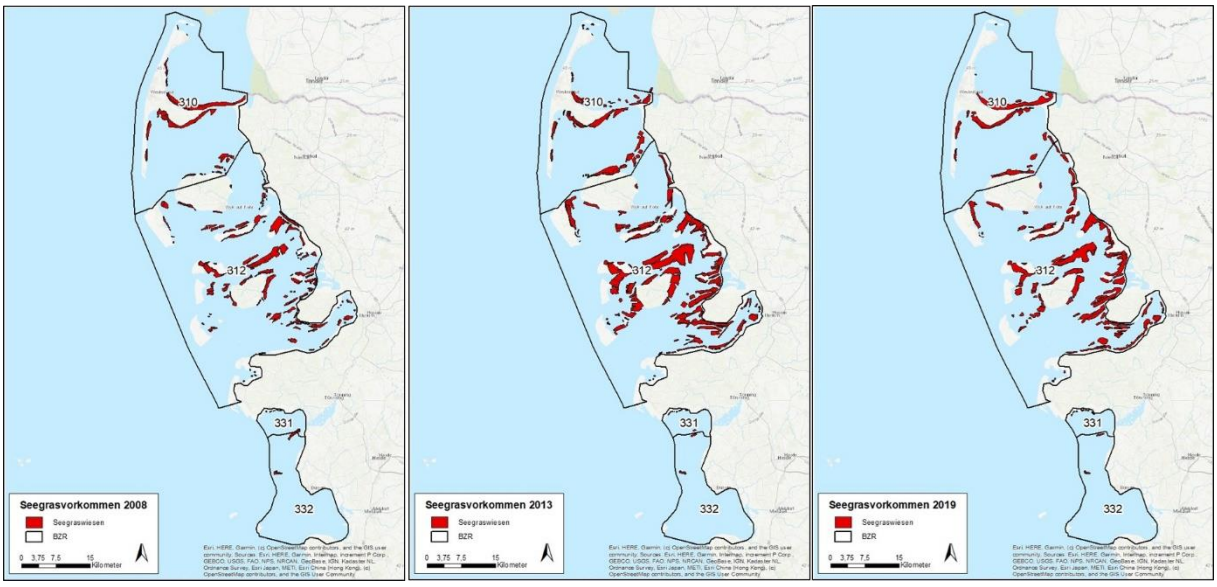


Abbildung 4-33: Abbild der schleswig-holsteinischen Seegrasvorkommen im Jahresvergleich 2008, 2013 und 2019.
Datenbasis für GIS-Darstellung: Dienst im Rahmen des Projektes MDI-DE-Marine Daten-Infrastruktur Deutschland (https://sh-mis.gdi-sh.de/catalog/?lang=de#/datasets/iso/f9c5b250-7403-4097-99f3-d8509f3a1806; Stand: 20.9.22).

5 Auswirkungen und Auswirkungsprognose

5.1 Numerische Modellierungen als Grundlage der Auswirkungsprognose

Die Erstellung dieser Auswirkungsprognose wurde fachlich von der BAW durch verschiedene Rechenläufe mit einem dreidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modell unterstützt, welches die Tidedynamik, den Feststoff- und vor allem den Schwebstofftransport in der Deutschen Bucht und den daran angrenzenden Ästuarien, insbesondere der Tideelbe, simuliert. Aus BAW (2023) können alle Angaben zum eingesetzten Modell und zur Durchführung der Modellrechnungen sowie Interpretationshinweise für die weitere Verwendung der Modellergebnisse entnommen werden. Zusätzlich zu gemessenen Datengrundlagen ermöglichen die Modellrechnungen ein umfassendes Systemverständnis über den Feststofftransport im Untersuchungsgebiet, welches ebenfalls in BAW (2022) dargelegt ist. An vielen Stellen dieser Auswirkungsprognose wird auf dieses Wissen und Verständnis zurückgegriffen und stellt zudem eine wichtige Grundlage für die Erläuterung, Einordnung und Bewertung von den zu erwartenden morphologischen, aber auch chemischen und ökologischen Auswirkungen dar.

Der fachliche Schwerpunkt der Aussagen aus dem BAW-Modell liegt auf der Verdriftung von feinkörnigen Baggergutanteilen und des langfristigen Verbleibs dieser Anteile. Mit Hilfe dieser Datengrundlage können die verbringungsbedingten Wirkungen

- auf die Schwebstoffgehalte in der Wassersäule,
- auf mögliche Sedimentablagerungen sowie
- der Verbleib der Anteile des verdriftenden Baggerguts

analysiert und die Ergebnisse in ein formalisiertes, quantitatives Vorgehen für die weitere Erstellung dieser Auswirkungsprognose eingebracht werden. Die Modellläufe liefern Daten und Ergebnisse, die wie alle anderen Festlegungen für dieses Verfahren auf der sicheren Seite liegen. Das bedeutet, dass hier die tatsächlichen Wirkungen sicher nicht unterschätzt, dafür aber tendenziell überschätzt werden. Im weiteren Vorgehen bilden die Modelldaten zusammen mit den Messdaten aus dem Monitoring (siehe Kapitel 4) die Datengrundlage, welche Eingang in die anschließende Prognose möglicher Auswirkungen ab den Kapiteln 5.2 ff. findet.

5.1.1 Durchführung der Modellrechnungen und Ergebnisse

Als Basis für die Topographie des BAW-Modells ist der Datensatz von 2019 aus dem funktionalen Bodenmodell der BAW (Mildbradt et al. 2015) verwendet worden. Ergänzt wurde dieses um die aktuellsten Topographiedaten aus Ems, Jade, Weser und Elbe sowie die der Fahrrinnenanpassung der Tideelbe mit Stichtag 03.05.2021 (1. Freigabestufe). Für weitergehende Details zum Modellaufbau, den getroffenen Annahmen und Randbedingungen sowie den Rechenläufen sei auf BAW (2022). verwiesen. Ebenfalls in BAW (2022) erläutert sind die Ergebnisse modellbasierter Systemstudien, z. B. zur Art des Vorgangs bei Einbringung des Baggerguts sowie des Einflusses von Seegang und Sturmfluten auf die

Verdriftung und Verbleib des Baggerguts. Der Verweis auf BAW (2022) für weitere Details zum eingesetzten Modell gilt auch für das gesamte Kapitel 5.1. Das Transportverhalten der Sedimente wird im Wesentlichen durch die Sinkgeschwindigkeit bestimmt, welche u.a. abhängig vom Korngrößendurchmesser ist. Der Fokus liegt auf den feinkörnigen Baggergutfraktionen, welche in Schwebe transportiert werden (= Verdriftung). Mit steigendem Korngrößendurchmesser erhöht sich die Sinkgeschwindigkeit, entsprechend schnell kommen die grobkörnigeren Sedimentpartikel zur Ablagerung. Für die Sedimentpartikel der Fraktion Ton < 2 µm wird die Annahme getroffen, dass diese nicht als Einzelpartikel, sondern ausschließlich gebunden in Flocken vorkommen und das generelle Sinkverhalten daher anhand der größeren Fraktionen abgebildet werden kann. Das Sink- und Transportverhalten aller Korngrößen zwischen 2 bis 63 µm wird im Modell der BAW durch die nachfolgende Einteilung in drei Klassen entsprechend der DIN EN ISO 14688 simuliert (Tabelle 5-1). Die mittlere Korngröße bestimmt die mittlere Sinkgeschwindigkeit für Partikelgrößen dieser Klasse. Ebenfalls in Tabelle 5-1 enthalten sind die prozentualen Anteile der Baggergutzusammensetzung, wie diese für die verschiedenen Mengenszenarien bei der Modellsimulation auch verwendet wird. Die Bestimmung der Anteile erfolgt anhand von Beprobungsdaten für das potenzielle Baggergut aus den verschiedenen Herkunftsbereichen (Kapitel 2.1).

Tabelle 5-1: Korndurchmesser nach DIN EN ISO 14 688-1, Sinkgeschwindigkeit und prozentualer Anteil der Baggergutfraktionen, Tabelle hier in Anlehnung an BAW (2022)

Fraktion	Klassen-grenze*	Mittlerer Korndurchmesser	Sink-geschwindigkeit	Prozentualer Anteil
Grobschluff	20 - 63 µm	41,50 µm	1,5 mm/s	31,0 %
Mittelschluff	6,3 - 20 µm	13,15 µm	0,14 mm/s	14,4 %
Feinschluff	2 - 6,3 µm	4,15 µm	0,01 mm/s	27,5 %
Summe der Feinkornanteile (2 - 63 µm)				72,9 %

Bei Sedimentfraktionen > 63 µm ist davon auszugehen, dass diese überwiegend sohlnah als Geschiebe transportiert werden. Diese gröberen Fraktionen sind nicht Bestandteil der modellbasierten Untersuchung, da der Fokus auf der Verdriftung von den feinkörnigen Anteilen des Unterhaltungsbaggerguts liegt.

Die Langzeitsimulationen der BAW umfassen drei Baggergutmengenszenarien, welche die folgenden Stufen der jährlich auf die Stelle Tonne E3 zu verbringenden Mengen von Baggergut beschreiben: 1,5 Mio. t TS[5] | 2,0 Mio. t | 2,5 Mio. t. Die Simulation umfasst stets den Zeitraum 01.06.2016 bis 31.12.2018. Die Gesamtdauer beträgt damit 2,5 Jahre, ausreichend lange um die großräumige Verdriftung und den Verbleib der feinkörnigen Baggergutanteile in der Deutschen Bucht zu untersuchen und zu bilanzieren. Die Verbringung des Baggerguts auf die Stelle Tonne E3 erfolgt im Modell in den Monaten 07/2016 bis 11/2016 bzw. 12/2016 abhängig vom Mengenszenario. Die Szenarien unterscheiden sich nicht nur in der Menge, sondern auch in der Anzahl und im Laderaumvolumen der zur Verbringung eingesetzten Hopperbagger. Die Anzahl und das Laderaumvolumen der eingesetzten Hopperbagger bestimmen zugleich auch die Intensität, mit der das Baggergut verbracht wird. Neben der Gesamtmenge Baggergut nimmt die Intensität ebenfalls Einfluss auf die Berechnungsergebnisse, insbesondere auf die zu erwartende verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte. Der zeitliche Ablauf der drei Mengenszenarien in Bezug auf Anzahl und Laderaumvolumen der eingesetzten

[5] Trockensubstanz ohne Wasseranteil. Wird im Folgenden bei Nennung von Baggergutmassen für eine bessere Lesbarkeit weggelassen.

Hopperbagger sowie die Dauer und Intensität der Verbringungen ist in Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 dargestellt.

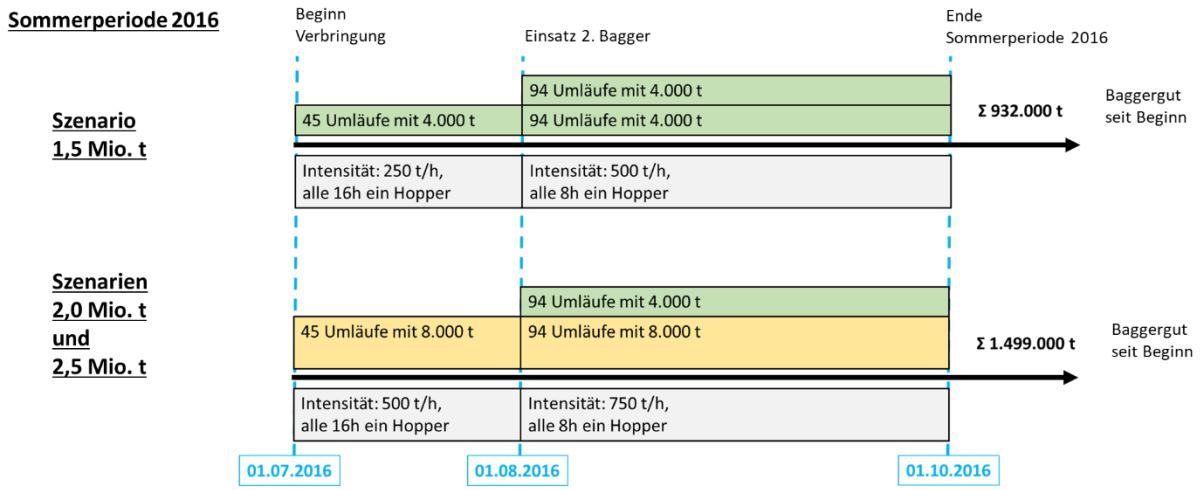


Abbildung 5-1: Sommerperiode (= Vegetationsperiode) 2016, Intensität der Baggergutverbringung bei den drei Baggergutmengenszenarien

Start der Verbringung von Baggergut ist in allen Szenarien der 1. Juli. Ab 1. August wird die Intensität, mit welcher das Baggergut verbracht wird, durch den Einsatz eines zweiten Hopperbaggers gesteigert. Die maximale Intensität beim Szenario von jährlich 1,5 Mio. t TS beträgt 500 t TS Baggergut pro Stunde, beim 2,0 bzw. 2,5 Mio. t TS Szenario beträgt die Intensität 750 t TS Baggergut pro Stunde. Für den Sommerzeitraum 2016 gibt es keine Unterschiede zwischen dem 2,0 bzw. 2,5 Mio. t TS Szenario. Die Prognose für beide Szenarien für den Sommer fällt entsprechend gleich aus. Erst im anschließenden Winterzeitraum werden die Mehrmengen beim 2,5 Mio. t TS Szenario zusätzlich verbracht. Bis zum Abschluss des Sommerzeitraums werden im 1,5 Mio. t TS Szenario etwa 62 % der Gesamtbaggergutmenge und bei den 2,0 bzw. 2,5 Mio. t TS Szenarien etwa 75 % bzw. 60 % der Gesamtbaggergutmenge verbracht.

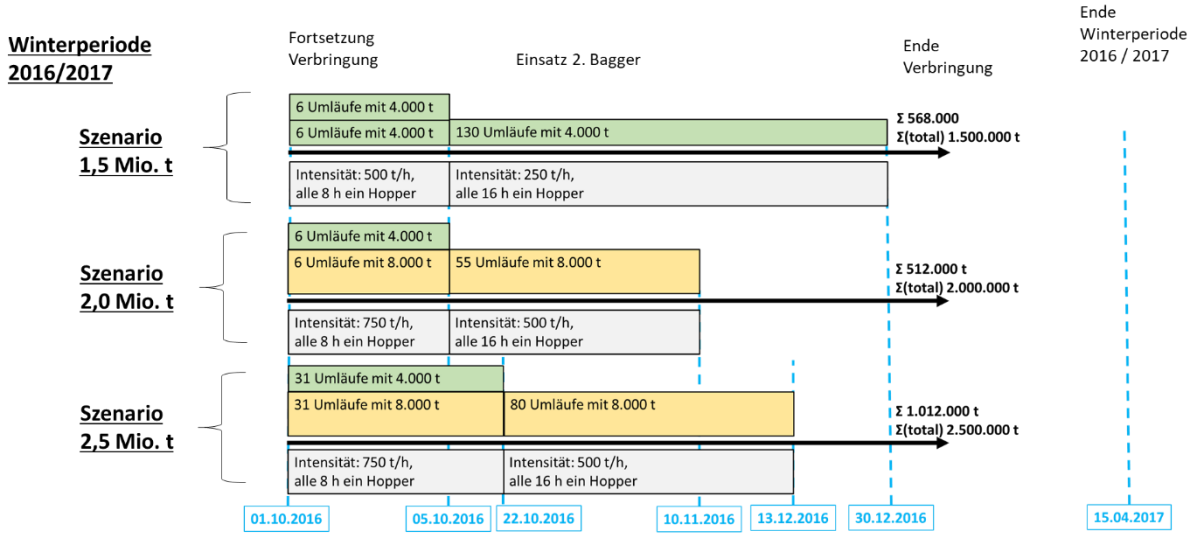


Abbildung 5-2: Winterperiode 2016/2017, Intensität der Baggergutverbringung bei den drei Baggergutmengenszenarien

Im anschließenden Winterzeitraum wird im Monat Oktober der zweite Hopperbagger abgezogen und damit die Intensität der Verbringung wieder reduziert. Die Verbringung von Baggergut im 1,5 Mio. t TS Szenario ist zu Ende Dezember abgeschlossen. Die Verbringung in den beiden anderen Szenarien ist bereits früher im November bzw. Dezember abgeschlossen; dies liegt am Einsatz eines doppelt so großen Hopperbaggers mit einem Laderaumvolumen von 8.000 t.

Nach Beendigung aller Verbringungen zu Ende 2016 wird die Simulation noch bis zum 31.12.2018 fortgeführt. In den Jahren 2017 und 2018 finden in den Modellrechnungen keine erneuten Verbringungen von weiterem Baggergut statt, da der Fokus auf der Beobachtung und Untersuchung der großräumigen Verdriftung und des Verbleibs der feinkörnigen Baggergutanteile liegt.

Der Gesamtzeitraum von 2,5 Jahren deckt verschiedene hydrologische Ereignisse ab, welche für die Verdriftung und den langfristigen Verbleib der Baggergutsedimente relevant sein können, z. B. astronomische Tiden, Sturmereignisse oder Winde aus verschiedenen Richtungen und Stärken, die typisch für den Sommer (Vegetationsperiode) und Winter sind. Die meteorologischen Zustände des gewählten Simulationszeitraums Juni 2016 bis Dezember 2018 bilden die im Vergleich mit der klimatologischen Referenzperiode 1991 bis 2020 typischen Windverhältnisse für Cuxhaven ab.

5.1.2 Untersuchung der morphologisch am stärksten betroffenen Bilanzierungsräume

Die Auswertungen der Modellergebnisse zur weiteren Verwendung in dieser Auswirkungsprognose erfolgen räumlich differenziert für alle Bilanzierungsräume (BZR) aus insgesamt drei Sets (siehe Abbildung 3-1) und den Erläuterungen zu den verschiedenen Sets an Bilanzierungsräumen in Kapitel 3.1. Entsprechend werden die meisten Beschreibungen, Aussagen und Prognosen zu den morphologischen, chemischen und ökologischen Auswirkungen aggregiert auf der räumlichen Ebene von BZR getroffen. Das Modell in Kombination mit der daran anschließenden Prozessierung der Modellergebnisse berechnet für jeden Zeitschritt der Simulationsrechnung, für jeden BZR und für jede Sedimentfraktion ein Ergebnis für:

- den Schwebstoffgehalt, hier sowohl für die Hintergrundgehalte als auch für Schwebstoffgehalte, die auf die Verbringung von Baggergut an der Tonne E3 zurückzuführen sind. Im Gegensatz zu in-situ-Messungen können mit Hilfe der BAW-Modellrechnungen beide Anteile dargestellt und unterschieden werden.
- die Masse an Sedimentablagerungen auf der Gewässersohle, welche auf die Verbringung von Baggergut an der Tonne E3zurückgeführt werden kann.

Das methodische Vorgehen bei dieser Prozessierung ist in Kapitel 3.1 näher erläutert.

In den später folgenden Darstellungen wird zunächst ein Überblick über die von der Verbringung von Baggergut am stärksten betroffenen BZR gegeben. Das ermöglicht ein besseres Verständnis der Verdriftungswege und der Bereiche, wo die verdriftenden Baggergutsedimente zeitweise oder auch längerfristig zur Ablagerung kommen. Für die Darstellung dieser Ergebnisse wurde das Set 3 gemäß Abbildung 5-3 gewählt. Die hierin enthaltenen BZR umfassen das gesamte Modellgebiet der BAW und sind detaillierter bzw. kleinräumiger definiert in den am stärksten von Wirkungen betroffenen Bereichen, wie z. B. die Außenelbe und die daran anschließenden Watten nach Westen und Norden.

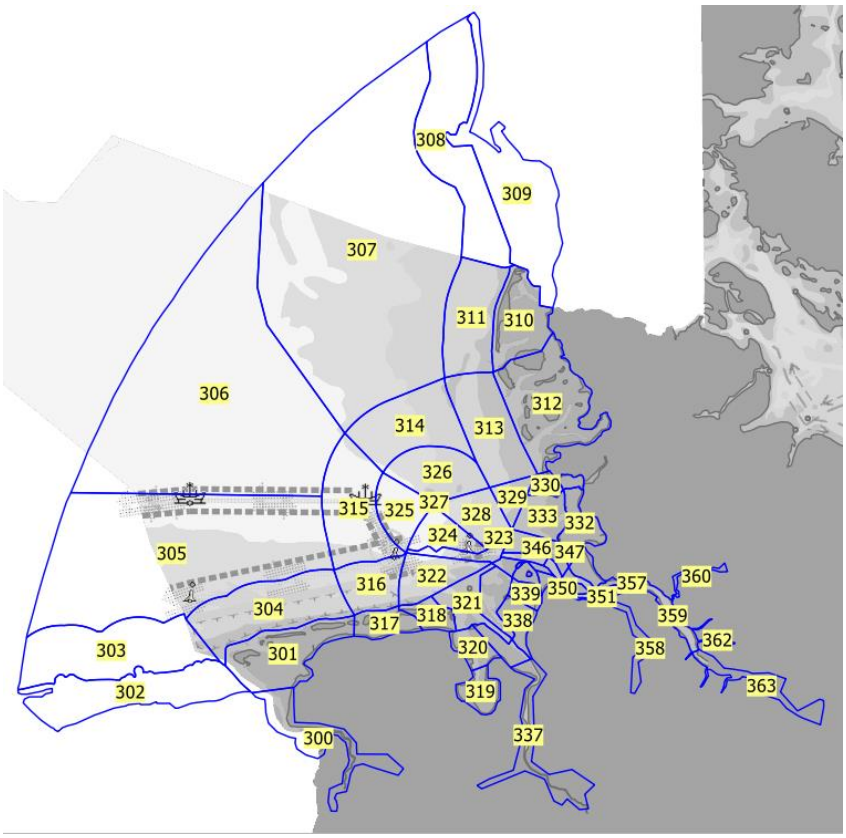


Abbildung 5-3: Bilanzierungsräume in Set 3

Für die Darstellung der Ergebnisse wurde eine Klassifizierung gewählt, welche im Vergleich zu tatsächlich messbaren Effekten sehr fein aufgelöst ist. So werden z. B. Sedimentablagerungen ab einer Mächtigkeit von nur 1,0 mm erkennbar dargestellt. Im Vergleich dazu: Mit modernster Peiltechnik können unter optimalen Messbedingungen Sedimentauflagen erst ab einer Mächtigkeiten von ca. 4 cm sicher erkannt werden (vgl. BfG 2019). Aus dem Vorgehen (Anzahl der durchgeführten Modellläufe, Bilanzierungsräume und Ergebnisparameter) ergibt sich eine sehr hohe Anzahl an möglichen Ergebnisdarstellungen. Im vorliegenden Bericht werden nur solche Ergebnisse dargestellt und beschrieben, welche unmittelbare Grundlage und daher maßgeblich für die Erstellung der Auswirkungsprognose sind. Weitere Darstellungen der Ergebnisse, insbesondere Ergebnisse aus Systemstudien können BAW (2022) entnommen werden

Sedimentablagerungen auf der Gewässersohle

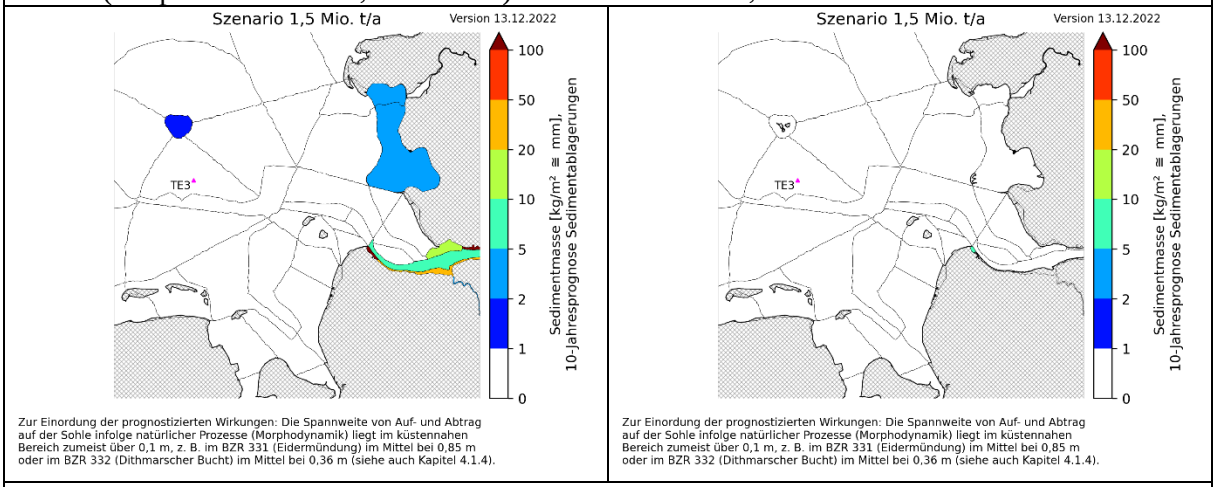
Der für diesen Bericht maßgebliche Prognosezeitraum umfasst 10 Jahre. Im Hinblick auf mögliche morphologische, chemische und ökologische Auswirkungen sind die Ablagerungen von Baggergutsedimenten zu bewerten, welche im Verlauf dieser 10 Jahre akkumulieren. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die den Simulationsläufen zugrunde liegenden Szenarien von jährlich 1,5 | 2,0 | 2,5 Mio. t Baggergut sich entsprechend der Gesamtzeit wiederholen und damit die in den Szenarien beschriebene Jahresmenge 10-fach eingebracht wird. Das genaue Vorgehen, wie die Modelldaten prozessiert und aufbauend darauf die Prognose der Sedimentablagerungen für diesen 10-Jahreszeitraum erstellt worden ist, kann Kapitel 3.1 entnommen werden.

Die am stärksten von Sedimentablagerungen betroffenen BZR sind der Abbildung 5-4 zu entnehmen. Dargestellt sind die auf 10 Jahre extrapolierten Ergebnisse für alle Szenarien mit den beiden statistischen Parameter 95. Perzentil (dargestellt auf linker Seite) und Median (dargestellt auf rechter Seite).

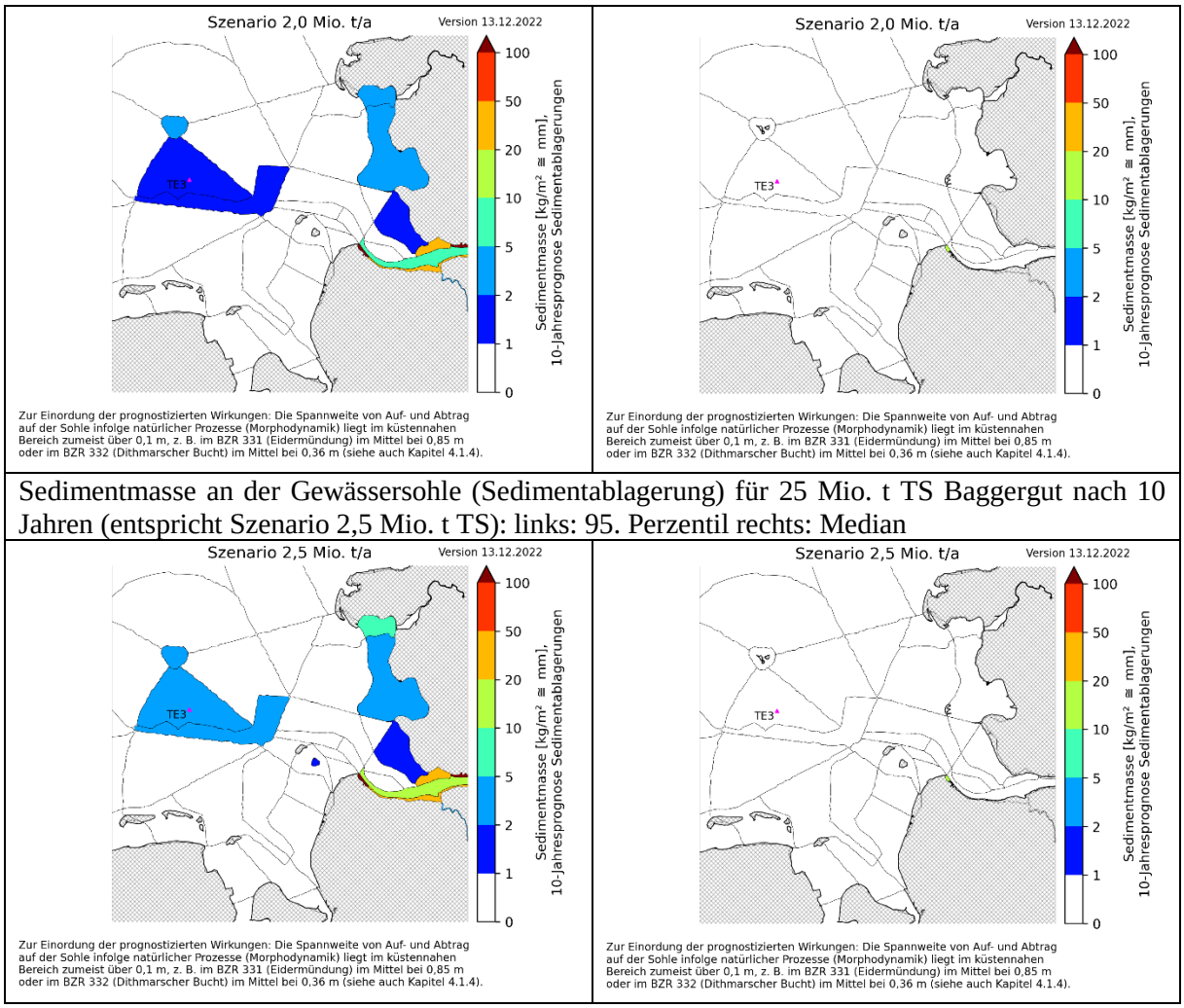
Insbesondere im Fall einer solchen Langzeitprognose muss der Unsicherheitsbereich als groß angesehen werden, da die Prognose sehr komplexe sedimentdynamische Prozesse über diesen langen Zeitraum von 10 Jahren einschließt. Das hier angewandte und in Kapitel 3.1 beschriebene Vorgehen wurde jedoch so gewählt, dass die Ergebnisse stets auf der sicheren Seite (Worst-Case) liegen. Damit ist sichergestelllt, dass alle in den Kapiteln ab 5.2 ff beschriebenen Auswirkungen, die auf dieser Wirkprognose basieren, sicher nicht unterschätzt werden. Insbesondere bei der Langfristprognose für das 95. Perzentil muss von einer starken Überschätzung ausgegangen werden. Dem Vorgang einer Extrapolation mit dem Faktor 10 (siehe Kapitel 3.1) liegt nämlich der vereinfachende Gedanke zugrunde, dass die größtmöglichen Ablagerungen im Verlauf der Jahre immer wieder auf derselben Stelle bzw. kleinräumigen Fläche auftreten, dort akkumulieren und in den noch verbleibenden Jahren auch nicht wieder erodiert werden.

Der Blick auf die Ergebnisse der Langfristprognose in Abbildung 5-4 ist fokussiert auf die Außenelbe, den Mündungstrichter und das Küstenmeer bis etwa Höhe Helgoland. Die Ergebnisse der Kartendarstellungen in tabellarischer Form können im Anhang der Tabelle 10-1 für alle Mengenszenarien entnommen werden. Die Prognose für alle jenseits dieses Bereichs gelegenen BZR weist eine Mächtigkeit in der untersten Klasse (< 1 mm) auf. Mächtigkeiten von Sedimentablagerungen unter 1 mm (entspricht ungefähr der Masse 1,0 kg/m²) sind in den Abbildungen nicht dargestellt. **Zur Einordnung einer solchen Mächtigkeit:** wie bereits zuvor erläutert, in der Praxis der Hydrographie können Sedimentablagerungen, die sich zwischenzeitlich gebildet haben, durch einen Vergleich von Seevermessungen zu zwei Zeitpunkten erst ab wenigen Zentimetern erkannt werden; also ungefähr ab einer mindestens 50 Mal so mächtigen Ablagerungsschicht. Dies entspräche in Abbildung 5-4 den Farbstufen Grün, Orange und Rot.

Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung) für 15 Mio. t TS Baggergut nach 10 Jahren (entspricht Szenario 1,5 Mio. t TS): links: 95. Perzentil, rechts: Median



Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung) für 20 Mio. t TS Baggergut nach 10 Jahren (entspricht Szenario 2,0 Mio. t TS): links: 95. Perzentil rechts: Median



Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung) für 25 Mio. t TS Baggergut nach 10 Jahren (entspricht Szenario 2,5 Mio. t TS): links: 95. Perzentil rechts: Median

Abbildung 5-4: Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung) für die drei verschiedenen Baggergutmengenszenarien mit den 95. Perzentil und den Medianwerten je BZR

Bilanzierungsräume in den Farbstufen Grün, Orange und Rot sind nur für BZR im inneren Bereich der Tideelbe stromauf von Cuxhaven berechnet worden. Durch Steigerung der Baggergutmenge von 15 Mio. t TS auf die maximale Menge von 25 Mio. t TS (entspricht dem 2,5 Mio. t TS Szenario) bleibt das grundsätzliche Bild erhalten. Auch kann in den Ergebnissen höchstens eine Verschiebung in die nächsthöhere Klasse beobachtet werden. Ablagerungsmächtigkeiten der beiden blauen Stufen (bis zu 5 mm durch Seevermessung nicht zu detektieren, siehe zuvor) sind zum einen im Bereich des Schlickfallgebiets zu erkennen. Dies zeigt, dass neben dem etwa 30 % großen Anteil an feinkörnigen Baggergutmengen, die auf oder im direkten Umfeld der Verbringstelle verbleiben, weitere Anteile im fortgesetzten Umfeld der Verbringstelle zur Ablagerung kommen. Dies ist plausibel, da es sich dem Namen entsprechend beim Schlickfallgebiet um ein durch natürliche Sedimentation entstandenen Bereich handelt (vgl. Kapitel 4.1.2). Weitere blaugefärbte BZR sind in den der Küste vorgelagerten Watten zu erkennen, hier aber begrenzt auf den Bereich nördlich der Elbe bis Eidermündung. Der Blick auf den Median der Sedimentablagerungen in der rechten Spalte der Abbildung zeigt nach 10 Jahren für alle BZR eine Mächtigkeit der untersten Stufe (<1 mm). Einzige Ausnahme ist der BZR_349_Grimmershörner Bucht. Eine gesonderte Betrachtung der Modellergebnisse für diesen Raum erfolgt in Kapitel 5.2.3.

Für die spätere Bewertung möglicher Auswirkungen sind jedoch nicht nur die final berechneten und auf den Gesamtzeitraum von 10 Jahren extrapolierten Mächtigkeiten von Relevanz. Es bedarf fallweise auch einer Betrachtung von Ablagerungen, die sich zwischenzeitlich gebildet und dann wieder erodiert sind.

In manchen Fällen können sich kurzzeitig Sedimentablagerungen bilden, die im Vergleich zur 10 Jahresprognose eine größere Mächtigkeit haben.

Diese Entwicklung ist Abbildung 5-5 beispielhaft für BZR mit unterschiedlichen Verläufen dargestellt. In vielen BZR führen Wind- und im Zusammenhang damit Wellenereignisse aufgrund der zusätzlichen Krafteinwirkungen auf die Sohle erst zu Erosion, dann zum Weitertransport und dann wieder zur verstärkten Sedimentation an anderer Stelle. Daher ist in Ergänzung zum Verlauf der Sedimentablagerungen noch die Windstärke und -richtung aufgetragen.

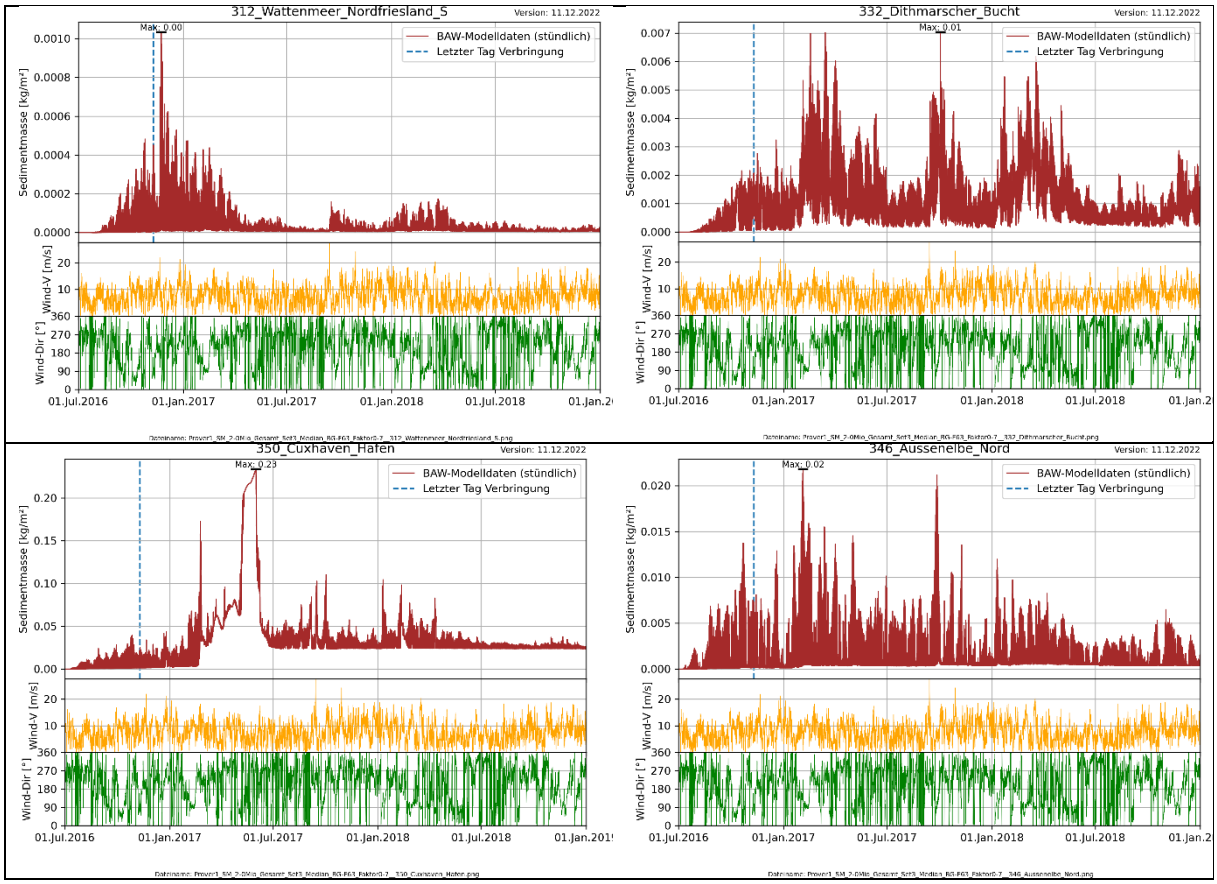


Abbildung 5-5: Zeitliche Entwicklung der Sedimentmasse an der Gewässersohle (Sedimentablagerung, dunkelrot) für ausgewählte BZRs inkl. Windgeschwindigkeit (orange) und Windrichtung (grün) gültig für den Bereich an der Tonne E3

Der BZR 312_Wattenmeer_Nordfriesland_S ist ein typisches Beispiel für einen Durchgangsbereich für das verdriftende Baggergut. Zunächst kommt es zur Akkumulation von Baggergut. Die im Modell ermittelten Mengen bzw. Höhen der Ablagerungen sind eher rechnerischer Natur. 1 kg/m² entspräche einer Höhe von 1 mm, hier sind auf der y-Achse tausendstel Millimeter (= 10^-3 µm) als mittlere Höhe der Ablagerungen aufgetragen! Nach Stopp der Baggergutverbringung bedarf es eines kurzen Zeitraums, bevor eine fortlaufenden Remobilisierung verbunden mit einem Nettoaustrag der Baggergutsedimente zu erkennen ist. Zum Sommer 2017 ist fast kein Baggergut mehr im BZR 312 vorhanden. Ab der zweiten Jahreshälfte 2017 ist wieder ein Anstieg der Mengen an Baggersedimenten zu erkennen. Dieser Anstieg ist verbunden mit einem Starkwindereignis (> 20m/s), welches in angrenzenden BZR eine Remobilisierung und Weitertransport von bereits längerfristig abgelagerten Baggergutsedimenten geführt hat. Das setzt sich den Winter über fort und im kommenden Sommer 2018 gehen die Werte wieder auf ganz nahe Null zurück.

Der BZR 332_Dithmarscher_Bucht ist ein Beispiel für einen Bereich, in dem feinkörnige Baggergutsedimente teilweise durchtransportiert werden, aber auch kleinräumig längerfristig verbleiben können. Der stärkste Anstieg bei den Sedimentablagerungen ist etwa Ende Januar 2017 zu erkennen, dies fällt zusammen mit einer Phase östlicher Windrichtungen. Im Anschluss folgt ein Zeitraum mit einem Nettoaustrag an Baggergutsedimenten. Im Gegensatz zum vorangehenden BZR 312 gehen die Mengen nicht auf nahe Null zurück. Kleinräumig verbleiben stets Sedimentablagerungen. Auch vergleichbar zum BZR 312 kommt es ab der zweiten Jahreshälfte 2017 wieder zu einem Anstieg der Mengen an Baggersedimenten, hier im BZR 332 jedoch deutlicher ausgeprägt. Im Verlauf von 2018 folgt einer Phase der Akkumulation eine erneute Phase der Resuspension und des Weitertransports von Baggergutsedimenten. Ein vollständiger Austrag der Baggergutsediment erfolgt jedoch nicht. Kleinräumig können Anteile des Baggerguts längerfristig zur Ablagerung kommen. Ein vergleichbares Verhalten gilt natürlich auch für „natürliche“ Sedimente der gleichen Größe, auch diese werden in denselben Räumen zur Ablagerung kommen.

Beim BZR 350_Cuxhaven_Hafen handelt es sich um einen ausgeprägten Sedimentationsraum, welcher durch wasserbauliche Anlagen und der Schaffung besonders strömungsberuhigter und Rezirkulationsbereiche als Sedimentfalle wirkt (für das Verständnis sei hier auf das Kapitel 5.2.3, S. 154 und die dort gegebenen Hinweise für die Deutung und Aussagekraft der Modellergebnisse in solchen Bereichen hingewiesen). Erst in den Monaten nach Abschluss der Verbringkampagne kommt es hier zu einer fortlaufenden Sedimentation. Auch erkennbar sind wiederkehrende Zeiträume mit einem verstärkten Eintrag unmittelbar gefolgt von einem starken Austrag von Baggergutsedimenten. Im Anschluss bis zum Ende des Rechenlaufs bleibt die Menge an Sedimenten relativ konstant oberhalb eines bestimmten Niveaus bei etwa 0,03 mm mittlerer Höhe der Sedimentablagerungen. Sehr kleinräumig findet eine weiter fortlaufende Akkumulation statt, ohne dass diese Menge an der mittleren Höhe der Ablagerungen Einfluss nehmen würde. Diese kleinräumigen Ablagerungen können mittels des 95. Perzentils ermittelt werden. In Tabelle 5-2 ist diese nur kleinräumig erreichte maximale Höhe mit 44 mm[6] angegeben, also etwa das 1,500-fache der mittleren Auflage.

Der BZR 346_Aussenelbe_Nord ist in der Abbildung unmittelbar unter den BZR 332 angeordnet. Damit kann der qualitativ vergleichbare Verlauf der Sedimentablagerungen bei beiden BZR besser erkannt werden. Der wesentliche Unterschied zum Ende der Laufzeit ist, dass der Nachschub von Baggergutsedimenten aus anderen BZR hier immer stärker fehlt und dieser Bereich weiter stärker ausgeräumt wird.

Schwebstoffgehalte in der Wassersäule

Der für die Auswirkungsprognose relevante Zeitraum in Bezug auf die Schwebstoffe ist die Vegetationsperiode. Für diesen Zeitraum weist die Umwelt eine höhere Sensibilität gegenüber Erhöhungen der Schwebstoffgehalte auf. In den Modellergebnissen richtet sich der Blick auf den Sommer und hier auf den Zeitraum Juli bis Ende September 2016. In allen Mengenszenarien beginnen die Verbringungen Anfang Juli 2016 und setzen sich über den gesamten Sommer fort (siehe Abbildung 5-1). Ein früherer Start der Baggerverbringung in den Monaten vor Juli ist vom Antragsteller für die Stelle Tonne E3 nicht geplant.

[6] Der hier angegebene Wert wurde mit Faktor 10 auf einen 10 Jahreszeitraum extrapoliert. Entsprechend muss für diesen Vergleich der Wert von 440 mm durch 10 dividiert werden.

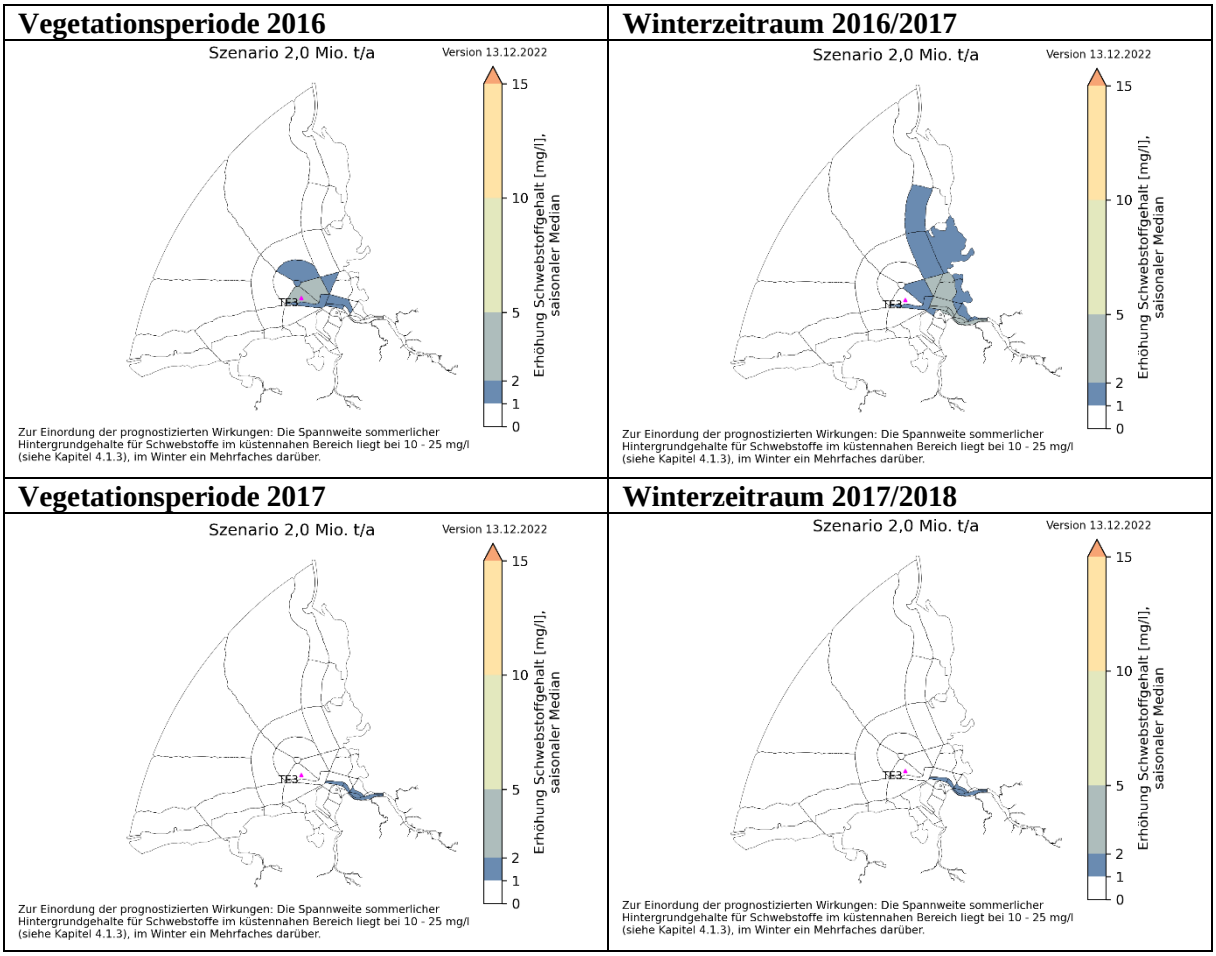


Abbildung 5-6: Schwebstoffgehalte für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t. Hier der saisonale Median als Hinweis auf eine mittlere Erhöhung der Schwebstoffgehalte während der Vegetationsperioden 2016 (ab Beginn der Baggergutverbringung am 1. Juli 2016), 2017 sowie für die Winterzeiträume 2016/2017, 2017/2018

Das genaue Vorgehen, wie die Modelldaten prozessiert und die Prognose für eine mögliche Erhöhung der Schwebstoffgehalte erstellt worden sind, kann Kapitel 3.1 entnommen werden. In Abbildung 5-7 und Abbildung 5-7 sind am Beispiel des Szenarios von jährlich 2 Mio. t für jeden BZR die Prognosen für eine mittlere sowie maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte während der Vegetationsperiode im Jahr 2016 (oben links[7]), dem daran anschließenden Winterzeitraum 2016 / 2017 (oben rechts), der Vegetationsperiode 2017 (unten links) und wieder der Winterzeitraum 2017 / 2018 (unten rechts) in der Gesamtübersicht gegeben. Die Ergebnisse der Kartendarstellungen in tabellarischer Form können für die Vegetationsperiode 2016 und für alle drei Mengenszenarien im Anhang der Tabelle 10-1 entnommen werden. Diese Abfolge der Kartendarstellungen zeigt die großräumige Verdriftung und grob die Verdriftungswege für die feinkörnigen Baggergutanteile (< 63 µm). Farblich dargestellt sind ausschließlich BZR, in denen eine Erhöhung von > 1,0 mg/l berechnet worden ist. Eine relative Einordung zu den Hintergrundkonzentrationen erfolgt an dieser Stelle noch nicht, ist aber ein wichtiger Faktor bei der späteren Auswirkungsprognose, insbesondere wenn es um Auswirkungen auf die Wasserqualität bzw. das Lichtklima geht.

Deutlich ist in beiden Abbildungen die Ausbreitung des Baggerguts nach Norden entlang der Küste sowie anteilig auch im Bereich der Tideelbe zu erkennen. Die maximale Ausdehnung und auch die größten Erhöhungen werden im Verlauf des Winters 2016/2017 nach Abschluss der Verbringung auf die Stelle Tonne E3 erreicht. Das Bild von Ausbreitung und Transportrichtung ist für alle Szenarien

[7] nur 1. Juli bis 30. September 2016, ab Startzeitpunkt Baggergutverbringung

vergleichbar. Während der Vegetationsperiode und für die küstennahen BZR ergibt sich das Bild einer mittleren Erhöhung der Schwebstoffgehalte von weniger als 1,0 mg/l. Für kürzere Zeiträume (hier Dauerstufe von 2 Wochen) liegt die maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte in einer Größenordnung von bis zu 2-5 mg/l. In den entfernteren BZR oder auch für vereinzelte BZR im Bereich der Watten liegen die maximal prognostizierten Erhöhungen in der Klasse darunter bei Werten von 1-2 mg/l.

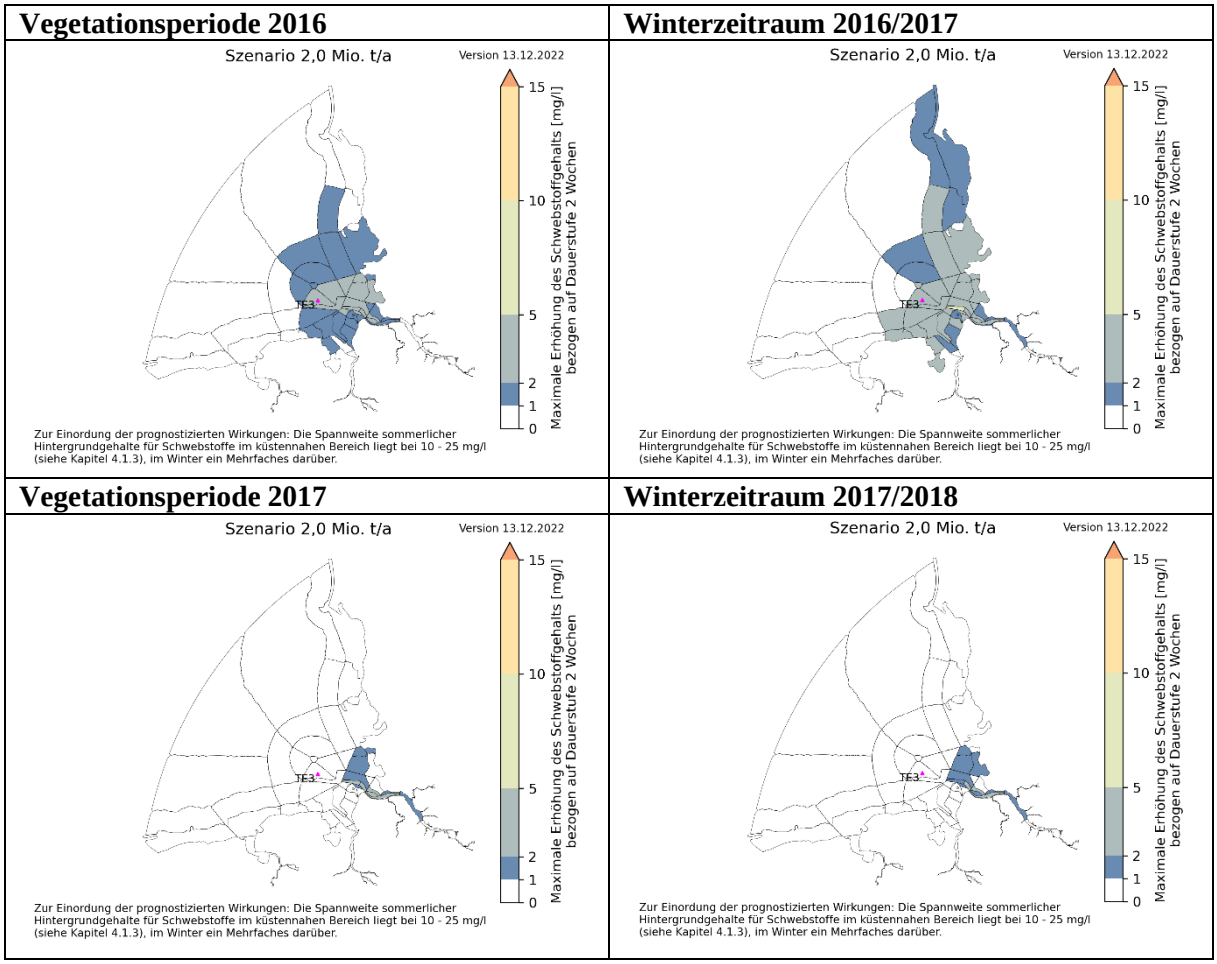


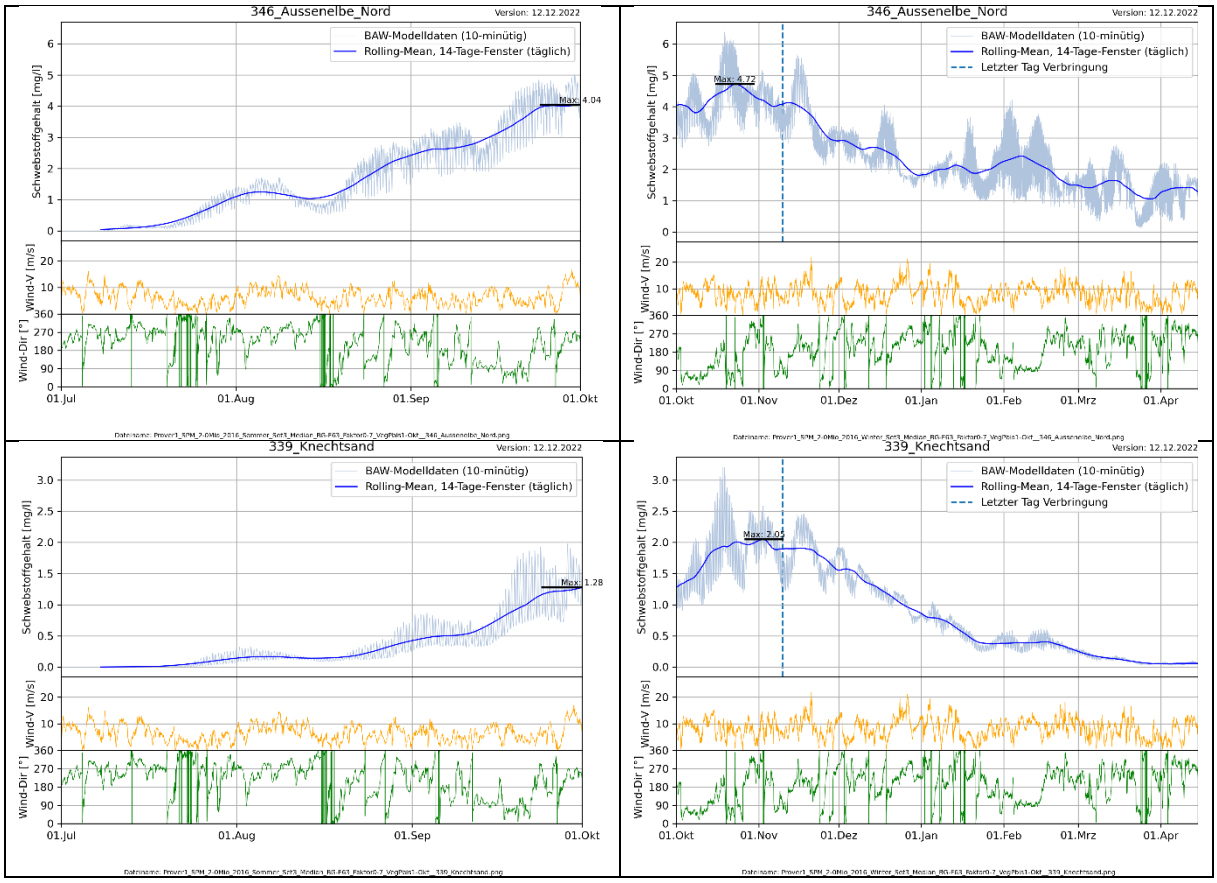
Abbildung 5-7: Schwebstoffgehalte für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t. Hier die Prognose für die kurzfristig und begrenzt auf einen Zeitraum von 2 Wochen auftretende maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte während der Vegetationsperioden 2016 (ab Beginn Baggergutverbringung am 1. Juli 2016), 2017 sowie während der Winterzeiträume 2016/2017, 2017/2018. Hinweis: Die in den Karten für die verschiedenen Bilanzierungsräume dargestellten Maxima werden nicht zeitlich, sondern zu unterschiedlichen Zeitpunkten während der Saison / des Zeitraums auftreten.

Im anschließenden Winterzeitraum 2016/2017, wenn alles Baggergut verbracht worden ist und aufgrund von Wind und Seegang viel Material in Richtung Norden weitertransportiert wird, kann auch küstennah die mittlere Erhöhung der Schwebstoffgehalte in einer Größenordnung von 1-2 mg/l, höchstens bei 2-5 mg/l liegen (Hinweis: Bei jedoch zugleich auch deutlich höheren Hintergrundgehalten!). Die kurzeitig auftretenden Maxima werden weiterhin in der gleichen Größenordnung von ebenfalls 2-5 mg/l liegen. Über den nördlichen Modellrand verlassen Baggergutanteile das Untersuchungsgebiet. Weitere Details hierzu sowie eine Bilanzierung dieser Mengen können BAW (2022) entnommen werden. In der Vegetationsperiode 2017, also etwa ein halbes Jahr nach Abschluss der Verbringungen, können nur

noch im Bereich der Tideelbe, hier v.a. die Außenelbe sowie in daran nördlich anschließenden BZR erhöhte Schwebstoffgehalte erkannt werden.

Die größten Erhöhungen in der Größenordnung von 1-2 mg/l (mittlere Erhöhung) bzw. 2-5 mg/l (maximale Erhöhung) konzentrieren sich jedoch auf die tieferen Bereiche wie die Fahrrinne der Tideelbe. Gleiches trifft auch auf den Winterzeitraum 2017/2018 zu. Die Ausbreitung und Verdriftwege für die beiden anderen Mengenszenarien sind vergleichbar. Die Schwebstoffgehalte sind entsprechend höher oder niedriger, variieren jedoch weiterhin in denselben Klassen einer Erhöhung von bis zu 5 mg/l im Fall der maximalen Erhöhung (begrenzt auf einen 2-wöchigen Zeitraum). Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass für die Vegetationsperiode 2016 die Ergebnisse für das Szenario von jährlich 2,0 bzw. 2,5 Mio. t identisch sind. Dies liegt an den identischen Baggerumläufen und entsprechenden Baggergutmengen bis zu Beginn des anschließenden Winterzeitraums (Abbildung 5-1).

Für eine Auswahl von BZR ist nachfolgend in Abbildung 5-8 die zeitliche Entwicklung der Schwebstoffgehalte infolge der Verbringung von Baggergut dargestellt (Vegetationsperiode 2016 und der daran anschließende Winterzeitraum 2016/2017). Dargestellt sind hier erneut Ergebnisse für das Mengenszenario von jährlich 2 Mio. t.



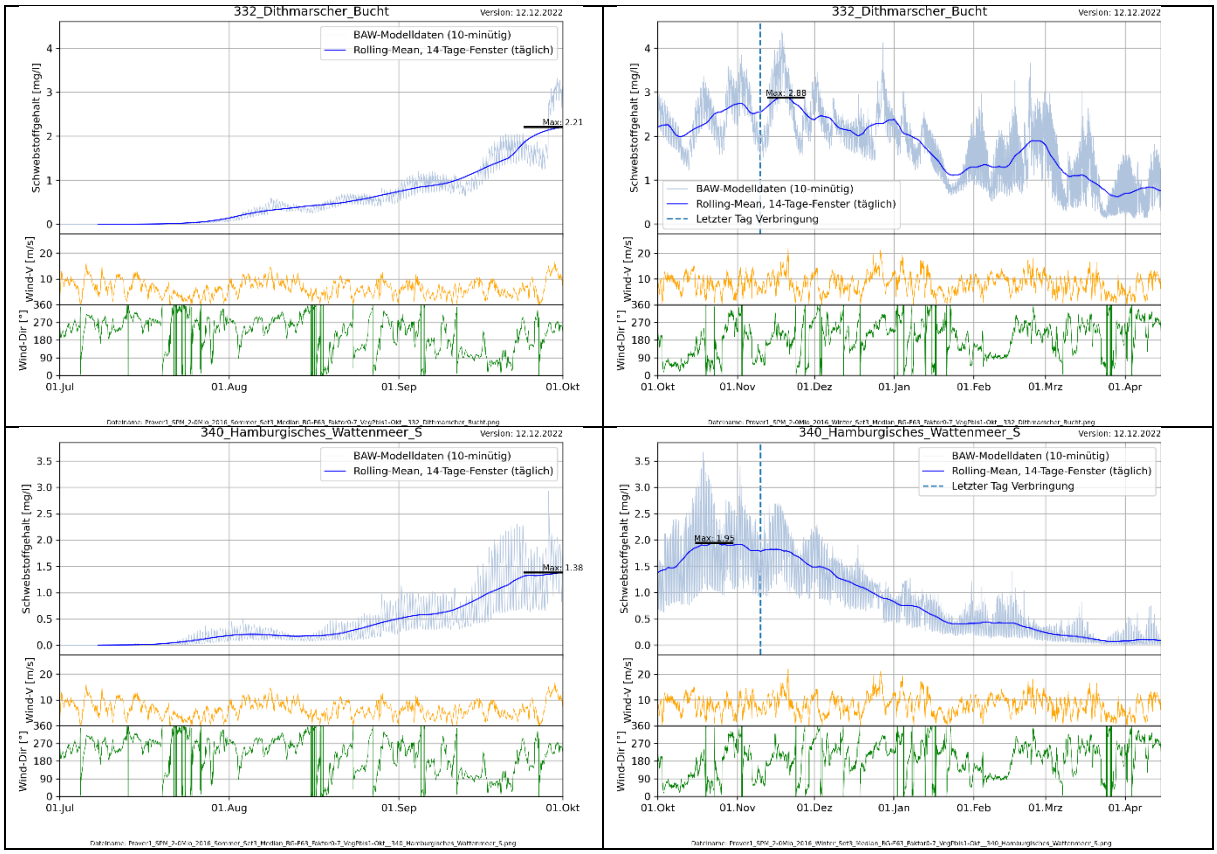


Abbildung 5-8: Zeitliche Entwicklung der Schwebstoffgehalte inkl. Gleitendes Mittel über 14 Tage (Dunkelblau) für ausgewählte BZRs inkl. Windgeschwindigkeit (orange) und Windrichtung (grün) an der Tonne E3

Die maximalen Erhöhungen der Schwebstoffgehalte unterscheiden sich zwar, aber die hier gezeigten BZR stehen mit den folgenden Eigenschaften repräsentativ für die meisten BZR entlang der Küste und in den Watten:

- Die fortlaufende Verbringung bewirkt eine fortlaufende Steigerung der verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte. Der zeitliche Verlauf dieser Steigerung ist abhängig von Lage und Entfernung des BZR zur Stelle Tonne E3. Ebenfalls ist bei größeren Gehalten auch eine deutlich größere Variabilität der Gehalte um das gleitende Mittel zu erkennen.
- In der Vegetationsperiode 2016 treten die maximalen Gehalte stets zum Ende der Periode in den letzten beiden Septemberwochen auf. Zu Beginn des Monats September lagen die Gehalte noch auf einem deutlich geringeren Niveau. Insbesondere in der zweiten Septemberwoche kommt es zu einem steilen Anstieg. Mögliche Ursache ist eine deutlich intensivere Einbringung von Baggergut ab August durch Einsatz eines zweiten Hopperbaggers. Des Weiteren dreht der Wind auf westliche Richtungen und frischt insbesondere in der letzten Septemberwoche auf. Dies bewirkt eine verstärkte Resuspension von Baggergutauflagen, die sich in den BZR auf der Gewässersohle bisher gebildet haben.
- Die absoluten Maxima für die Erhöhung der Gehalte werden im Winterzeitraum 2016/2017 erreicht. Auch hier bestimmt wieder Lage und Entfernung des BZR zur Stelle Tonne E3 den Zeitpunkt. Im Fall des hier dargestellten Szenarios von jährlich 2,0 Mio. t TS erfolgt der letzte Baggerumlauf am 10.11.2016, der zweite Hopperbagger hat bereits Anfang Oktober die Verbringung eingestellt. Im Verlauf der Monate Oktober und November 2016 werden dann vom Modell auch wieder sich abschwächende Gehalte prognostiziert.

- Zu Ende des Winterzeitraums bzw. zu Beginn der neuen Vegetationsperiode 2017 ist der Einfluss der vorangegangenen Verbringung auf die Schwebstoffgehalte entweder fast gänzlich oder zumindest stark zurückgegangen. Die dann noch festzustellenden Erhöhungen sind eher kurzfristig und immer stärker auf die temporäre Resuspension infolge des Windes, der Wellen und den Weitertransport von Baggergutablagerungen zurückzuführen. Beispiele für solche Räume sind der BZR 346 (Außenelbe_Nord) und BZR 330 (Eider Tidebecken).

Für die spätere Prognose der Auswirkungen erhöhter Schwebstoffgehalte auf die Wasserqualität, z. B. auf das Lichtklima unter Wasser, ist die Einordnung der zuvor dargestellten mittleren bzw. für die Dauerstufe von 2 Wochen maximalen Erhöhungen der Schwebstoffgehalte infolge der Verbringung von Baggergut in die Hintergrundverhältnisse von großer Bedeutung. Die relative Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehalts wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

Relative Erhöhung Gesamtschwebstoffgehalt [in %] = verbringungsbedingte Erhöhung / Hintergrundgehalt * 100 (vgl. auch Kapitel 4.1.3)

Eingang in die späteren Berechnungen und Bewertungen der ökologischen Auswirkungen eines veränderten Lichtklimas unter Wasser (Kapitel 5.6) findet die relative Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehalts. Daher verdeutlicht die obenstehende Gleichung, dass der Bestimmung des Hintergrundgehalts die gleiche Relevanz wie der Berechnung der verbringungsbedingten Erhöhung zukommt. Weitere Hinweise zur Bestimmung der Hintergrundgehalte in den verschiedenen BZR sind Kapitel 4.1.3 zu entnehmen. Das folgende kurze Beispiel soll nochmals der Erläuterung des zuvor geschilderten Sachverhalts zum Einfluss der Hintergrundverhältnisse dienen.

- Fall A: verbringungsbedingte Erhöhung = 1 mg/l, Hintergrundgehalt = 10 mg/l daraus ergibt sich eine relative Erhöhung von 1/10*100 = 10 %
- Fall B: verbringungsbedingte Erhöhung = 2 mg/l, Hintergrundgehalt = 100 mg/l daraus ergibt sich eine relative Erhöhung von 2/100*100 = 2 %

Im Fall B führt eine doppelt so hohe verbringungsbedingte Erhöhung zu einer 5-mal geringeren relativen Erhöhung.

Mit den in Kapitel 4.1.3 festgelegten Hintergrundgehalten ergibt sich für das Szenario von jährlich 2 Mio. t TS bzw. 2,5 Mio. t TS und für die bewertungsrelevante Vegetationsperiode 2016 die folgende Übersicht einer relativen Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehalts. Angesetzt für den Hintergrundgehalt wurde die Klassenmitte, also ein mittlerer Gehalt. Des Weiteren ist auch zu beachten, dass es sich hierbei um eine maximale Erhöhung für die Dauer eines 2-wöchigen Zeitraums handelt. Die Erhöhung zu anderen Zeitpunkten liegt darunter. Dargestellt in Abbildung 5-9 (links) ist die relative Erhöhung für die küstennahen Bereiche, den Bereich der Außeelbe und die Tideelbe (teilweise). Der Analyse umfasste sämtliche Daten bis Ende der Vegetationsperiode (30. September) für die Szenarien von jährlich 2,0 bzw. 2,5 Mio. t Baggergut[8]. Jenseits der Verbringstelle Tonne E3 und Umgebung ergibt sich die stärkste Erhöhung (15 – 25%) für die BZR, welche nördliche der Außenelbe und im Übergang zur offenen See liegen. In Richtung Küste nimmt die relative Erhöhung wieder ab. Aufgrund der großen Hintergrundgehalte im Ästuar nimmt die relative Erhöhung in der Tideelbe stark ab. Dargestellt in Abbildung 5-9 (rechts) ist ebenfalls die relative Erhöhung, jedoch für einen verkürzten Analysezeitraum bis 31. August. Der Vergleich zeigt bei identischer Analyse eine deutlich geringere Erhöhung der Gesamtschwebstoffgehalte. Im küstennahen Bereich und für die Außenelbe kann für alle BZR eine Herabstufung um 1 bis 2 Klassen beobachtet werden. Ursache ist die Steigerung der Intensität, mit der das Baggergut verbracht wird, durch den Einsatz des zweiten Hopperbaggers ab August in allen

[8] Aufgrund gleicher Baggergutmengen im Zeitraum bis 1. Oktober ergeben sich für die Szenario 2,0 und 2,5 Mio. t identische Ergebnisse. Die Mehrmenge für das Szenario von 2,5 Mio. t werden erst im anschließeden Winterzeitraum verbracht.

Szenarien. Die maximale Wirkung auf den Gesamtschwebstoffgehalt wird damit zum Ende der Vegetationsperiode in den letzten beiden Septemberwochen erreicht. Die Ergebnisse dieser differenzierten Betrachtung der beiden Analysezeiträume (bis 1.9. bzw. bis 30.9.) entfalten insbesondere für die Auswirkungsprognose zu den Seegräsern in Kapitel 5.6 Relevanz.

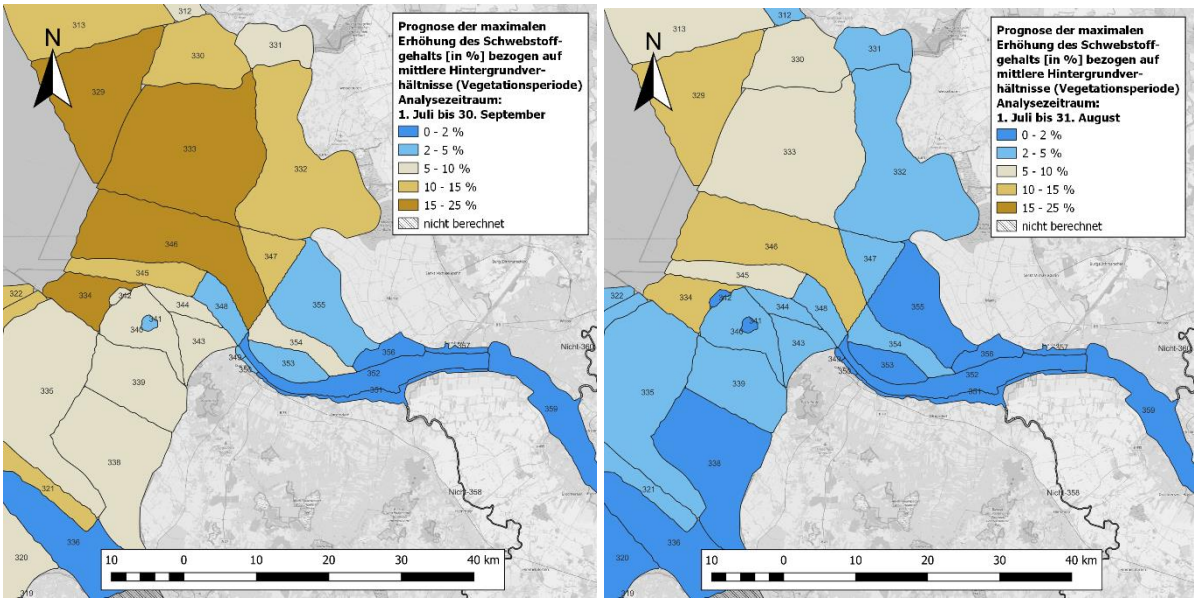


Abbildung 5-9: Relative Erhöhung Gesamtschwebstoffgehalt für die Dauer eines 2-wöchigen Zeitraums [in %] für die Szenarien von jährlich 2,0 und 2,5 Mio t Baggergut, links Analysezeitraum bis 30. September (Ende Vegetationsperiode), rechts verkürzter Analysezeitraum bis 31. August.

5.2 Morphologie und Sedimente

Nachfolgend sind die Wirkungen von zusätzlichen Sedimentablagerungen bzw. -auflagen sowie erhöhten Schwebstoffgehalten infolge der Verbringung von Baggergut beschrieben. Als Grundlage für die eigentliche Auswirkungsprognose werden drei Mengenszenarien von 1,5 | 2,0 | 2,5 Mio. t TS pro Jahr untersucht. Neben chemischen und ökologischen Auswirkungen werden auch mögliche Auswirkungen auf die Morphologie der Gewässersohle untersucht. Darunter werden die Eigenschaften, Gestalt bzw. die Strukturen der Gewässersohle verstanden; Veränderungen der Morphologie können auch weitere ökologische Auswirkungen nach sich ziehen.

5.2.1 Entwicklung des Ablagerungskörpers auf der Stelle Tonne E3

Aspekt: Leistungsfähigkeit der Verbringstelle

Für die drei Mengenszenarien ergeben sich für den zu betrachtenden Zeitraum von 10 Jahren Gesamtmengen von 15 | 20 | 25 Mio. t TS Baggergutsedimente. Vereinbarungsgemäß entfällt davon ein 20 prozentiger Anteil auf Unterhaltungsbaggergut aus der WSV-Strecke (vgl. Tabelle 2-1). Seit 2005 (erstmalige Nutzung der Stelle Tonne E3 für Verbringung von Baggergut) bis einschließlich 2020 wurden bislang insgesamt rd. 11,5 Mio. t TS Baggergutsedimente verbracht (BfG 2023a). 2021 sind noch weitere 1,5 Mio. t TS Baggergut an der Tonne E3 verbracht worden. Die Mengen für 2022 stehen noch nicht abschließend fest, werden aber ebenfalls voraussichtlich bei in etwa 1,5 Mio. t TS Baggergut liegen. Damit liegt derzeit die Gesamtmenge des verbrachten Baggerguts seit 2005 bei rd. 14,5 Mio. t TS. Je nach Mengenszenario wird es damit nach 10 Jahren mindestens eine Verdopplung und mehr der Gesamtbaggergutmenge geben.

Bislang wurde das Baggergut nahezu ausschließlich auf das VZ Ost (2005 bis September 2016) und das VZ Süd (ab Oktober 2016) verbracht. Der Vergleich Nullzustand 2005 mit der Peilung aus Februar 2021 (BfG 2023a) hat für die Flächen der genutzten VZ sowie für einen 200 m breiten Puffer rings um die beiden VZ einen Volumenzuwachs von insgesamt ca. 4,5 Mio. m³ ergeben:

754.000 m³ (VZ Ost) + 561.000 m³ (VZ Süd) + 3,22 Mio. m³ (200 m Puffer) = 4,535 Mio. m³

Im Jahr 2021 kamen auf VZ Süd noch einmal 0,15 Mio m^3 hinzu. Von einer weiteren Volumenzunahme auf dem VZ Süd ist aufgrund der zusätzlich verbrachten Baggergutmengen im Jahr 2022 auszugehen. Zuletzt wurde für die VZ Süd ein Verhältnis von 0,08 m³ je t Baggergut ermittelt (BfG 2023a, Anlage 2). Daher ist im letzten Jahr nochmals rd. 0,12 bis 0,15 Mio. m³ an Volumen hinzugekommen, so dass das aktuelle Gesamtvolumen des Ablagerungskörpers auf dem VZ Süd bei etwa 0,8 Mio. m³ liegen könnte, also vergleichbar groß wie der Ablagerungskörper auf dem VZ Ost.

Aufgrund der geringen Restkapazitäten auf dem VZ Süd hat HPA 2022 mit der Verbringung auf Teilflächen von VZ Nord begonnen. Für die maximale Höhe eines Ablagerungskörpers gibt es seitens der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung die Vorgabe, dass es zu keiner Unterschreitung der Wassertiefe von -25 m KN kommen darf. Diese Mindestwassertiefe wird im Rahmen des Monitorings an der Verbringstelle geprüft. In BfG (2023a) wurde die Mindestwassertiefe mit -25,9 m KN und größer innerhalb des nicht mehr mit Baggergut beaufschlagten VZ Ost nachgewiesen. Für die absolute Höhe der Ablagerungskörper bis Anfang 2021 wurde in BfG (2023a) angegeben: für VZ Ost im Mittel bei 4,7 m und maximal auf 5,8 m sowie für VZ Süd im Mittel bei 3,2 m und maximal auf 5 m.

Es wird daher erforderlich sein, zukünftige Baggergutmengen auf den bislang ungenutzten Flächen des[9] VZ Nord und VZ West zu verbringen. Ein prognostiziertes Verhältnis von 0,39 m³ je t TS[10] vorausgesetzt und bei gleichmäßiger Ausnutzung der beiden Zentren sowie bei Ausschöpfung der jeweils szenarioabhängigen Baggergutmengen ergeben sich rechnerisch nach 10 Jahren die folgenden Volumenzuwächse von 5,85[11] | 7,8 | 9,75 Mio. m³ auf VZ Nord und VZ West sowie einem 200 m breiten Puffer um die beiden Zentren herum. Diese Volumina werden sich gemäß der obenstehenden Abschätzung auf zwei Ablagerungskörper (je ein Körper auf VZ Nord und VZ West) verteilen. Die mögliche Maximalhöhe beider Körper könnte im Fall des Szenarios von jährlich 1,5 Mio. t TS bei maximal ca. 5 m liegen, wie dies heute auch der Fall auf den VZ Ost und Süd ist. Im Fall des Szenarios

[9] VZ Nord weitestgehend ungenutzt, mit einer ersten Beaufschlagung von Teilflächen auf VZ Nord wurde 2022 begonnen.
[10] 4,535 Mio. m³ / 11,495 Mio. t TS = 0,39 m³ / t
[11] Z. B. für das Szenario von jährlich 1,5 Mio. t TS / a * 10 a * 0,39 m³ / t TS = 5,85 Mio. m³

von jährlich 2 Mio. t TS Szenario wird überschlägig abgeschätzt, dass die maximale Höhe nochmals um 2 m auf dann etwa 7 m anwachsen könnte[12]. Beim Szenario von jährlich 2,5 Mio. t TS Szenario läge die Höhe dann rechnerisch bei 9 m.

Bei einem maximalen Aufwuchs über 5 m ist das Kriterium der Mindestwassertiefe zu beachten. Bei den VZ Nord und VZ West kann jedoch von einer etwas größeren Kapazität im Vergleich zu VZ Ost und VZ Süd ausgegangen werden. Dieses liegt an der nach West um ungefähr 1 m abfallenden Tiefenlage der Gewässersohle.

Unter Beachtung der Vorgabe einer Mindestwassertiefe ist davon auszugehen, dass die Baggergutmengen aus dem Szenario von jährlich 1,5 Mio. t TS (= 15 Mio. t TS nach 10 Jahren) sicher auf den noch verfügbaren VZ Nord und VZ West verbracht werden können. Gleiches gilt auch für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t TS (= 20 Mio. t TS nach 10 Jahren). Für dieses Szenario ist jedoch davon auszugehen, dass zum Ende des Zeitraums von 10 Jahren Teilflächen auf den VZ gezielt festgelegt werden müssen, um weitere Baggergutmengen sicher verbringen zu können. Beim größten Mengenszenario von jährlich 2,5 Mio. t TS (= 25 Mio. t TS nach 10 Jahren) kann nicht sicher ausgeschlossen werden, dass die volle Menge ohne Verstoß gegen die Vorgabe der Mindestwassertiefe auf den bestehenden vier VZ verbracht werden kann.

Aspekt: Flächige Ausdehnung Ablagerungskörper und Baggergutauflage

Mit der Nutzung der VZ Nord und VZ West in den kommenden 10 Jahren werden nun nach dem VZ Ost (2005 bis September 2016) und dem VZ Süd (ab Oktober 2016) alle vier der bislang eingerichteten Verbringzentren mit Baggergut beaufschlagt werden. Auf jedem Zentrum wird sich ein Ablagerungskörper bilden. Eine Baggergutauflage wird noch darüber hinaus erkennbar sein. In den vorangehenden Berichten zur Tonne E3 (z. B. BfG 2023a, BfG 2019) wurde definiert, dass sich der Ablagerungskörper unmittelbar im direkt mit Baggergut beaufschlagten Bereich plus einem 200 m breiten Pufferbereich um die Verbringzentren herum bildet. Dieser Körper hebt sich in Peilaufnahmen deutlich erkennbar von seiner Umgebung ab. Als Baggergutauflage hingegen wird eine flächenhafte und eher ebene Überdeckung der umliegenden Sedimente mit Baggergut bezeichnet. Die Baggergutauflage an sich bzw. deren räumliche Ausdehnung kann durch die Auswertung von Peildaten nachgewiesen werden. Darüber hinaus wird die Auflage immer geringer und die Baggergutsedimente mischen sich in die Gewässersohle soweit ein, z. B. infolge der natürlichen Sedimentdynamik oder anderer Prozesse wie Bioturbation, dass hierdurch keine bzw. eine nur sehr geringe Volumenveränderung zu erwarten ist. Eine solche Baggerguteinmischung kann nicht mehr durch Peilaufnahmen, sondern v.a. durch veränderte Schadstoffgehalte (Kapitel 4.3) erkannt werden.

Der aktuelle Zustand ist zuletzt umfänglich in BfG (2023a) beschrieben worden. Die nachgewiesene Ausdehnung der Baggergutauflage (inkl. Ablagerungskörper) wird mit 3,48 km² angegeben; darin enthalten die Fläche der beiden bislang genutzten Verbringzentren (2 * 0,16 km² = 0,32 km²) sowie der 200 m breite Puffer (Fläche = 0,72 km²). Damit ergibt sich die Fläche der Baggergutauflage ohne Ablagerungskörper und Puffer zu 2,44 km². Für die Festlegung der Baggergutauflage wurde das Kriterium des zweifachen Nachweises einer „sehr sicheren Baggergutauflage[13] gewählt (in Abbildung

[12] Abschätzung dieser Höhe von 2 m erfolgt mit Blick auf die Grundfläche beider VZ von je 400 m * 400 m, auf welche die zusätzliche Menge Baggergut (hier nach 10 Jahren 5 Mio. m³ zusätzlich verglichen zum Szenario von jährlich 1,5 Mio. t) verbracht wird. Rechnung: (0,13 m³ / t TS * 5 Mio. t TS) / (2 * 400 m * 400 m) = 2,03 m. Für 0,13 m³ / t TS siehe BfG (2019), dort der beobachtete Volumenzuwachs infolge Baggergut auf dem VZ Ost

[13] Für eine Beschreibung des methodischen Vorgehens beim Nachweis einer „sehr sicheren Baggergutauflage“ wird auf BfG (2023a) verwiesen.

5-10 (links) als schraffierte Fläche dargestellt). Diese Fläche reicht über den 1 km Kreis heran an den 1,5 km Kreis. Die Mittelpunkte beider Kreise liegen im VZ Ost.

Mit Nutzung der beiden VZ Nord und VZ West in den kommenden 10 Jahren wird sich die Gesamtfläche des Ablagerungskörpers inklusive eines weiterhin 200 m breiten Puffers von derzeit noch 1,04 km² (= 0,32 km² + 0,72 km²) auf zukünftig 1,6 km² (=4 * 0,16 km² + 0,96 km²) vergrößern. Der Zuwuchs an Fläche für Ablagerungskörper plus Puffer beträgt also 0,56 km², wobei diese Fläche bereits heute von der Baggergutauflage betroffen ist.

Aufgrund der zukünftigen Nutzung der beiden VZ Nord und VZ West wird es auch zu einer Ausdehnung der Baggergutauflage kommen. Es wird angenommen, dass die Fläche und Ausdehnung dieser identisch zu der bisherigen und zuletzt in BfG (2023a, dort Abb. 4-11) dokumentierten Nachweissituation ist. Für die Prognose wird diese entsprechend BfG (2023a) abgegrenzte Fläche (siehe Abbildung 5-10, links) auf die Lage der VZ Nord und VZ West übertragen und der Flächenzuwachs bestimmt (siehe Abbildung 5-10, rechts). Diesem Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, dass die Ausdehnung der Baggergutauflage ebenfalls in eine südöstliche bzw. nordwestliche Richtung erfolgen wird. Die Prognose für den Flächenzuwuchs an Baggergutauflage beträgt damit etwa 2 km², so dass die betroffene Gesamtfläche von derzeit 3,48 km² auf etwa 5,4 km² (jeweils inklusive Fläche Ablagerungskörper) zunehmen wird. Es ist davon auszugehen, dass die zukünftige Baggergutauflage bis an den 2 km Radius (Mittelpunkt in VZ Ost) heranreichen und punktuell sogar darüber hinaus reichen wird.

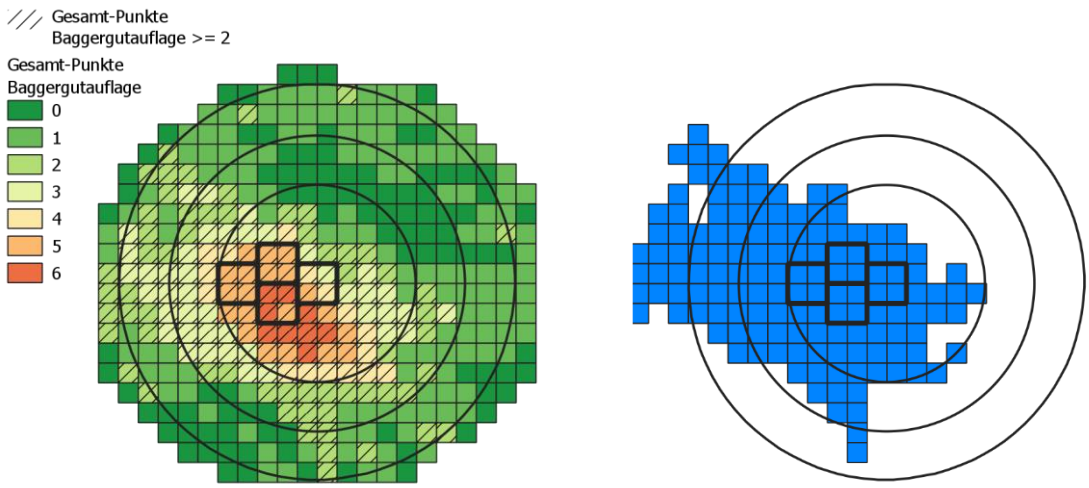


Abbildung 5-10: IST-Zustand (links, Quelle BfG, 2023a) und Prognose (rechts) der flächigen Ausdehnung für zukünftige Ablagerungskörper und Baggergutauflage auf und um VZ Nord und VZ West

Aspekt: „Rutschung" der Baggergutauflage

Das Monitoring an der Verbringstelle hat eine großflächige „Rutschung" und infolge dessen eine Verlagerung von rd. 51.000 m³ an Baggergutsedimenten aus VZ Süd heraus erkannt (siehe BfG 2023a und BfG 2023b). Dieses Ereignis kann auf den Zeitraum Mai 2019 bis Mai 2020 datiert werden. Eine engere zeitliche Eingrenzung ist nicht möglich. Ein vergleichbares Ereignis wurde in der Vergangenheit nicht beobachtet. Es handelt sich um ein bisher singuläres Ereignis. Als Auslöser für diese submarine „Hangrutschung" wird eine Kombination aus mehreren Faktoren vermutet (vgl. BfG 2023b). Der erste Faktor ist die Entstehung eines Porenwasserüberdrucks in der oberen Schicht an frisch abgelagerten

Baggergutsedimenten, welcher in dieser Schicht zu einer Instabilität geführt hat. Dieser Überdruck ist vermutlich dadurch entstanden, dass deutlich schwereres Baggergut auf eine Schicht an eher bindigen und plastischen Sedimenten mit einem höheren Wassergehalt aufgebracht worden ist. Auf diese Instabilität ist dann vermutlich ein Sturmereignis wie z. B. das Sturmtief Sabine (10. bis 13.2.2020, Kategorie „schwere Sturmflut“) getroffen. Eine mobilisierende Wirkung an der Sohle infolge des hohen Wellengangs konnte rechnerisch nachgewiesen werden und ist damit nicht unwahrscheinlich (Nachweis, siehe BfG 2023b).

Obwohl in der Vergangenheit zuvor nicht beobachtet, kann eine Wiederholung einer solchen „Rutschung“ im Bereich der zukünftig zu beaufschlagenden VZ West und VZ Nord grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden. Vornehmlich die VZ Süd und VZ West liegen exponiert an der ursprünglichen Hanglage der Verbringstelle und in Richtung der Hauptströmungen. Die Wahrscheinlichkeit einer wiederholten Rutschung kann voraussichtlich reduziert werden, indem zukünftig vor allem bei Nutzung der VZ West auf eine gleichmäßige Verteilung des Baggerguts innerhalb des VZ und damit auf eine möglichst geringe Höhe des Ablagerungskörpers geachtet wird.

Des Weiteren wird empfohlen, bei Verbringung größerer Mengen bindigen Baggerguts mit hohem Feinkornanteil, dieses in den darauffolgenden Wochen während einer Eigengewichtskonsolidierung nicht mit zusätzlichem Baggergut und vor allem keinem Baggergut höherer Dichte (z. B. mit größerem Sandanteil) zu überdecken. Die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Rutschung sinkt auch, wenn im Verlauf einer Kampagne das Baggergut gut auf den Flächen der VZ verteilt wird und damit die Mächtigkeit der frischen Auflage möglichst gering bleibt (= bessere Entwässerung bei Konsolidierung).

Prognose: Sollte es dennoch in Zukunft wieder zu einer „Rutschung“ kommen, muss jedoch nicht mit einem erhöhten Austrag und damit einer großräumigen Verdriftung größerer Mengen feinkörniger (= potenziell schadstoffbelasteten) Baggergutsedimente kommen. **Begründung:** Bei dem in 2019/2020 einmalig beobachtetem Rutschungsereignisses hat es sich um ein kompaktes Seitwärtsbewegen von auf der Gewässersohle abgelagerten Baggergutsedimenten gehandelt. Diese Bewegung ist entlang einer Scherfuge im Untergrund und ohne eine nennenswerte Remobilisierung von feinkörnigen Sedimenten in die Wassersäule geschehen.

5.2.2 Sedimentologische Eigenschaften der Gewässersohle

Durch die früheren Verbringungen bis einschließlich 2022 von rd. 14,5 Mio. t TS Baggergut hat sich im Bereich der bisher genutzten Verbringzentren VZ Ost und VZ Süd jeweils ein sandiger Ablagerungskörper gebildet. Zuletzt sind die sedimentologischen Eigenschaften in BfG (2023a) beschrieben worden. Auf dem nicht mehr genutzten VZ Ost zeigen die Daten einen Trend zu einer Verfeinerung, zuletzt lag der Sandanteil (> 63 µm) bei nur noch rd. 50 Gew.-%. Auf dem aktiv genutzten VZ Süd hingegen wurde ein Sandanteil von bis zu rd. 75 Gew.-% festgestellt. Der tatsächlich sich einstellende Sand- zu Feinkornanteil wird auch von Menge und Eigenschaften des Baggerguts abhängig sein.

Prognose: Die größte Veränderung an den bisherigen Sedimentverhältnissen wird sich durch die Neunutzung der VZ Nord und VZ West einstellen. Der prognostizierte Flächenzuwachs für Ablagerungskörper plus Puffer beträgt 0,56 km² (siehe Kapitel 5.2.1). Dies entspricht zugleich dem Zuwachs einer Fläche, auf der eine Vergröberung des Sedimentinventars mit Sandanteilen > 50 Gew.-% erwartet werden muss. Zugleich wird es aber auf den zukünftig nicht mehr genutzten VZ Ost und VZ Süd (plus Puffer) teilweise zu einer Verfeinerung der Sedimente kommen (natürliche Sedimentation, siehe Kapitel 4.1.1). Die geschätzte Fläche hierfür liegt bei rd. 0,5 km². Gegenüber dem heutigen Zustand wird es also zu einer Verlagerung der Flächen, welche durch einen höheren Sandanteil geprägt

sind, kommen. In Summe wird sich die Gesamtfläche nicht stark erhöhen. Weiterhin ist davon auszugehen, dass eine nachweisliche Veränderung bei der Korngrößenverteilung beschränkt auf einen Kreis mit einem Radius von einem Kilometer um das jeweils beaufschlagte Verbringzentrum bleibt. Bei den beiden größeren Mengenszenarien ist es aber nicht ausgeschlossen, dass die beeinflusste Fläche punktuell auch darüber hinaus reichen wird. **Begründung:** Die gegebene Prognose leitet sich aus den Beobachtungen des langjährigen Monitorings ab. Eine vergleichbare Entwicklung wird in Zukunft bei Nutzung der VZ West und VZ Nord angenommen.

Baggergutsedimente, die über diesen 1 km Kreis hinaus verdriften und dort zur Ablagerung kommen, bilden die Baggergutauflage, die bei ausreichender Mächtigkeit durch Bildung von Differenzenvolumina nachgewiesen werden kann. Es handelt sich hierbei um feinkörnige Sedimente (< 63 µm), so dass es hier zu keiner nachweisbaren Veränderung bei der Korngrößenzusammensetzung der Gewässersohle kommen wird.

5.2.3 Sedimentablagerungen von Baggergut auf der Gewässersohle außerhalb der Verbringstelle, hier Auswirkungen auf die morphologischen Verhältnisse

Im Fokus der Prognose stehen an dieser Stelle mögliche Auswirkungen von feinkörnigen Sedimentablagerungen auf die Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen und sedimentologischer Verhältnisse an der Gewässersohle. Die Verbringstelle und der unmittelbare Umgebungsbereich sind in Kapitel 5.2.1 und Kapitel 5.2.2 bereits betrachtet worden.

Tabelle 5-2 listet neun BZR, welche gemäß der numerischen Modellprognose und Extrapolation auf 10 Jahre (beachte hierzu die Hinweise in Kapitel 5.1.2 und die Beschreibung zum Vorgehen in Kapitel 3.1) am stärksten durch Ablagerungen von Baggergutsedimenten betroffen sind. Die ersten sieben BZR aus Tabelle 5-2 liegen in der Tideelbe stromauf von Cuxhaven. In Ergänzung sind der Tabelle 5-2 ebenfalls die beiden am stärksten von Baggergutauflagen betroffenen BZR im restlichen Untersuchungsgebiet gelistet. Alle Ergebnisse wurden mit dem Faktor 10 extrapoliert und decken damit den für das Gutachten geforderten 10 Jahreszeitraum ab. Der BZR 324_Schlickfallgebiet_West, welcher die Verbringstelle bei Tonne E3 beinhaltet, wurde bei dieser Listung ausgenommen. Eine Prognose der möglichen Sedimentablagerungen in diesem Bereich ist in Kapitel 5.2.1 gegeben. Zusätzlich ist in Tabelle 5-2 noch der morphologische Raum für die BZR - sofern verfügbar - ergänzt. Für Erläuterungen zum morphologischen Raum sei auf Kapitel 4.1.4 verwiesen bzw. für eine Kurzdefinition siehe Fußnote[14].

[14] Der morphologische Raum ist ein Maß für die vertikale Morphodynamik eines Gewässerabschnitts, welcher definiert ist „als der Betrag der Differenz zwischen maximaler und minimaler Höhe eines Ortes über den Verlauf mehrerer Zeitschritte. Er kann genutzt werden, um morphologisch stabile Bereiche zu identifizieren. Quelle: EasyGSH-DB (Link: https://www.europeandataportal.eu/data/datasets/718f2344-8135-4ab5-9691-1bb02baed5da?locale=de)

Tabelle 5-2: Liste der 9 am stärksten durch Auflagen von Baggergutsedimenten betroffenen BZR (nach 95. Perzentil sortiert), 10-Jahres Prognose fürSzenario jährlich 2 Mio. t TS und BZR des Set 3

BZR Set3	Name	95. Perz. Auflage in [mm]	BZR Set3	Name	mittlere Auflage in [mm]	Morphologischer Raum in [mm] (2007-2012) Werte für Spalten (a) | (b)
(a)			(b)			
350	Cuxhaven_Hafen	440	350	Cuxhaven_Hafen	72	n.a. | n.a.
357	Tideelbe_vorBrunsb	345	357	Tideelbe_vorBrunsb	38	760 | 760
349	Grimmershoerner_Bucht	255	349	Grimmershoerner_Bucht	38	680 | 680
351	Altenbrucher_Bogen	45	352	Tideelbe_Cux_Bruns	7	230 | 1140
359	Tideelbe_stromauf_Bruns	21	351	Altenbrucher_Bogen	5	n.a.| 230
356	Neufelder_Sand	20	359	Tideelbe_stromauf_Bruns	4	180 | n.a.
352	Tideelbe_Cux_Bruns	9	356	Neufelder_Sand	7	230 | 180
….	….		….	….		
331	Eidermuendung	5	344	HH_Wattenmeer_NO	1	810 | 1210
332	Dithmarscher_Bucht	3	331	Eidermuendung	1	350 | 810

Hinweis: Die ersten 7 BZR liegen alle in der Tideelbe stromauf von Cuxhaven. Am Schluss ergänzt sind noch die beiden am stärksten von Baggergutauflagen betroffenen BZR aus dem restlichen Untersuchungsgebiet. Die klassifizierten Ergebnisse für alle BZR und alle Mengenszenarien können in tabellarischer Form im Anhang der Tabelle 10-1 entnommen werden.

Auswirkungsprognose "morphodynamische Entwicklung des Systems"

Die BAW unterstützt die Erstellung dieser Auswirkungsprognose mit Hilfe eines mathematisch-numerischen Modells. Bei den Simulationsrechnungen für die Untersuchungen der Verdriftung und des langfristigen Verbleibs der Baggergutsedimente wurde ein Gesamtzeitraum von 2,5 Jahren modelliert. Um den geforderten Prognosezeitraums von 10 Jahren zu erreichen, mussten die Modellergebnisse nochmals extrapoliert werden. Das gewählte Vorgehen hierzu ist in Kapitel 3.1 erläutert. Die Ergebnisse für die Langfristprognose sind in Tabelle 5-2 und auch in Kapitel 5.1 dargestellt. Einleitend sei auch nochmal darauf hingewiesen, dass diese Langfristprognose der Sedimentablagerungen auf der sicheren Seite liegt. Der Preis für diese Sicherheit ist jedoch eine Prognose, die weiter von den tatsächlichen Werten entfernt liegt und damit die möglichen Wirkungen auch deutlich überschätzen kann.

Für einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren kann aus dem numerischen Modell die „natürliche" morphodynamische Langfristentwicklung des Systems, insbesondere der sehr aktiven Watten und Ästuarien, nicht abgeleitet werden[15]. Die Einordnung der Mächtigkeit der baggergutbedingten Sedimentablagerungen in das morphodynamische Hintergrundgeschehen erfolgt daher auf Basis von Messdaten. Zur Einstufung wird ein Vergleich mit dem morphologischen Raum vorgenommen, als ein Maß für die Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen, welcher aus einer Abfolge vermessener Bathymetrien abgeleitet wurde (vgl. Kapitel 4.1.4).

Für alle BZR seewärts von Cuxhaven liegt die rechnerische Prognose für die Sedimentablagerungen in der Größenordnung von wenigen Millimetern vor und damit im unteren einstelligen Bereich; gleiches gilt auch für das 95. Perzentil. Auch die Extrapolation der Mittelwerte mit dem Faktor 10 stellt weiterhin eine Überschätzung dar, da es eine Überlagerung mit der natürlichen Dynamik, insbesondere die der küstennahen Strukturen wie Watten und Priele, unberücksichtigt lässt. Für die beiden BZR 331_Eidermündung und 332_Dithmarscher Bucht zum Beispiel wurden Mittelwerte für den morphologischen Raum als Maß für die natürliche Dynamik von 0,81 m bzw. 0,35 m berechnet. Im Fall

[15] Gründe hierfür sind nicht nur die extrem langen Rechenzeiten, sondern auch stetig steigende Modellunsicherheiten z.B. infolge von Annahmen für zukünftige Randwerte.

von BZR 344_ HH_Wattenmeer_NO liegt der Wert bei mehr als einem Meter. Dieser Vergleich mit dem morphologischen Raum verdeutlicht nochmal, dass die geringmächtigen Sedimentablagerungen aus der Verbringung von der natürlichen Morphodynamik im Hintergrund vollständig und fortlaufend überlagert und / oder auch wieder erodiert werden können.

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Einordnung der Prognose der baggergutbedingten Sedimentablagerungen ist deren Mess- und Beobachtbarkeit. Diese liegt bei modernen Vermessungssystemen in der Hydrographie bei rd. 4 cm (vgl. BfG 2019). Damit wäre einzig der jährlich prognostizierte Aufwuchs der Ablagerung im BZR 350_Hafen Cuxhaven nach 10 Jahren ungestörter Akkumulation gerade noch messbar und hier nur die kleinräumigen Ablagerungen, welche durch das 95. Perzentil dargestellt werden[16]. Bei BZR 350, aber auch bei BZR 345 (Hafen Brunsbüttel), handelt es sich zudem um Sonderfälle, nämlich um die Hafenbereiche von Cuxhaven und Brunsbüttel. Hafenanlagen sind Sedimentationsschwerpunkte und die Wassertiefen müssen daher regelmäßig per Baggerung unterhalten werden. Auch für die auf den Plätzen 3 und 4 gelisteten BZR 349 und BZR 351 trifft Vergleichbares zu. Diese Hinweise auf besondere Randbedingungen sind am Ende dieses Kapitels 5.2.3 nochmals kompakt zusammengefasst. Für alle anderen BZR trifft zu, dass sogar ein über 10 Jahre akkumulierter Aufwuchs nicht mess- und beobachtbar wäre. Zudem ist ein ungestörter Aufwuchs von Auflagerungen über Jahre hinweg, wie es als Ergebnis der Extrapolation erscheint, ausgeschlossen. Im Gegensatz dazu ist die „natürliche“ morphodynamische Entwicklung des Systems in vielen BZR so intensiv, dass Veränderungen im Abstand von wenigen Wochen bereits mess- und beobachtbar sind.

Prognose: In Summe der vorangegangenen Überlegungen kann daher ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten Sedimentablagerungen (infolge Verbringung) die natürliche Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen wie z. B. Watten, Priele, Sandbänke maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können. **Begründung:** Auch unter einer extremen Auslegung der Worst-Case Bedingungen, wie hier durchgeführt, wäre eine Veränderung der Bathymetrie der Gewässersohle infolge der Verbringung von Baggergut weiterhin nicht mess- und beobachtbar. Dem gegenüber steht eine natürliche Entwicklungsdynamik, die Veränderungen in einer ganz anderen Größenordnung, Intensität und in wesentlich kürzeren Zeiträumen bewirken kann (vgl. morphologischer Raum).

Auswirkungsprognose „sedimentologische Verhältnisse der Gewässersohle“

Für eine Einschätzung möglicher Auswirkungen auf die sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle ausgehend von den in Tabelle 5-2 gegebenen Prognosen dient die nachfolgende Betrachtung zusammen mit zwei Beispielrechnungen als Orientierung. Die Bestimmung der sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle erfolgt z. B. durch die Entnahme und Analyse von Sedimentproben. Blicken wir auf das Beispiel einer feinsandigen Gewässersohle (63 – 200 µm Korngrößendurchmesser), wie sie häufig auf den vorgelagerten Watten anzutreffen ist, auf der eine feinkörnige Schicht Baggergutsedimente (Korngrößendurchmesser < 63 µm) zur Ablagerung kommt. Die ehemals ausschließlich feinsandige Probe weist nun als Mischprobe zusätzlich einen Anteil Feinkorn auf. Von einer maßgeblichen Veränderung kann man vorsichtig ab einer wiederkehrenden Zunahme des Gewichtsanteils einer bestimmten Sedimentfraktion um etwa 10 Gew.-% sprechen. In diesem Beispiel spräche man dann anstelle von Feinsand von einem schluffigen Feinsand. Gemäß DIN EN ISO 14688-1 beschreibt das Adjektiv „schluffig“ einen Nebenanteil der Probe, die „die bestimmenden Eigenschaften des Bodens zwar nicht prägt, aber beeinflussen könnte“. Unter Anwendung der Mischungsgleichung aus Kapitel 3.3.1 und Annahme einer Entnahmetiefe für die

[16] Prognose für Betrachtungszeitraum von 10 Jahren = 440 mm (siehe hier 95. Perzentil in Tabelle 5.2), dies entspricht einer jährlichen Neusedimentation von 44 mm bzw. 4,4 cm, was nur wenig größer als die Vorgabe von 4 cm für Mess- und Beobachtbarkeit ist.

Gesamtprobe von 20 cm würde es im Fall der feinsandigen Gewässersohle eine 2 cm (= 20 mm) mächtige Baggergutauflage bedürfen, um diesen Anteil von 10 Gew.-% zu erreichen, ab dem eine erkennbare Veränderung der Sedimentzusammensetzung eingetreten ist. Das zweite Beispiel wäre ein Feinsand mit 15 % Feinkornanteil (Feinsand mit Schluff als Nebenanteil auch bezeichnet als schluffiger Feinsand). Auch hier würde eine 2 cm Sedimentauflage eine veränderte Bezeichnung in einen nun stark schluffigen Feinsand (Schluffanteil ab etwa 20 %) bewirken. Aber erst ab einer mehr als 5 cm mächtigen Auflage mit Baggergut würde die Feinkornfraktion in diesem Beispiel neben Feinsand einen zweiten Hauptanteil ausmachen und damit die Eigenschaft der Sedimentzusammensetzung maßgeblich verändern.

Eine systematische Veränderung der sedimentologischen Verhältnisse wird nicht an einer Einzelprobe festgemacht. Für eine Veränderung der sedimentologischen Verhältnisse bedarf es einer geringen prozentualen, aber großflächigen Veränderung auf großer Fläche. Daher orientiert sich die nachfolgende Schlussfolgerung an den Prognosen der mittleren Ablagerungsmächtigkeiten (im Flächenmittel) und nicht am lokalen Worst Case des 95. Perzentils je BZR (der für kleinräumige und maximale Änderung im BZR steht) (Tabelle 5-2). Rein rechnerisch können Auswirkungen auf die sedimentologischen Verhältnisse für alle BZR sicher ausgeschlossen werden. Von dem rechnerischen Nachweis ausgenommen wären nur die ersten drei BZR aus der Liste in Tabelle 5-2, dort BZR 350, 357 und 349. Aber auch dieser Prognose liegt die sehr unwahrscheinliche Annahme einer im Verlauf der 10 Jahre fortlaufenden und ungestörten Akkumulation von Sedimentablagerungen an gleicher Stelle zu Grunde. Zudem handelt es sich bei diesen BZR um die Hafenbereiche von Cuxhaven und Brunsbüttel sowie die Grimmershörner Bucht mit besonderen Randbedingungen und ebenfalls sehr feinkörnigen Sedimenten, welche zum Schluss des vorliegenden Kapitels erläutert und die vom Modell prognostizierten Sedimentablagerungen nochmals neu eingeordnet werden.

Prognose: In Summe der vorangegangenen Überlegungen kann ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten Sedimentauflagen (infolge Verbringung) die vorhandenen „sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle“ maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können[17].
Begründung: Unter einer linearen Skalierung der Sedimentmächtigkeit, wie hier durchgeführt, wird der prognostizierte zusätzliche Eintrag von feinkörnigen Baggergutsedimenten der Tonne E3 in Form von Auflagen nicht eine heute sandige Gewässersohle zukünftig „verschlicken“ und maßgeblich oder nachweisbar verändern. In gleicher Weise können maßgebliche und nachweisbare Veränderungen in Bereichen mit einer bereits heute schlickigen und damit von feinkörnigen Sedimenten geprägten Gewässersohle ausgeschlossen werden.

Aufgrund der z. T. nicht im Modell abzubildenden Randbedingungen folgen weitergehende Erläuterungen zu ausgewählten BZR mit besonderen Randbedingungen und Voraussetzungen für die Interpretation der Modellergebnisse und den davon abgeleiteten Prognosen für die Sedimentablagerungen. Die nachfolgenden Erläuterungen sind insbesondere bei den nachfolgenden Betrachtungen zu möglichen chemischen und ökologischen Auswirkungen infolge von Sedimentablagerungen zu berücksichtigen, die sich aus der Verwendung dieser Daten/ Prognosen ergeben.

BZR 350_Cuxhaven_Hafen und 357_ Tideelbe_vor_Brunsb, Set 3: Die beiden BZR umfassen ausschließlich die Hafenbecken von Cuxhaven und der elbseitigen Vorhäfen des NOK bei Brunsbüttel. Häfen sind wasserbauliche Anlagen, die aufgrund der stark reduzierten Strömungsverhältnisse, großer Sohltiefen und z. T. Zirkulationsströmungen Schwerpunkte für Sedimentation sind. Vor allem feinkörnige Sedimente kommen hier zur Ablagerung. Entsprechend regelmäßig werden die Wassertiefen in den Hafenbecken von Cuxhaven und Brunsbüttel unterhalten. Die Entfernung von

[17] Für die Prognose im Bereich der Verbringstelle und der unmittelbaren Umgebung siehe Kapitel 5.2.1

Sedimentablagerungen durch Baggerungen im Rahmen der Wassertiefenunterhaltung sind in den Modellierungen der BAW nicht berücksichtigt. Entsprechend sind die Modellergebnisse im Sinn einer potenziell möglichen Sedimentation nicht als realistische Prognose für das Sedimentationsgeschehen über mehrmonatige Zeiträume zu verstehen. Gleiches gilt dann auch für die Extrapolation auf den Gesamtzeitraum von 10 Jahren.

BZR 349_Grimmershörner Bucht, Set 3: Der BZR Grimmershörner Bucht ist einer der kleinsten BZR im Set 3. Entsprechend gering sind im großräumig konzipierten BAW-Modell die geometrischen bzw. hydraulisch wirksamen Details dieser Bucht aufgelöst. In Richtung Cuxhaven wird die Bucht durch ein Hafenbecken begrenzt, welches aber in BZR 350 enthalten ist. Stromab in Richtung Außenelbe wird die Bucht auf Höhe der Kugelbake ebenfalls durch ein kleines Hafenbecken begrenzt. Für diesen Flächenanteil gelten die Hinweise, wie zuvor für BZR 350 und 357 gegeben. Landseitig schließt ein mit Buhnen gesicherter Uferbereich an. Aufgrund dieser befestigen Anlagen wirkt diese Bucht hydraulisch wie ein sehr großes Buhnenfeld. Buhnenfelder sind durch Zirkulationsströmungen Bereiche mit einer verstärkten Sedimentation. Sedimentablagerungen verändern die Bathymetrie und stehen damit in unmittelbarer Wechselwirkung mit den sich dadurch verändernden Strömungskräften. Diese Art der Rückkopplung ist numerisch rechenintensiv und komplex in einem Modell umzusetzen. Bei den hier verwendeten Modellrechnungen wurde darauf verzichtet. Im Fall von geringmächtigen Sedimentablagerungen, was auf die allermeisten BZR zutrifft, bedeutet diese Vereinfachung nur einen geringen Verlust an Genauigkeit bei den Ergebnissen. In der Realität lagern sich Sedimente daher nur solange ab, bis das Buhnenfeld einen Gleichgewichtszustand zwischen Sedimentvolumen und Strömung erreicht hat. Dieser Zustand ist aber dynamisch. Kurzzeitig höhere oder extreme Wasserstände, verstärkte Strömungen und Wellenbelastung auf die Gewässersohle führen umgekehrt auch wieder zu Erosion und Austrag von abgelagerten Sedimenten bzw. auch von verbringungsbedingten Sedimentablagerungen. Auch in diesem BZR sind die Modellergebnisse im Sinn einer potenziell möglichen Sedimentation und nicht als Prognose einer realistischen Sedimentationsprognose über längere Zeiträume von bis zu 10 Jahren zu verstehen.

BZR 351_Altenbrucher Bogen, Set 3: Im BZR Altenbrucher Bogen befinden sich zwei potenzielle und sehr kleinräumige Sedimentationsbereiche. Ein erster ist die kurze Strecke zwischen dem Sperrwerk der Oste und dem Mündungsbereich der Oste in die Tideelbe. Den zweiten Bereich bilden die Buhnenfelder weiter stromab, welche entlang des Altenbrucher Bogens das dortige Ufer sichern. Hinweise auf eine verstärkte Bildung von Sedimentauflagen auf anderen Flächen, wie z. B. auf den Vorlandflächen bis zur Deichlinie, können den Modellergebnissen nicht entnommen werden. Eine mögliche Sedimentation in der Größenordnung, wie für das 95. Perzentil berechnet, können daher räumlich einem dieser beiden zuvor genannten Bereiche zugeordnet werden. In beiden Bereichen sind es kleinräumige wasserbauliche Anlagen und morphologische Strukturen, welche die Strömungs- und Sedimentationsdynamik bestimmen. Auch hier gilt, dass diese in dem großräumig konzipierten BAW-Modell nur in grober Auflösung ohne kleinskalige Strömungsmuster dargestellt sind. Insbesondere in solchen Fällen bedürfen die Modellergebnisse einer weiteren Interpretation, in welche auch methodenspezifische Erkenntnisse für eine weitergehende Einordnung einfließen. Die Sedimentationsdynamik in einem Buhnenfeld ist bereits im Absatz zum BZR Grimmershörner Bucht erläutert worden. Die Sedimentationsdynamik und morphologische Entwicklung des Fahrwassers sowie der daran anschließenden Watten im Bereich der Oste-Mündung stehen in enger Interaktion mit mehreren sehr kleinräumig wirkenden Prozessen, wie z. B. dem Abflussgeschehen der Oste, welches in Überlagerung mit der Tidedynamik Stauwasserdauern und Strömungsgeschwindigkeiten im Mündungsbereich beeinflusst. Auch die Steuerung des Oste-Sperrwerks (z. B. Spülvorgänge) beeinflussen die Sedimentationsdynamik in der Ostemündung. Das WSA Elbe-Nordsee hat zudem bestätigt, dass in den vergangenen Jahren in dem betreffenden Abschnitt keine Unterhaltungsbaggerungen zur Freihaltung der Fahrrinne bzw. der Ostemündung durchgeführt

werden mussten. Prozesse, die eine Resuspension von Sedimentablagerungen bewirken, fehlen (z. B. Sperrwerkssteuerung) oder werden vom Modell an dieser Stelle aufgrund der groben räumlichen Modellauflösung im Bereich der Ostemündung unterschätzt. Daher sollten die vorliegenden Modellergebnisse als Hinweis auf eine potenziell mögliche Sedimentation für eher kürzere Zeiträume gesehen werden. Als Grundlage für die Langfristprognose über längere Zeiträume von bis zu 10 Jahren sind die Ergebnisse an dieser Stelle wenig geeignet.

5.2.4 Verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte

Bei Verbringung von Baggergut auf die VZ West und VZ Nord ist weiterhin davon auszugehen, dass schluffige und tonige Baggergutanteile (feinkörnige Sedimente in Form von Schlicklinsen) im sandigen Ablagerungskörper eingeschlossen werden. Aktualisierte Abschätzungen in BfG (2023a) konnten die Größenordnung bestätigen, dass zwischen 25 bis 35 % der feinkörnigen Baggergutsedimente innerhalb des 2 km Kreises verbleiben werden. Auch bei Nutzung von VZ West und VZ Nord ist davon auszugehen, dass geschätzt rund 65 bis 75 % der feinkörnigen Baggergutsedimente über den 2 km-Kreis hinaus verdriften. Messtechnisch konnte in der Vergangenheit das verdriftende Baggergut bis in eine Entfernung von 6[18] km und bis zu 5 h nach Verbringungen des Baggerguts nachgewiesen werden (siehe DLR, 2005; HR Wallingford 2017, BfG 2019). Bei Einsatz von zwei Hopperbaggern wird es durchschnittlich alle 8 h eine neue Schwebstofffahne infolge des Verbringvorgangs geben. Der Weg, die Ausdehnung der Fahne sowie die Schwebstoffgehalte innerhalb dieser Fahnen wird stets abhängig vom Tidezeitpunkt, den Strömungsgeschwindigkeiten und der Strömungsrichtung sein. Die Ausbreitung dieser Schwebstofffahne erfolgt sohlnah und im unteren Bereich der Wassersäule. In DLR (2005) sind innerhalb der Fahne anfängliche Feststoffgehalte von 100 mg/l bis teilweise knapp über 200 mg/l gemessen worden. Die Gehalte sinken innerhalb der ersten halben Stunde nach Verbringung ab auf Werte unterhalb von 100 mg/l und dann weiter ab, bis sie bei Gehalten von etwa 10 bis 20 mg/l nicht mehr von den Hintergrundverhältnissen in Sohlnähe unterschieden werden konnten. Die aktuellen Rechenläufe des BAW-Modells zeigen weiter entfernt für den 6 bis 12 km Kreis in nord- und südöstlicher Richtung Schwebstoffgehalte von rd. 5 mg/l (räumlicher Median, zeitlich gemittelt über 14 Tage). Das 95. Perzentil (ebenfalls zeitlich gemittelt über 14 Tage) zeigt kleinräumig Gehalte in der Spannweite 5 bis 10 mg/l an, was Hinweise auf Reste einer stark verdünnten Schwebstofffahne gibt. In nord- und südöstlicher Richtung liegen die Werte etwas darunter. Diese Werte des BAW-Modells passen gut in das Gesamtbild für die ortsnahe Verdriftung, welches bei den früheren Messungen erfasst wurde.

Prognose: Auch in Zukunft wird in-situ der messtechnische Nachweis erhöhter Schwebstoffgehalte, die auf die Verbringung von Baggergut zurückgeführt werden können, bis in den 6 bis 12 km Kreises möglich sein. Beim Einsatz von zwei Hoppperbaggern sind aufgrund der höheren Intensität und anhaltenden Verbringvorgänge dauerhaft erhöhte Schwebstoffgehalte hinein bis in den 6 bis 12 km Kreis nicht ausgeschlossen. In allen weiter entfernteren BZR hingegen bleibt eine mess- und beobachtbare Erhöhung der Schwebstoffgehalte ausgeschlossen. **Begründung:** In bislang zwei Kampagnen ist der messtechnische Nachweis durch Einsatz von ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) und Auswertung des Backscattersignals bis in eine Entfernung von 6 km gelungen. Mit größerer Entfernung zum Ort der Verbringung und großer Dauer nach der Verbringung wird die Schwebstofffahne immer weiter transportiert und gleichzeitig in das Wasservolumen eingemischt. Die verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte nehmen über die Zeit und auch über die Entfernung zur Tonne E3 ab. Mit 14.000 m³ Laderaumvolumen ist der in 2016 parallel zur Messung eingesetzte Hopperbagger etwas kleiner als die zukünftig zum Einsatz geplanten Hopperbagger mit einem Laderaumvolumen von bis zu 20.000 m³. Ein größeres Laderaumvolumen wird die Ausdehnung und die

[18] In DLR (2005) wird eine Entfernung von 8 km angegeben. Es handelt sich jedoch um einen Druckfehler. In den dortigen Abbildungen ist ausschließlich eine Verdriftung bis in eine Entfernung von 6 km sichtbar.

Gehalte der Schwebstofffahne vergrößern und damit wohl auch die maximale Entfernung, in der ein messtechnischer Nachweis noch möglich sein wird. Der 12 km Kreis sollte jedoch nicht überschritten werden. Die Jahresgesamtmenge an Baggergut hat hierauf keinen Einfluss.

Tabelle 5-3 listet die BZR, für welche das BAW Modell die größte Wirkung auf die Schwebstoffgehalte prognostiziert hat. Die Prozessierung der Modelldaten ist in Kapitel 5.1. beschrieben. Dabei wird unterschieden zwischen der absoluten und relativen Erhöhung, welche die Absolutwerte in Relation zu den Hintergrundverhältnissen stellt. Für die ökologische Auswirkungsprognose ist die prognostizierte Wirkung für den Zeitraum der Vegetationsperiode (Sommerverbringzeitraum 1. Juli bis 30. September) von Bedeutung. Für diesen Zeitraum wird auch die relative Erhöhung angegeben. Die relative Erhöhung im daran anschließenden Winterzeitraum wird deutlich darunterliegen, da die Hintergrundgehalte im Winter ansteigen, z. B. wurde der Faktor 2,5 für die Verhältnisse in der Außenelbe ermittelt (BfG 2021). Für die Darstellung in Tabelle 5-3 wurden die Ergebnisse für das Szenario von jährlich 2,0 Mio. t TS genutzt. Für die Vegetationsperiode gelten die Ergebnisse auch für das Szenario von jährlich 2,5 Mio. t TS, da in beiden Szenarien während dieser Periode identische Mengen an Baggergut verbracht werden (siehe Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2).

Tabelle 5-3: Absolute und relative Erhöhung der Schwebstoffgehalte auf Grundlage des BAW-Modells für Szenarien von jährlich 2 | 2,5 Mio. t TS, maßgeblicher Zeitraum Sommer 2016. Prozessierung auf Set 3 unter Anwendung Korrekturfaktor 0,7

BZR	Name	absolute Erhöhung Schwebstoffgehalt [mg/l]			Hintergrund-verhältnisse Schwebstoffgehalte	Relative Erhöhung Gesamtschwebstoffgehalt [%]
		Vegetations-periode (Max über 14 Tage)	Vegetations-periode (Mittelwert Juli, Aug, Sept.)	Win-ter (Max über 14 Tage)	Gültig für Vegetationsperiode, Bandbreite an Gehalten, wie aus verschiedenen Datenquellen zusammengestellt, siehe Kapitel 4.1.3, dort Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4	Erhöhung für Vegetationsperiode (Max über 14 Tage)
	äußeres Ästuar, hier Außenelbe					
345	Fahrwasser_Aussenelbe_W	2-5 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	25-50 mg/l	10-15 %
346	Aussenelbe_Nord	2-5 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	15-25 %
334	HH_Wattenmeer	2-5 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	15-25 %
	Ästuar, hier Tideelbe					
349	Grimmershoerner_Bucht	2-5 mg/l	< 1 mg/l	2-5 mg/l	50-100 mg/l	2-5 %
350	Cuxhaven_Hafen	2-5 mg/l	< 1 mg/l	2-5 mg/l	50-100 mg/l	2-5 %
353	Medemgrund	2-5 mg/l	< 1 mg/l	2-5 mg/l	50-100 mg/l	2-5 %
	Küstenmeer & Watten					
333	Piep_Tidebecken	2-5 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	15-25 %
329	Kuestenmeer_Eider_W	2-5 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	15-25 %
330	Eider_Tidebecken	2-5 mg/l	< 1 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	10-15 %
….	….					
321	Kuestengew._Weser_W	1-2 mg/l	< 1 mg/l	2-5 mg/l	10-25 mg/l	2-5 %
	Offene See					
326	Küstenmeer_Helgoland_N	1-2 mg/l	1-2 mg/l	2-5 mg/l	< 5 mg/l	./.
325	Küstenmeer_Helgoland_S	1-2 mg/l	< 1 mg/l	1-2 mg/l	< 5 mg/l	./.
314	Deutsche_Bucht_SO	1-2 mg/l	< 1 mg/l	1-2 mg/l	< 5 mg/l	./.

Hinweis: Die klassifizierten Ergebnisse für alle BZR und alle Mengenszenarien können in tabellarischer Form im Anhang der Tabelle 10-1 entnommen werden.

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebiets und den sehr verschiedenen Hintergrundverhältnissen werden für die folgenden Regionen jeweils eigene Listen erstellt: äußeres Ästuar (hier Außenelbe), das Küstenmeer mit den angrenzenden Watten, das Ästuar (hier die Tideelbe) sowie die Gebiete seewärts des Schlickfallgebiets. Ergebnisse zu Schutzgebieten und Wasserkörper nach WRRL und Marine Reporting Units sind in Set 1 und Set 2 enthalten, die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt. Die Ergebnisse zu diesen BZR werden in den Fachkapiteln der umweltrechtlichen Bewertung, sofern relevant, gesondert aufgegriffen.

Äußeres Ästuar, hier Außenelbe: Die maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte (zeitlich gemittelt über 14 Tage) liegt in der Größenordnung von bis zu 5 mg/l. Die größte Erhöhung tritt in der Fahrrinne der Außenelbe und in den unmittelbar nördlich und südlich anschließenden Bereichen auf. In den Modellrechnungen treten die maximalen Gehalte stets im letzten Monat der Vegetationsperiode auf. Begünstigt werden diese durch einen auffrischenden Wind aus nordwestlicher Richtung in den letzten beiden Septemberwochen, welche zu einer Resuspension von zuvor auf der Gewässersohle abgelagerten Baggergutsedimenten führen. Werden die Maxima für einen verkürzten Zeitraum bis einschließlich Ende August bestimmt (in Tabelle 5-3 nicht dargestellt), sinkt die maximale Erhöhung der Schwebstoffgehalte infolge Verbringung, z. B. im BZR 334_ HH_Wattenmeer in die Klasse < 2 mg/l bzw. bei der Erhöhung auf 5 - 10 %. Die Relevanz der Ergebnisse der differenzierten Betrachtung der beiden Analysezeiträume (bis 1.9. bzw. bis 30.9.) wird in Kapitel 5.7 erneut aufgegriffen. Gleiches gilt auch für die mittlere Erhöhung für den Zeitraum Juli (Beginn der Verbringung) bis Ende September (Ende Vegetationsperiode). Die Erhöhung der Gehalte im Winterzeitraum liegt ebenfalls bei bis zu 5 mg/l.

Ästuar, hier Tideelbe: Der Blick in die Tideelbe zeigt für die BZR aus dieser 3er Liste aus Tabelle 5-3 Absolutwerte etwas oberhalb von 2 mg/l, was eine Einordnung in die Klasse 2 – 5 mg/l zur Folge hatte. Die anderen BZR liegen alle in der Klasse darunter bei 1 – 2 mg/l oder sogar noch niedriger. Aufgrund der hohen Hintergrundverhältnisse, wie diese in einem Ästuar natürlicherweise anzutreffen sind, liegt die relative Erhöhung hier mit der Klassenbreite 2 – 5 % deutlich unten den Erhöhungen wie diese für die anderen Bereiche prognostiziert werden. Auch hier ergibt der Blick auf den Zeitraum bis Ende August eine Abstufung aller BZR um eine Stufe nach unten. Im Gegensatz zur Außenelbe steigen hier die Absolutwerte im Winter nochmal an. Sie liegen zwar immer noch innerhalb der Klasse 2 – 5 mg/l, jedoch dann eher bei Gehalten in der Klassenmitte. Die Modellrechnungen zeigen für die Tideelbe einen Verbleib von Anteilen des auf die Verbringstelle Tonne E3 verbrachten Baggerguts (BAW, 2023). Daher fällt der Rückgang der verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte im Ästuar geringer aus und verharrt auf einem Grundniveau. Die feinkörnigen Sedimente werden dann wieder Bestandteil des Schwebstoffhaushalts der Tideelbe.

Bereiche seewärts des Schlickfallgebiets: In den Bereichen seewärts des Schlickfallgebiets sind am stärksten von zusätzlichen Schwebstoffgehalten der BZR 326_Küstenmeer_Helgoland_N gefolgt von BZR 325_Küstenmeer_Helgoland_S betroffen. Beide schließen unmittelbar nördlich bzw. westlich an die Verbringstelle Tonne E3 an bzw. reichen an den 12 km Kreis heran. Daher können der Verbringstelle zugewandte Teilflächen zwar nicht messbar, aber immer noch von Ausläufern der Schwebstofffahne beeinflusst werden. Das ist gut in den Modellergebnissen zu erkennen. Diese Ausläufer der Schwebstofffahne sinken bereits im Monat nach der letzten Verbringung (also im Verlauf Januar) auf Werte um Null wieder ab. Bei den weiter entfernten BZR 305 bis 307 (Deutsche_Bucht Süd, West und Nord) liegen die Modellprognosen für den Schwebstoffgehalt bei Null. Eine Abschätzung für die mögliche prozentuale Erhöhung für die BZR 325 und 326 erfolgt hier nicht. Vom Schlickfallgebiet in Richtung der offenen See nehmen die Hintergrundgehalte schnell ab. Zudem sind BZR 325 und 326 in Teilflächen sehr unterschiedlich von den verbringungsbedingten Schwebstoffgehalten betroffenen. Rechnerisch ist hier eine prozentuale Erhöhung möglich. Diese Zahl ist jedoch stark von der Wahl des Hintergrundgehalts abhängig und mit großen Unsicherheiten behaftet.

Prognose für alle Gebiete: Eine Erhöhung der Schwebstoffgehalte durch die Verbringung von Baggergut kann in Bereichen mit einer Tendenz zur Sedimentation diese verstärken und dort entsprechend zu Sedimentablagerungen mit einer größeren Mächtigkeit führen. Dieser Effekt wird im Modell berücksichtigt und die daraus resultierenden morphologischen Auswirkungen infolge schwebstoffbürtiger Ablagerungen sind bereits zuvor in Kapitel 5.2.3 beschrieben worden. Eine Erhöhung der Schwebstoffgehalte hat auch Wirkungen auf die Wasserqualität (z. B. Lichtklima),

welches wiederum dann Auswirkungen auf verschiedene ökologische Aspekte hat (siehe die nachfolgenden Kapitel der Auswirkungsprognose).

5.3 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Mit dem Baggergut werden reduzierte anorganische Verbindungen und organische Verbindungen in den Wasserkörper und das Sediment eingebracht. Über unterschiedliche Wirkpfade wird durch diesen Eintrag eine zusätzliche Sauerstoffzehrung in der Wassersäule und im Sediment bewirkt. Als Folge kann eine Verminderung des Sauerstoffgehalts in der Wassersäule eintreten.

In Sedimenten bestehen in der Regel oberflächennah aerobe und in tieferen Schichten anaerobe Bedingungen. Mit dem verbringungsbedingten Eintrag von sauerstoffzehrenden Stoffen kann die Relation von aeroben zu anaeroben Schichten beeinflusst werden und sich in Folge die aerobe Schichtdicke des Sedimentes vermindern.

Mit dem Verbringen von Baggergut werden auch gelöste und partikulär gebundene Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor, sowie Ammonium und Phosphat) eingetragen, und es kann in Folge zu einer Erhöhung der Nährstoffkonzentration kommen. Diese Nährstoffe unterliegen unterschiedlichen Umsetzungsprozessen in der Wassersäule und dem Sediment, welche u.a. für das Algenwachstum und den mikrobiellen Abbau von (Algen)biomasse relevant sind.

Als mögliche Folge erhöhter Nährstoffgehalte im Wasser kann es zu einer Zunahme der Phytoplanktonbiomasse (Eutrophierung) kommen. Demgegenüber vermindert eine baggergutbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte durch das damit verschlechterte Lichtklima das Algenwachstum und kann damit eine Abnahme der Phytoplanktonbiomasse bewirken.

5.3.1 Sauerstoff

Es gibt mehrere Prozesse, die den Sauerstoffgehalt im Gewässer beeinflussen. So wird durch den biologischen Abbau von organischem Material und durch die chemische Oxidation von reduzierten Stoffen Sauerstoff aus dem Wasser verbraucht. Diese sauerstoffzehrenden Prozesse werden ganz oder teilweise durch sauerstoffeintragende Prozesse, wie die physikalische Wiederbelüftung über die Atmosphäre und die biogene Sauerstoffproduktion durch phototrophe Algen ausgeglichen.

Das verbrachte Baggergut kann kurzfristig und lokal begrenzt eine Zunahme der Sauerstoffzehrung im Wasserkörper bewirken, da gelöste reduzierte Verbindungen wie Ammonium, Mangan- und Eisenverbindungen beim Einbringen chemisch und mikrobiell oxidiert werden. Ebenso ist der organische Kohlenstoffanteil des eingebrachten Baggergutes unter Sauerstoffverbrauch mikrobiell abbaubar. Die einzelnen sauerstoffzehrenden Prozesse laufen unterschiedlich schnell ab, so dass die deutlichsten Erhöhungen der Sauerstoffzehrung meist innerhalb von Minuten bis Stunden nach der Verbringung auftreten. Eine höhere Menge an langsam abbaubaren organischen Verbindungen (z. B. Huminstoffe) oder auch der Sauerstoffverbrauch durch mikrobielle Nitrifikation (Oxidation von Ammonium zu Nitrat) können aber noch über Tage hinweg die Sauerstoffzehrung erhöhen.

Wie alle biologischen Umsetzungsprozesse ist auch die mikrobielle Sauerstoffzehrung stark temperaturabhängig. So ist sie bei Wassertemperaturen um 10 °C gegenüber 20 °C um etwa die Hälfte verlangsamt. Dies bedeutet, dass der Abbau des zehrungsfähigen Materials bei sommerlichen Verbringungen schneller abläuft und somit weniger Vermischungsprozessen unterworfen ist. Durch thermische Schichtbildung in den Sommermonaten kann es zudem zu einem eingeschränkten Stoffaustausch (Sauerstoff, Nährstoffe) in der Wassersäule kommen. Durch anhaltenden mikrobiellen

Abbau und Remineralisierung, bei gleichzeitig ausbleibender atmosphärischer Wiedereinmischung von Sauerstoff, kann es zu kritischen Sauerstoffkonzentrationen in der sohlnahen Schicht kommen. Ein zusätzliches Einbringen von zehrungsfähigem Material in diesen Zeiten würde sich zusätzlich negativ auf die Sauerstoffsituation auswirken.

Feinkörnige Anteile des Baggerguts und damit die Schwebstofffraktion < 63 µm sind der Träger der organischen Verbindungen, die eine „partikelgebundene“ Sauerstoffzehrung bewirken.

Dabei zeigt das Baggergut aus den Abschnitten der Landeshafengewässer (3,8 Gew-% TS) über die Delegationsstrecke (2,8 Gew-% TS) zu der Begegnungsbox (1,3 Gew-% TS) mit abnehmenden TOC-Gehalten auch abnehmende Sauerstoffzehrungsraten (1,6 – 1,1 – 0,3 g O_2/kg TS 180 min). Das Baggergut aus dem Sedimentationsgebiet des NOK ist dabei entsprechend seinem mittleren TOC von 2,0 Gew-% TS und mittleren Sauerstoffzehrungsraten von 0,6 g O2/kg TS 180 min zwischen dem Delegationsstrecken- und dem Begegnungsboxbaggergut einzuordnen. Dies ergibt einen mittleren TOC Gehalt des Baggergutes von 2,8 Gew-% TS.

Die Feinkornfraktion wird beim Einbringen bei der Verbringstelle Tonne E3 zu 65 – 75 % (Kapitel 5.2.4) in den Wasserkörper eingemischt, weiträumig verteilt und verdünnt. Die Qualität des organischen Materials, d. h. insbesondere die Abbaubarkeit des organischen Kohlenstoffs durch Bakterien, hat einen starken Einfluss auf die Höhe der Sauerstoffzehrungsrate. Bei dem organischen Material im Baggergut ist die leicht abbaubare Fraktion meist nicht mehr vorhanden, sondern zuvor bereits abgebaut worden. Somit liegen meist nur schwer abbaubare Kohlenstoffverbindungen im Baggergut vor, die eine langsame Remineralisierungsrate haben. Als Folge sind nur geringe mikrobielle Sauerstoffzehrungsraten durch das mit dem Baggergut eingetragene Feinkorn, bzw. deren organische Anteile, zu erwarten. Eigene Messungen zur Abbaubarkeit der organischen Verbindungen von Schwebstoffen in der Unterems zeigten, dass sohlennahe, bereits stark abgebaute Schwebstoffe im Trübungsmaximum der Ems in etwa viermal langsamer und damit schwerer abbaubar waren als „frischere“ Schwebstoffe aus den marinen oder limnischen Abschnitten der Unterems (Schöl et al. 2006).

Neben der Qualität ist auch der mengenmäßige Anteil des organischen Kohlenstoffs in der Trockensubstanz des Baggergutes kleiner als der Anteil des partikulären organischen Kohlenstoffs (POC) an der Trockensubstanz des Schwebstoffs im Verbringbereich bei Tonne E3. Als Bezug dienen hier Messwerte des Glühverlustes am Schwebstoff aus Messdaten die in der Deutschen Bucht zwischen 2005 und 2017 erhoben wurden. Diese Messwerte zeigen, dass der organische Kohlenstoff im Sommer einen mittleren Anteil von 16,2 % (Schlickfallgebiet) am Schwebstoff hat (Tabelle 5-4). Im Vergleich liegt der Anteil des organischen Kohlenstoffs beim für diese Auswirkungsprognose angenommenen Baggergut im gewichteten Mittel bei 2,8 %, also etwa um den Faktor 5 niedriger. Die zu Grunde liegenden Messwerte aus dem Jahr 2022 schwanken dabei je nach Baggergebiet zwischen 1,4 und 3,8 %. Da davon auszugehen ist, dass das mit dem Baggergut eingetragene partikuläre organische Material der < 63 µm-Fraktion geringere Prozentanteile an der Trockensubstanz und eine geringere Abbaubarkeit als die im Verbringgebiet vorhandenen Schwebstoffe aufweist, wird die baggergutbedingte Erhöhung der Schwebstoffe nur eine geringe Erhöhung des abbaubaren organischen Anteils und damit der daran gebundenen Sauerstoffzehrung bewirken.

Außerhalb des 12 km-Kreises können über diesen Wirkpfad im Sommer, bei verbringungsbedingten mittleren Zunahmen der Schwebstoffe von unter 10 % und organischen Anteilen von im Mittel 2,8 Gew.-%-TS im Baggergut, nur eine sehr geringe Zunahme der Sauerstoffzehrung im Bereich von sehr wenigen Prozentanteilen (< 1 %) bewirkt werden.

Bei den winterlichen Verbringungen liegt die prognostizierte absolute Schwebstofferhöhung höher als im Sommer. Hier ist neben den Faktoren Kohlenstoffqualität und -menge auch die im Winter geringe Temperatur und damit geringe Mineralisierungsrate als ein weiterer Einflussfaktor zu beachten. Erhöhungen des Sauerstoffzehrung werden daher ebenfalls als sehr gering abgeschätzt.

Tabelle 5-4: Anteile des organischen Kohlenstoff im Feststoff der einzelnen Baggergutabschnitte (Gewichtsanteile in Prozent an der Trockensubstanz (TOC-%-TS) und mittlere Anteile des organischen Kohlenstoffs im Schlickfallgebiet; Für das Schlickfall- und Küstennahe Gebiet wurde die TOC Gehalte aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) wie folgt abgeschätzt: Glühverlust*0,43 = TOC-%-TS (Fischer et al., 2002).

Mittel 2018 - 2021	LHG	Deleg	BBox (HPA/ WSV)	NOK* (2017-19)	TOC Schlickfall Sommer	TOC Schlickfall Winter
TOC (GW-%-TS)	3,8 (n = 317)	2,8 (n = 234)	1,4 (n = 23)	2,0	16,2 (n = 147)	9,0 (n = 59)

Mit Hinblick auf die sedimentgebundene Sauerstoffzehrung an der Verbringstelle befindet sich der Anteil des organischen Kohlenstoffanteils im Sediment der Verbringstelle und deren Umgebung seit Jahren auf einem niedrigen Niveau (etwa 1 Gew-%) und ist nur minimal höher als die Werte des Referenzgebietes (BfG 2023a). Bei Stratifizierung des Wasserkörpers in den Sommermonaten ist keine Beeinflussung des Sauerstoffhaushaltes durch Wiedereinmischung von abgelagertem feinkörnigen Sediment (ca. 25 – 35 %, Kapitel 4.2.3) zu erwarten. Daher und durch die nur sehr geringe Zunahme der organischen Gehalte der Sedimente kann eine Beeinträchtigung des Sauerstoffgehaltes aufgrund einer verstärkten Sauerstoffzehrung durch das Sediment weitgehend ausgeschlossen werden. Es ist auch davon auszugehen, dass die Sedimentoberfläche aerob bleibt und damit eine Diffusionsbarriere für gelöste Stoffe (u.a. Ammonium) bietet.

Im Monitoringzeitraum bis 2021 wurden keine kritischen Sauerstoffgehalte (< 5 mg O_2/l) an der Verbringstelle und deren Umgebung aufgezeichnet (Abbildung 4-12). Im Jahr 2022 kam es zu einem langanhaltenden (Juli – September) und großräumigen Schichtungsereignis in der Deutschen Bucht. In der Folge waren auch bei Tonne E3 und deren Umgebung bodennah Sauerstoffgehalte < 5 mg/l dokumentiert worden (Abbildung 4-13).

Einschätzung zu den Auswirkungen auf den Sauerstoff

Verbringbegleitende Messungen von Baggergutverbringungen in anderen Gewässern haben gezeigt, dass es im direkten Umfeld der Verbringstelle zu kurzzeitigen und lokal sehr begrenzten Beeinträchtigungen des Sauerstoffgehaltes durch die Verbringung von Baggergut und den assoziierten organischen und reduzierten anorganischen Stoffen kommen kann (Meyer-Nehls, 1996; Lee & Jones 1999). Entsprechend den vorherrschenden Sauerstoffgehalten in der Wassersäule wird diese Sauerstoffzehrung durch Vermischung im weiteren Bereich um die Stelle abgepuffert. Bei verbringbegleitenden Untersuchungen im Bereich der Tonne E3 im September 2016 wurde allerdings keine Reduzierung des Sauerstoffgehaltes im Wasserkörper bei E3 beobachtet (HPA-Bericht 2018). Bei den damaligen Bedingungen mit bodennahen Sauerstoffgehalten von 6,2 - 7 mg O_2/l und oberflächennahen Werten von 7,5 – 8 mg O_2/l zeigten die Auswertungen, dass im Mittel sogar höhere

Sauerstoffgehalte nach den Einbringereignissen zu messen waren. Eine bessere Durchmischung der Wassersäule durch die Verbringung und dem damit einhergehenden Schiffsverkehr sowie der advektive Antransport von sauerstoffreicherem Wasser während der Verbringung könnten diese Ergebnisse erklären. Die Einschätzung zu den Auswirkungen der Verbringungen auf den Sauerstoff wandelt sich, wenn es, wie im August 2022, zu ausgeprägten Schichtungsereignissen in der Deutschen Bucht und damit auch im Gebiet der Verbringstelle kommt. Denn dann ist bei ungünstigen Hintergrundwerten für den Sauerstoff und einer durch die Schichtung bewirkten schlechten Wiederbelüftung der sohlnahen Wasserschichten durch das Einbringen von Baggergut ein verstärktes, weiteres Absinken der bodennahen Sauerstoffgehalte nicht auszuschließen. Die Verbringung von Baggergut ist nicht als Ursache der großräumigen bodennahen Sauerstoffdefizite anzusehen, aber eine Einstellung der Verbringung (wie in der derzeit gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegt) in diesen Zeiten verhindert, unter den dann vorherrschenden schlechten Sauerstoffbedingungen, eine zusätzliche Belastung. Bezüglich der Szenarien sind nur äußerst geringe Unterschiede bei den Auswirkungen auf den Sauerstoff zu erwarten. Bei dem Szenario 2,5 Mio. t TS sind entsprechend der relativ gesehen größten Menge an eingebrachten sauerstoffzehrenden Substanzen auch minimal stärkere Belastungen des Sauerstoffgehaltes zu erwarten als bei dem 2,0 Mio. t TS Szenario und dem 1,5 Mio. t TS Szenario. Entsprechende Teilmengen werden im Spätherbst und Winter verbracht, wenn mit keinen Beeinträchtigungen bezüglich der dann hohen Sauerstoffgehalte im Verbringgebiet zu rechnen ist.

Da es im Winter zu weniger Sonneneinstrahlung und stärkeren überwiegend windgetriebenen Umwälzungen der Wassersäule als in den Sommermonaten kommt, ist von keinerlei Schichtungsbildung im Verbringbereich auszugehen. Die Monatsmittelwerte an der 37 km nordwestlich gelegenen Dauermessstation „Deutsche Bucht“ zeigen winterliche (Oktober – April) Sauerstoffsättigungswerte nahe 100 % (6 m Tiefe: 98 %; 30 m Tiefe: 96 %) und keinerlei Temperaturdifferenz zwischen den beiden Tiefen. Aufgrund des im Winter stabilen Sauerstoffhaushaltes mit hohen Sauerstoffgehalten werden die durch die Baggergutverbringung bewirkten geringen Erhöhungen der Sauerstoffzehrung in der gesamten Wassersäule abgepuffert und ein Rückgang der Sauerstoffgehalte, mit Ausnahme von kurzfristigen Beeinträchtigungen des direkten Verbringbereiches, ist nicht zu erwarten.

5.3.2 Nährstoffe

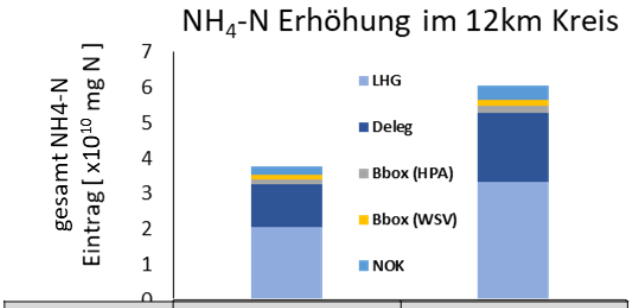
Nährstoffe, die im Porenwasser des Baggergutes vorliegen oder dort an Partikeln „schwach“ adsorbiert sind, werden beim Verbringvorgang in den Wasserkörper eingemischt. Diese eluierbare Fraktion kann potenziell beim Umlagern des Baggergutes in kurzer Zeit freigesetzt werden und somit zur möglichen Nährstofferhöhung im Wasser des Verbringgebietes beitragen.

Dies betrifft vor allem Ammonium (NH_4), das beim Verbringen aus dem Baggergut eluiert wird. Phosphor hingegen ist wenig im Porenwasser gelöst und stark an Partikel gebunden, so dass es deutlich weniger durch Wasser eluierbar ist. Daher wird zur Abschätzung der möglichen Auswirkungen auf die Nährstoffe das Ammonium als sensitivster Parameter betrachtet. Das eingetragene Ammonium kann auch nach mikrobieller Oxidation zu Nitrat von den Algen als Nährstoff genutzt werden.

Um die Auswirkungen des Eintrags von Ammonium, und damit des gelösten Stickstoffs, auf die im Verbringgebiet vorhandene gelöste anorganische Stickstoffkonzentrationen abzuschätzen, werden die mit dem Baggergut eingebrachten Konzentrationen, die sich im Ladevolumen der Baggerschiffe befinden, in Relation zum betroffenen Wasserkörper gesetzt. Als betroffener Wasserkörper wird dabei der 12 km-Kreis um die Verbringsstelle angenommen. Die mittlere Wassertiefe des Wasserkörpers im

12 km Kreis beträgt 28,4 m, woraus sich ein Wasservolumen von $1{,}3*10^9$ m³ ergibt. Bei einem mittleren Nettostrom (Juli - September 2016) von 0,041 m/s (abgeleitet aus BAW Modeldaten) ergibt sich ein Austausch des Wasservolumens etwa alle 3,4 Tage. Bei 91 Verbringtagen in der Vegetationsperiode zwischen Anfang Juli und Ende September kann also ein Gesamt-Bezugswasservolumen für die Einmischung von $3{,}5*10^{11}$ m³ angenommen werden. Damit kann unter der Annahme, dass über den Sommer mit dem Baggergut ein gesamtes Wasservolumen von $0{,}45*10^6$ m³ im 1,5 Mio. t TS-Szenario eingetragen wird und dieses gleichmäßig in das Gesamt-Bezugswasservolumen eingemischt wird, von einer rechnerischen Verdünnung der eingetragenen gelösten Stickstoffkonzentrationen um etwa den Faktor 10^6 ausgegangen werden.

Eine Mischungsrechnung beider Konzentrationen, des freisetzbaren Ammoniums aus dem gesamten Baggergut (mittlere Ammonium-Stickstoffkonzentration im Wasservolumen des Baggergutes: 84 mg NH_4-N/l) und der Hintergrundwerte für den gelösten anorganischen Stickstoff im 12 km Kreis um die Tonne E3 (sommerlicher Mittelwert: 88 µg N/l; sommerlicher 10-Perzentilwert: 9,2 µg N/l; Kapitel 4.2.4; Mittelwert Elbe II, E3, Elbe III; 2018 - 2020) ergibt damit eine rechnerische Zunahme des gelösten anorganischen Stickstoffs im Bezugswasserkörper von ca. 0,1 µg N/l (0,2 % im Mittel) für das 1,5 Mio. t TS Szenario und 0,2 µg N/l (0,3 % im Mittel) für das 2,5 Mio. t TS Szenario. Sowohl der Mittelwert als auch das 10-Perzentil der sommerlichen Hintergrundkonzentrationen des gelösten anorganischen Stickstoffs (1,5 Mio. t TS: 1,2 %; 2,5 Mio. t TS: 1,9 %) würden sich rechnerisch also nur geringfügig erhöhen (Abbildung 5-11).



Szenario		1.5 Mio t	2.5 Mio t
NOK		**0,3** *10^{10} mg N	**0,4** *10^{10} mg N
Bbox (WSV)		**0,1** *10^{10} mg N	**0,2** *10^{10} mg N
Bbox (HPA)		**0,1** *10^{10} mg N	**0,2** *10^{10} mg N
Deleg		**1,2** *10^{10} mg N	**1,9** *10^{10} mg N
LHG		**2,1** *10^{10} mg N	**3,3** *10^{10} mg N
Mittlerer Eintrag		**84,3 mg N / L**	
Baggergutvolumen		**4,5*10^5 m³**	**7,2*10^5 m³**
Wasserkörper Bezugsvolumen		**3,5*10^{11} m³**	
Hintergrund 12 km Kreis (NH4-N/NOx-N)	**Median**	**58,6 µg N / L**	
	10-Perz.	**9,2 µg N / L**	
Rechnerische Erhöhung um		**0,11 µg N / L**	**0,18 µg N / L**
Prozentuale Erhöhung um	**Median**	**0,2%**	**0,3%**
	10-Perz.	**1,2%**	**1,9%**

Abbildung 5-11: **Abschätzung der NH_4-N Erhöhung im 12km Kreis um die Verbringstelle Tonne E3.**

Einschätzung zu den Auswirkungen auf die Nährstoffe

Bei der Verbringung von Baggergut wird das im Porenwasser gelöste und am Feststoff schwach adsorbierte Ammonium in den Wasserkörper bei Tonne E3 eingebracht. Die abgeschätzte Erhöhung des gelösten Stickstoffes durch die Verbringung (Median) liegt für die 1,5 und 2,5 Mio. t-TS Szenarien im Bereich von unter 1 %, im Vergleich zu den mittleren sommerlichen anorganischen Stickstoffkonzentrationen im Wasserkörper des 12 km Kreises um die Tonne E3. Bezogen auf den 10-Perzentilwert der Hintergrundkonzentration für den Stickstoff liegen die Erhöhungen bei wenigen Prozenten. Daher bewirkt die Verbringung nur eine geringe Erhöhung der Nährstoffkonzentration im 12 km Kreis um die Tonne E3. In Zeiträumen mit Nährstofflimitierung, üblicherweise im Spätsommer, kann dadurch das Algenwachstum gefördert werden. Weiter entfernte Bereiche der Verbringstelle sind auf Grund der großen Verdünnung nicht durch Nähstofferhöhungen betroffen. Eine Nährstofferhöhung durch Phosphor ist weder im 12 km-Kreis noch im Umfeld zu erwarten, da das Phosphat stark an den Partikeln des Baggergutes adsorbiert ist.

Das Aufbrechen der sommerlichen Stratifizierung führt zu einer Einmischung an Nährstoffen aus dem tieferen Teil der Wassersäule. Die Konzentration an Nährstoffen nimmt dadurch, sowie durch Einträge aus Flüssen und die Remineralisierung des organischen Materials über den Winter hin zu. Somit fällt die relative Erhöhung der Nährstoffgehalte durch die Einbringung von Baggergut in den Wintermonaten deutlich geringer aus als in den Sommermonaten. Zudem wirken Nährstoffeinträge im Winter nicht direkt eutrophierend, da keine Nährstofflimitierung, sondern eine Licht- und Temperaturlimitierung der Algenaktivität besteht.

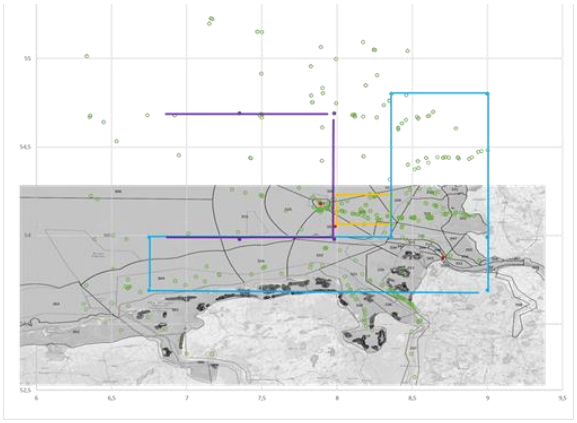
5.3.3 Auswirkungen auf das Phytoplankton

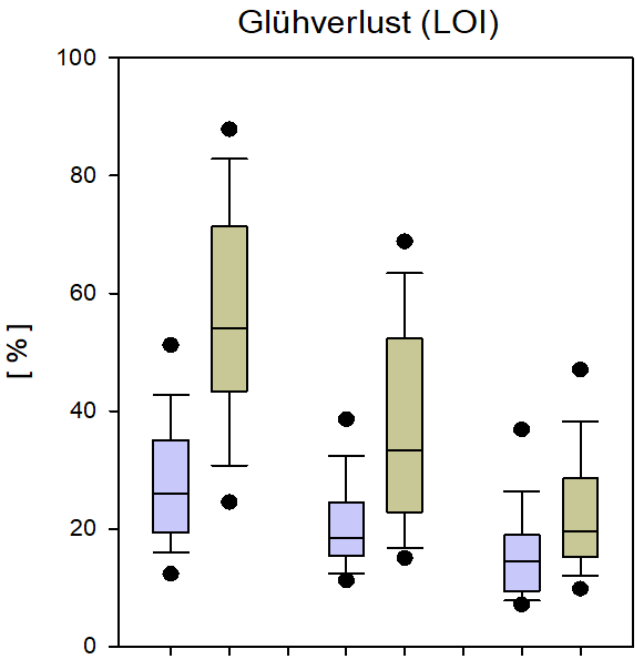
Allgemein ist das Phytoplanktonwachstum beeinflusst von der Lichtintensität, der Wassertemperatur und der Verfügbarkeit von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor). Die Verbringung von Baggergut kann sich dabei unterschiedlich auf die Einflussfaktoren auswirken. Der Eintrag von nährstoffreichem Baggergut kann, gerade unter nährstofflimitierten Bedingungen, zu einem Algenwachstum beitragen. Da in der Deutschen Bucht die Nährstoffverfügbarkeit der primäre limitierende Faktor für das Phytoplanktonwachstum während des Sommer- und Herbstes darstellt (Su et al. 2015), kann ein vermehrter Eintrag von Makronährstoffen (Stickstoff und Phosphor) zu einer Zunahme der Phytoplanktonbiomasse führen und auch die Zusammensetzung der Phytoplanktongemeinschaft beeinflussen. Demgegenüber kann eine Erhöhung des Schwebstoffgehaltes durch die Baggergutverbringung zu einer Verschlechterung des Lichtklimas führen und das Algenwachstum einschränken.

Der erste **Wirkpfad „Nährstofferhöhung → Zunahme des Phytoplanktonwachstum**“ ist im Kapitel zuvor (Kapitel 5.3.2.) anhand des Ammoniums bereits thematisiert worden. Die Abschätzung lässt im Mittel eine nur sehr geringe Erhöhung des für Algen verfügbaren Stickstoffs im Sommer im Bereich der Verbringstelle von unter 1 % erwarten und um nur wenige Prozent, wenn der 10 %-Perzentilwert der Hintergrundkonzentration als Bezugswert herangezogen wird. Obwohl im Spätsommer eine Limitierung der Algen mit bioverfügbaren Stickstoffs bestehen kann und diese somit mit der Verbringung zusammenfallen würde, wurde bei den Messungen im VSB jederzeit ein Vielfaches der abgeschätzten Erhöhung festgestellt ($Nges_{min(Oberfläche\ Sept2018)}$: 8 µg/l ; maximale $Erhöhung_{12km\ Kreis,\ 2,5Mio.\ t\ Szenario}$: 0,2 µg/l). Eine eutrophierende Wirkung, d. h. eine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse, ist somit nur in sehr geringem Maße zu erwarten.

Auswirkungen durch die Baggergutverbringung auf das Phytoplankton dürften am ehesten durch den **Wirkpfad „Zunahme der Schwebstoffgehalte/Trübung = Lichtlimitierung des Phytoplanktonaktivität→ Verminderung des Phytoplantonwachstums“** zu erwarten sein.

Die im BAW-Modell berechneten Schwebstoffgehalte entsprechen den anorganischen Anteilen der Schwebstoffe, da keine organische Komponente des Schwebstoffes im Modellansatz berücksichtigt ist (Kapitel 3.1 und BAW 2023). Somit stellt der Modelllauf ohne Baggerguteintrag die Hintergrundgehalte des anorganischen Schwebstoffes im Bereich um die Verbringstelle und den angrenzenden Gebieten dar. Da aber der organische Anteil am Schwebstoff mit der Entfernung von der Küste zunimmt, wurden die Modellwerte (Kapitel 4.2.2) mit dem relativen Anteil des organischen Schwebstoffes (POM) basierend auf Messdaten (Glühverlust in %, Schartau et al, 2019) ergänzt. Diese verzeichnen in den Sommermonaten (Mai – September) mit hohen Phytoplanktongehalten stärkere Anteile als im Winter. Der organische Anteil der Schwebstoffe (angegeben in Prozent) wurde für drei Bereiche (westlich des Verbringgebietes, Schlickfallgebiet sowie Küstennaher Bereich) aus diesen Messdaten ermittelt und dieser Anteil zu den BAW-Modellergebnissen für die Schwebstoffgehalte hinzuaddiert (Tabelle 10.12; Tabelle 10.13 im Anhang). So wurde dem Bereich „Westlich des Verbringgebietes“ ein mittlerer organischer Anteil von 56 %, dem Bereich „Schlickfallgebiet von 38 % und dem Bereich „Küstennah“ von 27 % zugeordnet (Abbildung 5.10). Anschließend wurde jeder BZR einem der drei oben genannten Bereiche zugeordnet und für jeden BZR ein Hintergrundwert für den Schwebstoff abgeschätzt, der wie in der der Natur sowohl einen anorganischen als auch einen organischen Anteil aufweist.



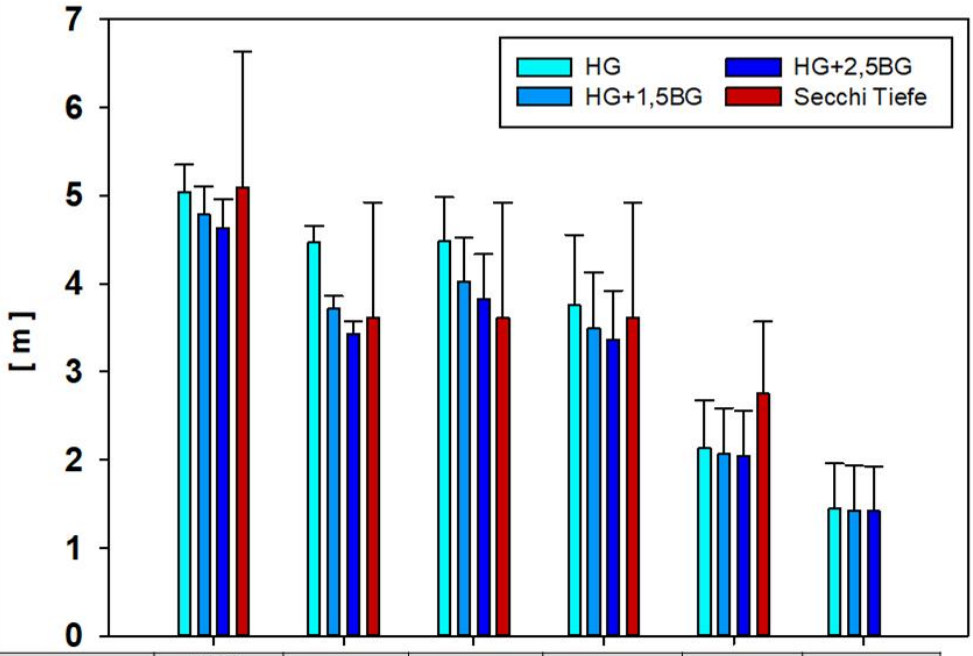


	Westl. Verbringgebiet		Schlickfall		Küstennah	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
MW	28,7	56,1	20,8	37,7	16,6	27,3
SD	12,1	18,8	7,8	17,8	12,2	54,1
n	158	63	59	150	126	255
Median	26,1	54,1	18,4	33,3	14,5	19,7

Abbildung 5-12: Glühverluste der Bereiche „Westlich des Verbringgebietes“, Schlickfall“ Gebiet und eines „Küstennahen Gebietes“ als Boxplots mit 10 und 90 Perzentilen für Winter (Oktober – April) und Sommer (Mai – September). Die grünen Kreise entsprechen den Messpunkte. Datenauswertung auf Grundlage von Schartau et al., 2019.

Unter sommerlichen Einstrahlungsbedingungen wird gemeinhin angenommen, dass das Phytoplankton bis zu der Tiefe, bei der 1 % des an der Wasseroberfläche einfallenden Lichts vorhanden ist, genug Licht zum Wachstum hat. Diese Tiefe wird als euphotische Tiefe (ET) bezeichnet. Nach der Funktion (1 % der oberflächlichen Lichtintensität: (ET in [m])=-1,45*ln(Schwebstoffgehalt in [mg/l]) + 6,74; die Funktion basiert auf BfG Messungen zu Lichtextinktion von Schwebstoffen ohne Algenateil in den Flüssen Saar, Mosel und Rhein, unveröffentlicht) nimmt bei einer Zunahme des Schwebstoffgehaltes die euphotische Tiefe des Phytoplanktons ab. Das Phytoplankton kann dann nur noch bis zu einer verminderten Wassertiefe wachsen und somit kommt es durch die Erhöhung der Schwebstoffe, bezogen auf die Lichtversorgung für das Phytoplankton, zu einem Habitatverlust. Mit den Modellergebnissen der Schwebstoffgehalte der BAW zu den Szenarien und dem wie oben beschriebenen abgeschätzen Hintergrundwerten für den Schwebstoff, wurde die Erhöhung der Schwebstoffgehalte für jeden BZR berechnet. Dabei wurden die mittleren Schwebstofferhöhungen des 14 tägigen rolling means der Monate Juli bis Oktober 2016 verwendet (Tabelle 10.12; Tabelle 10.13). Die Ergebnisse für den Hintergrund zeigen, dass in den Sommermonaten für die Deutsche Bucht die Lichteindringtiefen von der Elbmündung hin zu dem Bereich westlich des Verbringgebietes zunehmen (Abbildung 5-13). Die errechneten Lichteindringtiefen stimmen relativ gut mit den gemessenen Secchitiefen der AWI Schnittfahrten (2016 - 2021) überein.

Für die Szenarien ist zu erkennen, dass die Lichteindringtiefen im 12 km Kreis teilweise um mehr als 10 % sinken. In den entfernteren Gebieten im Bereich „Küstenah“ bleiben die Änderungen der Lichteindringtiefen unter 5 % und im Bereich westlich des Verbringgebietes käme es, aufgrund geringer Hintergrundwerte des Schwebstoffes, zu prozentualen Abnahmen der Lichteindringtiefen von 5 % für das 1,5 Mio. t TS Szenario und 8 % für das 2,5 Mio. t TS Szenario (Abbildung 5-13).



Tiefe [m]	Westl. Verbringgebiet	0-3km	3-12km	Schlickfall	Küstenah	Elbe (Cux)
HG	5,0	4,5	4,5	3,8	2,1	1,4
HG+1,5BG	4,8 (5%)	3,7 (17%)	4,0 (10%)	3,5 (6%)	2,1 (3%)	1,4 (1%)
HG+2,5BG	4,6 (8%)	3,4 (23%)	3,8 (15%)	3,4 (10%)	2,0 (4%)	1,4 (2%)
Secchi Tiefe	5,1	3,6	3,6	3,6	2,8	-
AWI Station	Elbe I	Elbe II, II, E3			Elbe IV	-
BLZ	325-327	110-114	106-109 115-119	324,328,329	333,334,345, 346,348	353,354,355,352

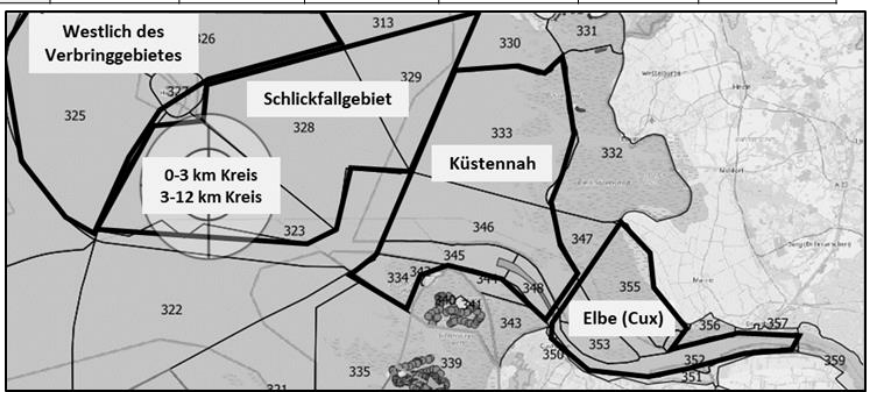


Abbildung 5-13: Oben; Mittlere errechnete sommerlichen Lichteindringtiefen (blau, 1% der Oberflächenintensität) des Hintergrundes (HG) als auch mit Schwebstofferhöhung der Szenarien (1,5 und 2,5 Mio. t TS Baggergut (BG)). Mittlere gemessene Secchitiefen (rot, n = 14 – 48) der AWI Stationen der Jahre 2016 - 2021. In der Tabelle sind absolute errechnete Eindringtiefen und deren relative Änderung gegenüber dem Hintergrund angegeben. Unten: Karte der Bereiche aus Set 1 und Set 3.

Zur Einschätzung der Stärke der Auswirkungen wurde die Abnahme der Lichteindringtiefen in drei Kategorien (Abnahme < 10 cm, 10 – 20 cm und > 20cm) eingeteilt. Im Vergleich der zwei Verbringszenarien (1,5 vs. 2,5 Mio. t TS) zeigt sich eine intensivere und großflächigere Änderung der Lichteindringtiefen bei der Verbringung von 2,5 Mio. t TS (Abbildung 5-14).

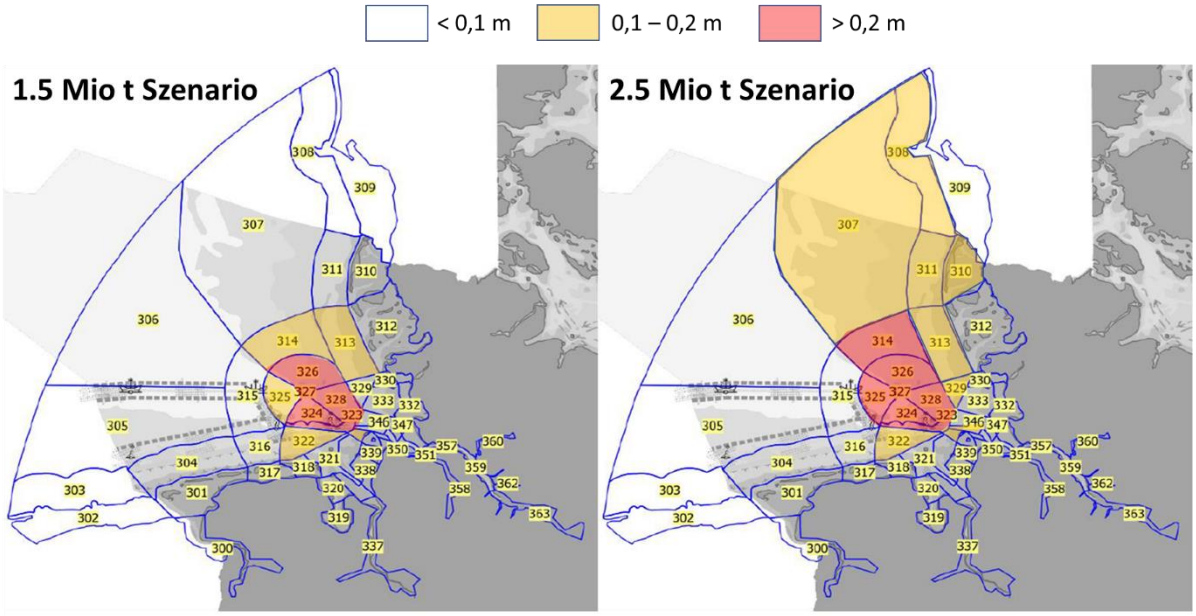


Abbildung 5-14: Abgeschätzte Abnahme der Lichteindringtiefen in den BZR (Set 3) für das 1,5 Mio. und 2,5 Mio. t TS Szenario für die Sommermonate (Mai-September).

Die abgeschätzten Änderungen der Lichteindringtiefen im 1,5 Mio. t TS Szenario sind am stärksten (Abnahmen > 20 cm) an der Verbringstelle (BLZ 324 – BLZ 328) und von dort in Richtung Elbemündung (BLZ 323) ausgeprägt. Etwas geringere Lichteindringtiefenänderungen (10 – 20 cm) sind noch in den angrenzenden Bereichen (BLZ 313, 314, 322, 325) zu erwarten, in den wiederum daran angrenzenden Gebieten sinken diese Veränderungen auf wenige cm (< 10 cm, s. auch Abbildung 5-14). Dabei ist bei einem Vergleich der Szenarien zu beachten, dass höhere Verbringmengen sowohl zu einer höheren Abnahme der Lichteindringtiefe als auch zu weiträumigeren betroffenen Bereichen führen. So sind bei der Verbringung von 2,5 (und 2,0) Mio. t TS Baggergut die zuvor geringfügig beeinflussten Lichteindringtiefen der Gebiete nördlich (BLZ 314) und westlich (BLZ 325) der Verbringstelle nun stärker beeinflusst werden (> 20 cm Änderung). Auch wäre bei diesem Szenario die Bereiche nördlich des Verbringgebietes (BLZ 307, 308, 310, 311, 329) stärker (10 – 20 cm Änderung) betroffen.

Einschätzung zu den Auswirkungen auf das Phytoplankton

Infolge der verbringungsbedingten Erhöhungen der Schwebstoffgehalte sinkt die Lichteindringtiefe in der Wassersäule. Somit kann die Verbringung von Baggergut durch ein verschlechtertes Unterwasserlichtklima einen Einfluss auf das Algenwachstum haben. Die abgeschätzten Änderungen der Lichteindringtiefen sind besonders ausgeprägt an der Verbringstelle und in Richtung Elbmündung. Im Vergleich zu diesen Abschätzungen zeigen Messungen der Algenbiomasse auf Grundlage von Satellitendaten der Jahre 2018 - 2020, also Zeiten in denen bereits Verbringungen im Sommer stattfanden, keine Veränderung der Algenbiomasse (Chl-a) an der Verbringstelle und im 12 km-Kreis (Abbildung 4-18).

Die geringe Beeinflussung des Algenwachstums durch Nährstofferhöhungen ist nur für den 12 km-Kreis möglich. Diese Förderung des Wachstums wird aber durch eine Zunahme der Schwebstoffgehalte minimiert bzw. aufgehoben, da von einem Rückgang der Lichteindringtiefen und damit einer

schlechteren Lichtversorgung des Phytoplanktons im 12 km-Kreis und in weiteren Gebieten auszugehen ist.

Unter Berücksichtigung beider Wirkpfade ist eine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse in der Vegetationsperiode nicht zu erwarten, weder im 12 km Kreis um die Tonne E3 noch in den angrenzenden Gebieten. Auch eine Änderung der Artenzusammensetzung im Bereich der Verbringstelle und in den angrenzenden Gebieten ist nicht zu erwarten, wenn man die vorhandenen Daten zur Biodiversität des Phytoplanktons der Jahre 2018 – 2021, in denen eine Verbringung von Baggergut bereits stattgefunden hat, betrachtet.

Im Winter ist die Phytoplanktonbiomasse geringer als in den Sommermonaten, obwohl die Nährstoffgehalte dann erhöht sind. Geringe Wassertemperaturen und ein reduziertes Lichtangebot limitieren zu dieser Zeit das Phytoplanktonwachstum. Erhöhte Wind- und Wellengeschwindigkeiten führen im gesamten Wasserkörper zu erhöhten Schwebstoffgehalten. Dies wiederrum bewirkt, dass bei der winterlichen Verbringung von Baggergut die relativen Auswirkungen auf die Lichteindringtiefe sinken. Gleichzeitig ist der Eintrag von Nährstoffen deutlich weniger wirksam, da keine Nährstofflimitierung des Phytoplanktons vorliegt. Für die Wintermonate ist daher durch die Verbringung von Baggergut keine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse zu erwarten.

5.4 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

5.4.1 Schadstoffe

Die Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringungen auf die Qualität der Sedimente im gesamten Betrachtungsbereich wurden anhand eines formalisierten quantitativen Verfahrens geprüft. Eingangsdaten in das Verfahren sind u.a. Prognosen für Sedimentablagerungen über einen Zeitraum von 10 Jahren (für die Herleitung der Prognose s. Kapitel 5.1.2) und zwei Stufen möglicher Qualitäten für das zu verbringende Baggergut abgeschätzt (abgeleitet aus der mittleren Baggergutqualität der Jahre 2008 - 2018 und 2016 - 2021). Darüber hinaus wurden die Auswirkungen für den Nahbereich zur Stelle Tonne E3 auf Grundlage der Ergebnisse des bisherigen verbringungsbegleitenden Monitorings durchgeführt.

5.4.1.1 Formalisiertes quantitatives Vorgehen

Für die BZR der drei Sets wurden, wie unter 3.3.1 beschrieben, auf Grundlage der 10-Jahresprognose für mögliche Sedimentablagerungen, der angenommenen Baggergutqualität sowie der parameterspezifischen Messunsicherheiten für die nach GÜBAK, OSPAR oder OGewV bewertungsrelevanten Parameter prognostizierte Konzentrationen errechnet. Um messbare Auswirkungen auf die Qualität der Sedimente in den Bilanzierungsräumen mit großer Sicherheit auszuschließen, wurde bei diesem Vorgehen die Prognose für das 95. Perzentil der Sedimentablagerungen verwendet. Ergibt sich nach Anwendung der Allgemeinen Mischungsgleichung wie in Kapitel 3.3.1 beschrieben für einen Schadstoffparameter eine Konzentrationsänderung, die den Schwellenwert der parameterspezifischen Messunsicherheit übersteigt, wird eine Konzentrationszunahme als messtechnisch nachweisbar betrachtet. Für diesen Fall und für den entsprechenden BZR kann eine Beeinträchtigung der Sedimentqualität durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 zunächst nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse dieses formalisierten Vorgehens stellen eine worst-case Betrachtung dar, z. B. aufrund der Betrachtung des 95. Perzentils der prognostizierten Baggergutauflagen und der Methode für die Erstellung der 10-Jahresprognose für die

Sedimentablagerungen (siehe Kapitel 5.1.2). Für den Fall, dass unter worst-case Bedingungen nachweisbare Beeinträchtignngen der Sedimentqualität nicht ausgeschlossen werden können, erfolgt für die entsprechenden BZR eine Detailbetrachtung, in der z. B. weitere Messdaten oder vor Ort-Gegebenheiten einbezogen werden.

Die für die drei Baggergutmengenszenarien und zwei Stufen an Baggergutqualitäten prognostizierten Konzentrationen für BZR und Parameter, für die sich in wenigstens einem Szenario (Baggergutmenge und -qualität) eine Änderung der Konzentration ergibt, die die erweiterte Messunsicherheit übertrifft, sind in Tabelle 10-10 im Anhang aufgeführt. Für einen Großteil der BZR bleiben die sich rechnerisch ergebenden Konzentrationsänderungen aller betrachteten Parameter unterhalb des Schwellenwertes der parameterspezifischen erweiterten Messunsicherheit, so dass sich verbringungsbedingte messbare Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen. Für die folgenden BZR konnten unter worst-case Annahmen verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität nicht ausgeschlossen werden: i) BZR, die den Bereich der Verbringstelle umfassen, ii) der BZR 120_SeevogelschutzgebietWest und iii) mehrere BZR aus dem Set 3, die alle in der Tideelbe stromauf von Cuxhaven liegen (Abbildung 5-15).

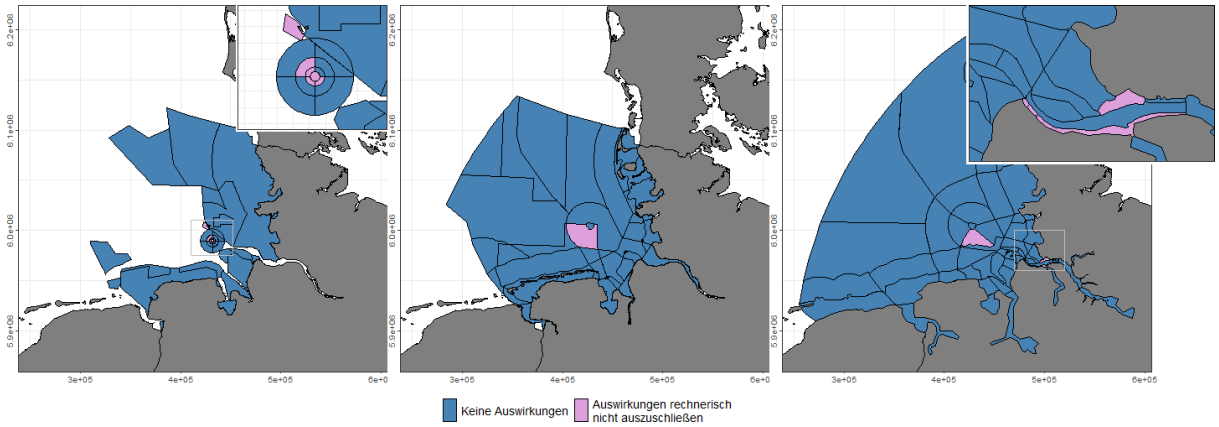


Abbildung 5-15: Übersicht der rechnerischen Ergebnisse für die BZR der 3 Analysestes

5.4.1.2 Detailbetrachtung kritischer BZR

Für die BZR, für die sich anhand des formalisierten quantitativen Vorgehens auf Grundlage der prognostizierten Baggergutauflagen für den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren eine Beeinträchtigung der Sedimentqualität nicht ausschließen lässt werden die Ergebniss im Folgenden gesondert eingeordnet.

BZR in unmittelbarer Umgebung zur Verbringstelle

Die BZR 110_SW_1,5-3km_Kreis, 111_1,5_km_Kreis, 112_SO_1,5-3km_Kreis, 113_NW_1,5-3km_Kreis und 115_NW_3-6km_Kreis des Analyseset 1 umfassen die Verbringstelle, bzw. liegen in ihrer unmittelbaren Umgebung. BZR 213_Küstenmeer Elbe Südost des Analyseset 2 sowie BZR 324_Schlickfallgebiet_West des Analyseset 3 decken deutlich größere räumliche Einheiten ab, umfassen jedoch ebenfalls den Bereich der Verbringstelle. Auf Grund der unterschiedlichen räumlichen Ausdehnung ergeben sich in diesen BZR für verschiedene Parameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit überschreiten. Diese sind jeweils auf zunehmende Konzentrationen im Bereich der Verbringstelle

zurückzuführen, in dem eine Beeinträchtigung der Sedimentqualität durch die Verbringung von Baggergut anzunehmen bzw. zu erwarten ist. Eine detailliertere, auf die Ergebnisse des bisherigen verbringungsbegleitenden Monitorings gestützte Abschätzung der Fläche, auf der Baggerguteinmischung durch zunehmende Schadstoffgehalte zu prognostizieren ist, wird in Abschnitt 5.4.1.4 gegeben.

BZR 120_SeevogelschutzgebietWest

Im BZR 120_SeevogelschutzgebietWest ergeben sich je nach Mengenszenario und Stufe der Baggergutqualität rechnerisch Konzentrationserhöhungen, die die Schwelle der messtechnischen Nachweisbarkeit überschreiten. Diese Nachweisbarkeit trifft nicht auf alle Parameter zu, sondern nur für die in Tabelle 5-5 aufgeführten Parameter.

Tabelle 5-5: Ausgangskonzentrationen und für die verschiedenen Mengenszenarien prognostizierte Konzentrationen der Parameter für die sich in BZR 120_ SeevogelschutzgebietWest rechnerisch Konzentrationszunahmen > Messunsicherheit ergeben (< 63 µm). Alle Werte in µg/kg.

		Baggergutqualität 2008 - 2018			Baggergutqualität 2016 - 2021		
Parameter	Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. t TS	2,0 Mio. t TS	2,5 Mio. t TS	1,5 Mio. t TS	2,0 Mio. t TS	2,5 Mio. t TS
Hexachlorbenzol	0,13	0,18	**0,20**	**0,22**	0,17	0,19	**0,20**
p,p'-DDE	0,13	0,16	**0,17**	**0,18**	0,16	0,17	**0,17**
p,p'-DDD	0,15	**0,25**	**0,29**	**0,31**	**0,23**	**0,26**	**0,28**

Werte die eine Konzentrationszunahme > erweiterte Messunsicherheit darstellen blau hinterlegt.

Bei den in Tabelle 5-5 angegebenen Werten handelt es sich um die auf den Feinkorngehalt (< 63 µm) normierten Konzentrationen. Die analytische Quantifizierung der betrachteten Parameter erfolgt in der Fraktion < 2 mm. Im Zuge der Normierung werden die in der Fraktion < 2 mm gemessenen Konzentrationen für jede Einzelprobe auf den in der jeweiligen Probe gemessenen Feinkornanteil (< 63 µm) bezogen. Dieser Normierung liegt die Annahme zugrunde, dass die analysierten Substanzen komplett mit den feinkörnigen Partikeln eines Sediments assoziiert sind. Für verschiedene Proben, in deren Fraktion < 2 mm dieselbe Konzentration gemessen wird, ergeben sich je nach Feinkorngehalt der Probe verschiedene normierte Konzentrationen. Diese sind umso höher, je geringer der Feinkornanteil ist. Im Rahmen des bei Verbringstelle Tonne E3 durchgeführten Monitorings wird für alle drei Analyten, für deren auf den Feinkorngehalt normierte Konzentrationen sich rechnerisch Konzentrationszunahmen > erweiterte Messunsicherheit ergeben, eine Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/kg angegeben. Beträgt die Konzentration eines dieser Parameter in der Fraktion < 2 mm einer Probe weniger als die Bestimmungsgrenze ist eine analytische Quantifizierung nicht möglich. Aus einer, in der Fraktion < 2 mm einer Probe gemessenen Konzentration von 0,1 µg/kg (minimale quantifizierbare Konzentration bei einer Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/kg) ergibt sich eine auf den Feinkorngehalt (< 63 µm) normierte Konzentration von 0,2 µg/kg bei einem Feinkorngehalt (< 63 µm) von 50 % und eine auf den Feinkorngehalt normierte Konzentration von 0,5 µg/kg bei einem Feinkorngehalt (< 63 µm) von 20 %. Daraus ergibt sich, dass die in Tabelle 5-5 angegebenen, sich rechnerisch ergebenden prognostizierten Konzentrationen für Proben mit einem Feinkornanteil von weniger als 35 – 50 % unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Proben mit Feinkornanteilen in dieser Größenordnung sind im entsprechenden BZR, der durch überwiegend sandige Sedimente geprägt ist, nicht zu erwarten. Es ist daher davon auszugehen, dass sich Konzentrationen auf einem Niveau der in Tabelle 5-5 dargestellten

prognostizierten Konzentrationen messtechnisch nicht quantifizieren lassen. Eine messtechnisch nachweisbare Konzentrationszunahme ist für BZR 120_SeevogelschutzgebietWest auch für die genannten Parameter nicht zu erwarten.

Betroffene BZR in der Tideelbe stromauf Cuxhaven

Die 10-Jahresprognosen für Sedimentablagerungen sind ein zentraler Eingangsdatensatz in das formalisierte Verfahren. Diese Prognosen basieren wiederum auf den Ergebnissen von Langzeitsimulationen. Für einzelne Bereiche mit kleinräumigen wasserbaulichen Anlagen oder morphologischen Strukturen kann das Modell lokal Ergebnisse liefern, die mit Blick auf einen mehrjährigen und damit längeren Zeitraum als unplausibel einzuordnen sind. Darunter fallen auch Teilbereiche der in der Tideelbe stromauf von Cuxhaven gelegenen BZR 349_Grimmershoerner_Bucht, 350_Cuxhaven_Hafen, 351_Altenbrucher_Bogen und 356_Neufelder_Sand. Bei diesen BZR ist bei der 10-Jahresprognose von einer deutlichen Überschätzung der Sedimentablagerungen auszugehen (für weitere Erläuterung siehe Kapitel 5.2.3.). Die auf Grundlage dieser 10-Jahresprognose für die Sedimentablagerungen berechneten prognostizierten Konzentrationen können daher ebenso nicht als realistische (Worst-Case-) Prognose betrachtet werden. Als realitätsnähere Prognose der Sedimentablagerungen für diese BZR werden die Modellergebnisse der letzten beiden Wochen des Simulationslaufes (15. - 31.12.2018, vgl. Kapitel 5.1.2) angesetzt. Im weiteren Text wird diese Prognose als Prognose_{2018} kenntlich gemacht werden.

Für eine realitätsnahe Abschätzung möglicher Auswirkungen auf die Sedimentqualität, wurden daher die Mischungsrechnungen unter Verwendung dieser neuen Sedimentablagerung wiederholt und darüber hinaus Beobachtungen an Dauermessstellen und aktuelle Untersuchungen in die Betrachtung mit einbezogen. Die Anwendung des formalisierten quantitaven Vorgehens unter Berücksichtigung des 95 Perzentils dieser, für die entsprechenden räumlichen Einheiten als potentiell möglich angesehenen Baggergutauflagen, ergeben Konzentrationserhöhungen, die über dem Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit liegen je nach betrachtetem Szenario in BZR 349_Grimmershoerner_Bucht und BZR 350_Cuxhaven_Hafen.

BZR 350_Cuxhaven_Hafen umfasst ausschließlich die Hafenbecken von Cuxhaven in denen eine regelmäßige Wassertiefenunterhaltung stattfindet, die in den Modellierungen der BAW unberücksichtigt bleibt. Die prognostizierten Baggergutauflagen stellen für diesen Bereich daher keine realistische Prognose für das Sedimentationsgeschehen dar (vgl. Kapitel 5.2.3).

Die Parameter für die sich in BZR 349_Grimmershoerner_Bucht Konzentrationserhöhungen über dem Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit ergeben sind in Tabelle 5-6 aufgeführt. Rechnerisch ergeben sich hier Konzentrationszunahmen, die den Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen für Pentachlorbenzol, Hexachlorbenzol, PCB Summe 7, p,p‘-DDT sowie seine Metaboliten p,p‘-DDd und p,p‘-DDE, Phosphor, Stickstoff in der Fraktion < 63 µm. Außerdem liegen die rechnerisch ermittelten prognostizierten Konzentrationen von Arsen und den Metallen Cadmium, Kupfer, Nickel, Blei Zink und Quecksilber sowie den organischen Schadstoffen Hexachlorbenzol, p,p‘-DDE, p,p‘-DDD, PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 und PCB 180 in der Fraktion < 2 mm um mehr als die erweiterte Messunsicherheit über den abgeleiteten Ausgangskonzentrationen. Für die Parameter p,p‘-DDD und Phosphor ergeben sich je nach Mengenszenario und angenommerner Baggergutqualität zusätzliche GÜBAK R1-Überschreitungen. Zusätzliche Überschreitungen des OSPAR-Bewertungskriteriums ERL ergeben sich für die schlechtere angenommene Baggergutqualität in den Mengenszenarien 2,0 Mio. t TS/a und 2,5 Mio. t TS/a. Bei Betrachtung der mittleren Baggergutauflagen ergeben sich unter den genannten Annahmen rechnerisch

keine Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen.

Tabelle 5-6: Ausgangskonzentrationen und für die verschiedenen Mengenszenarien prognostizierte Konzentrationen (95-Perzentil der prognostizierten Baggergutauflage) der nach GÜBAK, OSPAR oder Anlage 6 OGewV bewertungsrelevanten Parameter für die sich in BZR 349_Grimmershoerner_Bucht bei modellierter Baggergutauflage am Ende der Simulation rechnerisch Konzentrationszunahmen > Messunsicherheit ergeben.

							Baggergutqualität 208-2018			Baggergutqualität 2016-2021		
	Parameter	Fraktion	Einheit			Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. TDS	2,0 Mio. TDS	2,5 Mio. TDS	1,5 Mio. TDS	2,0 Mio. TDS	2,5 Mio. TDS
				R1	R2							
GÜBAK	Pentachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	1	3	0,29	0,39	**0,41**	**0,42**	0,36	0,38	0,39
	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	1,8	5,5	0,63	**1,23**	**1,39**	**1,46**	**1,09**	**1,21**	**1,26**
	PCB Summe7 g. BG	<63 µm	µg/kg	13	40	3,50	4,82	**5,18**	**5,33**	4,55	4,82	4,94
	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	1	3	0,32	**0,69**	**0,79**	**0,83**	**0,61**	**0,69**	**0,72**
	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	2	6	0,90	**1,97**	**2,26**	**2,39**	**1,72**	**1,94**	**2,04**
	p,p'-DDT	<63 µm	µg/kg	1	3	0,31	0,72	**0,83**	**0,88**	0,60	0,68	0,71
	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	500		410,28	**484,53**	**504,28**	**512,91**	**482,70**	**501,97**	**510,38**
	Stickstoff	<2000 µm	mg/kg	1500		962,23	1167,31	**1221,87**	**1245,69**	**1176,34**	**1233,30**	**1258,17**
				ERL								
OSPAR	Arsen	<2000 µm	mg/kg	(8,2)		6,24	**7,35**	**7,65**	**7,77**	**7,35**	**7,64**	**7,77**
	Cadmium	<2000 µm	mg/kg	1,2		0,14	**0,25**	**0,28**	**0,29**	**0,23**	**0,26**	**0,27**
	Kupfer	<2000 µm	mg/kg	34		4,60	**7,47**	**8,24**	**8,57**	**7,31**	**8,04**	**8,35**
	Nickel	<2000 µm	mg/kg	(21)		7,63	**9,05**	**9,42**	**9,59**	**9,08**	**9,47**	**9,64**
	Blei	<2000 µm	mg/kg	47		10,24	**13,34**	**14,16**	**14,53**	**13,30**	**14,12**	**14,47**
	Zink	<2000 µm	mg/kg	122		43,61	**65,91**	**71,84**	**74,43**	**64,02**	**69,45**	**71,82**
	Quecksilber	<2000 µm	mg/kg	0,15		0,07	**0,14**	**0,15**	**0,16**	**0,12**	**0,13**	**0,14**
	Hexachlorbenzol	<2000 µm	µg/kg	20		0,40	**0,82**	**0,93**	**0,98**	**0,76**	**0,85**	**0,90**
	p,p'-DDE	<2000 µm	µg/kg	2,2		0,19	**0,44**	**0,51**	**0,54**	**0,41**	**0,47**	**0,50**
	p,p'-DDD	<2000 µm	µg/kg	2		0,55	**1,31**	**1,51**	**1,60**	**1,20**	**1,37**	**1,45**
				JD-UQN								
OGewV	PCB 28	<2000 µm	µg/kg	20		0,13	**0,18**	**0,20**	**0,21**	**0,18**	**0,19**	**0,20**
	PCB 52	<2000 µm	µg/kg	20		0,12	**0,17**	**0,18**	**0,19**	**0,16**	**0,18**	**0,18**
	PCB 101	<2000 µm	µg/kg	20		0,17	**0,30**	**0,33**	**0,34**	**0,29**	**0,33**	**0,34**
	PCB 138	<2000 µm	µg/kg	20		0,26	**0,48**	**0,54**	**0,57**	**0,46**	**0,52**	**0,54**
	PCB 153	<2000 µm	µg/kg	20		0,32	**0,62**	**0,69**	**0,73**	**0,58**	**0,65**	**0,68**
	PCB 180	<2000 µm	µg/kg	20		0,19	**0,39**	**0,44**	**0,47**	**0,37**	**0,41**	**0,43**

Überschreitung GÜBAK R1

ERL-Überschreitung

Konzentratiuonszunahmen > erweiterte Messunsicherheit

Tabelle 5-7: Ergebnisse aktueller (09/2021) Untersuchungen auf Wattflächen der Bereiche Altenbrucher Bogen, Döhser Watt und Grimmershörner Bucht. Konzentrationen GÜBAK-relevanter Schadstoffe und Bewertung nach GÜBAK.

Parameter	Einheit	R1	R2	Alten-brucher Bogen 04	Döser Watt 01	Döser Watt 02	Döser Watt 03	Grimmers-hörner Bucht 01	Grimmers-hörner Bucht 02	Grimmers-hörner Bucht 03	Grimmers-hörner Bucht 04	Grimmers-hörner Bucht 04
Siebanalyse												
Fraktion <20 µm	Gew. %			25,1	32,4	23,4	28,6	16	16,2	10,1	62,2	51,9
Fraktion <63 µm	Gew. %			48	46,6	37,6	45,3	32,2	31,2	20,3	82,3	78,4
Metalle< 20 µm												
Arsen	mg/kg TS	40	120	26	23	25	22	21	19	21	22	22
Blei	mg/kg TS	90	270	55	57	56	52	57	52	57	53	53
Cadmium	mg/kg TS	1,5	4,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Chrom	mg/kg TS	120	360	83	89	85	82	89	83	89	84	82
Kupfer	mg/kg TS	30	90	67	31	41	40	73	53	84	33	46
Nickel	mg/kg TS	70	210	38	37	37	35	39	36	38	37	37
Quecksilber	mg/kg TS	0,7	2,1	0,52	0,28	0,26	0,26	0,38	0,42	0,44	0,41	0,42
Zink	mg/kg TS	300	900	250	189	192	179	225	208	242	213	216
Organische Schadstoffe <63 µm												
PCB Summe 7	µg/kg TS	13	40	1,8	3,7	2,6	4,9	2,8	5,5	2,9	4,5	5,8
a-Hexachlorcyclohexan	µg/kg TS	0,5	1,5	0,10	0,11	0,13	0,11	0,16	0,19	0,24	0,11	0,11
g-Hexachlorcyclohexan	µg/kg TS	0,5	1,5	0,10	0,11	0,13	0,11	0,16	0,16	0,24	0,06	0,06
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	1,8	5,5	0,33	0,21	0,13	0,72	0,99	0,96	0,64	1,1	1,1
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	1	3	0,10	0,11	0,13	0,11	0,16	0,22	0,24	0,15	0,21
p,p'-DDT	µg/kg TS	1	3	0,10	0,11	0,13	0,11	0,16	0,16	0,24	0,15	0,25
p,p'-DDE	µg/kg TS	1	3	0,10	0,32	0,13	0,20	0,59	0,90	0,24	0,77	0,87
p,p'-DDD	µg/kg TS	2	6	0,71	0,38	0,37	0,33	1,1	2,0	0,88	1,5	2,2
KW (C10 bis C40)	mg/kg TS	200	600	62	83	93	98	99	132	113	86	107
PAK Summe 16 nach EPA	mg/kg TS	1,8	5,5	0,37	0,81	0,64	0,70	0,65	1,09	0,83	0,73	0,92
TBT (OZK) <2 mm	µg/kg TS	20	100/300	<1	4	<1	<1	<1	2	<1	8	5
Nährstoffe												
Phosphor - gesamt	mg/kg TS			480	510	440	510	350	350	330	820	790
Stickstoff - gesamt	%			0,09	0,14	0,1	0,13	0,05	0,09	0,05	0,26	0,27

Aktuelle Untersuchungen aus dem Jahr 2021 zur Qualität der Sedimente liegen für die Bereiche Altenbrucher Bogen, Döser Watt und Grimmershörner Bucht vor. Die ermittelten Konzentrationen der nach GÜBAK bewertungsrelevanten Parameter sowie die Bewertung der Proben nach GÜBAK sind in Tabelle 5-7 dargestellt. Zwar ergeben sich für alle Proben aus den 3 Bereichen Überschreitungen des GÜBAK R1 für Kupfer. Jedoch ergeben sich für keinen der Parameter, für die die auf BAW-Modellierung gestützten Berechnungen Konzentrationszunahmen ergeben (PAK Summe 16, Pentachlorbenzol, Hexachlorbenzol, PCB Summe7, PCB 118, alpha-HCH, beta-HCH, p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT, o,p'-DDE, o,p'-DDD, Tributylzinn und Monobutylzinn), Auffälligkeiten.

Kontinuierlich wird die Qualität von Sedimenten an der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake erfasst. An der Messstelle, die im kleinen Hafenbereich an der Kugelbake und damit innerhalb des BZR 349_Grimmershoerner_Bucht liegt, werden in der Regel monatlich mittels Greifer schwebstoffbürtige Sedimente gezogen. Die hier erfassten Werte spiegeln daher Veränderungen der Qualität schwebstoffbürtiger Sedimente wider. Die hier erhobenen Messwerte der Parameter, für die sich rechnerisch auf Grundlage der BAW-Modellierung Konzentrationszunahmen ergeben, sind in Abbildung 5-16 für den Zeitraum 2008 - 2021 dargestellt. Dieser Zeitraum umfasst sowohl die Phase in der Baggergutverbringungen zur Verbringstelle Tonne E3 ausgesetzt wurden (2010 - 2013) als auch den Zeitraum nach Wiederaufnahme der Verbringungen ab 2014. Für keinen der Parameter zeigen sich deutlich rückläufige Konzentrationen für den verbringungsfreien Zeitraum oder ansteigende Konzentrationen seit Wiederaufnahme der Verbringungen. Insgesamt weisen alle 13 Parameter für den Zeitraum seit 2008 leicht rückläufige Konzentrationen auf. Einen Einfluss der bisherigen Baggergutverbringungen auf die Qualität der schwebstoffbürtigen Sedimente kann folglich nicht festgestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass neben den Baggergutverbringungen bei Verbringstelle Tonne E3 auch die Verbringung von Baggergut im Verbringstelle VSB 730/740 in der Außenelbe potentiell zu Beeinträchtingungen der Sedimentqualität an der Dauermessstelle führen könnte.

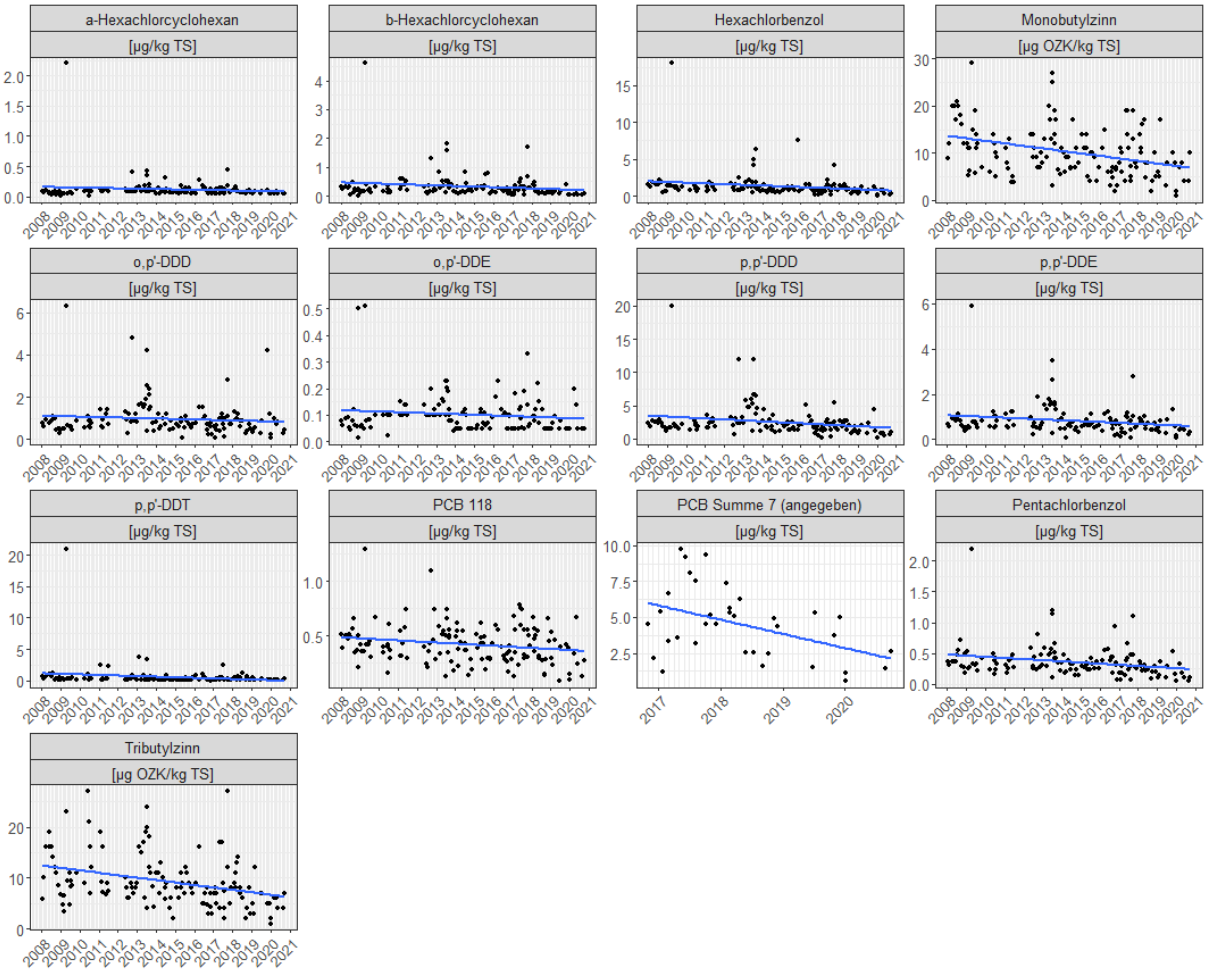


Abbildung 5-16: Konzentrationen von a-HCH, b-HCH, HCB, MBT, o,p‘-DDD, o,p‘-DDE, p,p`-DDD, p,p‘-DDE, p,p‘-DDT, PCB 118, PCB Summe 7, Pentachlorbenzol und TBT in Sedimentproben der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake für den Zeitraum 2008 - 2021. Die blaue Linie stellt den linearen Trend dar.

Nur für den BZR 349_Grimmershoerner_Bucht ergibt sich für das 95 Perzentil der Ablagerungen trotz Verwendung der Prognose$_{2018}$ für die Sedimentablagerungen weiterhin eine rechnerische Konzentrationszunahme oberhalb der Schwelle der messtechnischen Nachweisbarkeit. Keine die Schwelle der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigenden Konzentrationszunahmen ergeben sich für die Mittelwerte der prognostizierten Baggergutauflagen. Zudem stehen die sich rechnerisch ergebenden Konzentrationszunahmen im Widerspruch zu Beobachtungen an der in diesem BZR eingerichteten Dauermessstelle sowie aktuellen Untersuchungen von Sedimenten der Wattflächen in den Bereichen Altenbrucher Bogen, Döser Watt und Grimmershörner Bucht. Trotz der seit 2014 kontinuierlichen Verbringung von Baggergut bei Stelle Tonne E3, wird eine Zunahme der Schadstoffgehalte in diesem Bereich nicht beobachtet. Beides zusammen legt den Schluss nahe, dass elbeaufwärts transportiertes Material in größerem Maße durch Einmischung in das natürliche Sedimentatiosngeschehen der Elbe verteilt und verdünnt wird und so der Mittelwert aus den Modellrechnungen der Realität am ehesten zu entsprechen scheint. Ob sich im Falle zukünftiger Baggergutverbringungen messbare Konzentrationszunahmen ergeben, sollte im Rahmen eines intensivierten Monitorings in den genannten Bereichen regelmmäßig überprüft werden. Angesichts der Vielzahl laufender Maßnahmen und der Komplexität des Sedimentationsgeschehens in der Außenelbe

wird es allerdings eine Herausforderung darstellen, mögliche beobachtete Effekte einer Einzelmaßnahme zuzuordnen.

5.4.1.3 Bewertung anhand nationaler und internationaler Kriterien

Im Folgenden erfolgt eine Bewertung der auf Grundlage der für den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren prognostizierten Baggergutauflagen ermittelten prognostizierten Konzentrationen anhand der in Kapitel 3.3.1 genannten Kriterien. In einigen Fällen kommt es zu einer gegenüber der für den entsprechenden BZR abgeleiteten Ausgangskonzentration geänderten Bewertung auch wenn die prognostizierte Konzentrationsänderung die Schwelle der messtechnischen Nachweisbarkeit nicht überschreitet. Dies kann der Fall sein, wenn die Ausgangskonzentration um weniger als die erweiterte Messunsicherheit unterhalb des entsprechenden Bewertungskriteriums liegt. Umgekehrt führt eine Konzentrationsänderung, die die Schwelle der messtechnischen Nachweisbarkeit überschreitet nicht zwangsläufig zu einer Schlechterbewertung nach einem für den Parameter vorliegenden Bewertungskriterium.

Bewertung nach GÜBAK

Je nach betrachtetem Mengenszenario und angenommrner Baggergutqualität ergeben sich in einigen Fällen für die prognostizierten Konzentrationen gegenüber den abgeleiteten Ausgangskonzentrationen Verschlechterungen für die Bewertung nach GÜBAK. Dies betrifft die BZR 110_1,5km_Kreis und 113_NW_1,5-3km_Kreis, also den Bereich der Verbringstelle und unmittelbar angrenzenden BZR die in Tabelle 5-8 aufgeführten Parameter. In einigen Fällen ergeben sich zusätzliche Richtwertüberschreitungen obwohl die Änderung der Konzentration den Schwellenwert der erweiterten Messunsicherheit nicht überschreitet.

Zusätzliche Richtwertüberschreitungen ergeben sich für einige Parameter auch in den BZR 349_Grimmershoerner_Bucht (Hexachlorbenzol, p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT, Phosphor, Stickstoff), 350_Cuxhaven_Hafen (Hexachlorbenzol, p,p'-DDD, p,p'-DDT), 351_Altenbrucher_Bogen (p,p'-DDT, Phosphor) bei Berechnung auf Grundlage der für 10 Jahre skalierten Baggergutauflagen. Wie dargelegt werden die sich durch die vorgenommene Skalierung ergebenden Baggergutauflagen für beide BZR als unplausibel betrachtet (vgl. Kapitel 5.2.3 und Kapitel 5.4.1.2). Die sich daraus ergebenden Richtwertüberschreitungen sind daher in in Tabelle 5-8 nicht aufgeführt.

Tabelle 5-8: Bewertung der prognostizierten Konzentrationen (95-Perzentil der prognostizierten Baggergutauflage) nach GÜBAK für Fälle mit gegenüber den Ausgangskonzentrationen geänderter Bewertung (Ergebnisse für BZR 349, 350, 351 und 356 nicht dargestellt, weil nicht plausibel)

							Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2016-2021		
BZR	**Parameter**	**Messfraktion**	**Einheit**	**R1**	**R2**	**Ausgangs-konzentration**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**
110_1,5km_Kreis	Pentachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	1	3	0,24	**0,82**	**1,19**	**1,14**	**0,68**	**0,96**	**0,93**
110_1,5km_Kreis	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	1,8	5,5	0,94	**4,11**	**6,14**	**5,87**	**3,33**	**4,86**	**4,66**
110_1,5km_Kreis	PCB Summe7 g. BG	<63 µm	µg/kg	13	40	4,29	**11,23**	**15,69**	**15,10**	**9,67**	**13,13**	**12,68**
110_1,5km_Kreis	alpha-HCH	<63 µm	µg/kg	0,5	1,5	0,13	**0,41**	**0,59**	**0,56**	**0,33**	**0,45**	**0,44**
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	1	3	0,57	**2,47**	**3,70**	**3,54**	**2,03**	**2,97**	**2,85**
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	2	6	1,61	**7,24**	**10,85**	**10,38**	**5,83**	**8,53**	**8,18**
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDT	<63 µm	µg/kg	1	3	0,72	**2,78**	**4,10**	**3,93**	**2,12**	**3,02**	**2,90**
110_1,5km_Kreis	Tributylzinn	<2000 µm	mg/kg	20	100/300	9,24	**31,81**	**31,81**	**30,15**	**31,81**	**31,81**	**30,15**
110_1,5km_Kreis	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	500		493	1147	1147	1099	1129	1129	1082
110_1,5km_Kreis	Stickstoff	<2000 µm	mg/kg	1500		1285	2998	2998	2872	3088	3088	2955
113_NW_1,5-3km_Kreis	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	500		445	457	473	505	457	472	504

Fall 1 c < RW1

Fall 2 R1 < c < RW2

Fall 3 c > RW2

Für den Bereich der Verbringstelle sowie den näheren Umkreis kann nicht ausgeschlossen werden, dass es verbringungsbedingt zu zusätzlichen Überschreitungen der GÜBAK Richtwerte kommt. Eine detailliertere Abschätzung der voraussichtlich von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche im Nahfeld der Verbringstelle findet sich in Kapitel 5.4.1.4. Für alle anderen Bereiche wird nicht erwartet, dass es verbringungsbedingt zu zusätzlichen Überschreitungen der GÜBAK-Richtwerte kommt.

Bewertung nach OSPAR

Für die Bewertung der prognostizierten Konzentrationerhöhungen anhand der OSPAR-Kriterien ergeben sich abhängig vom Mengenszenario und der angenommenen Baggergutqualität Fälle, in denen zusätzliche ERL- bzw. EAC-Überschreitungen eintreten. Diese können der Tabelle 5-9 entnommen werden. Nicht enthalten sind die BZR 349_Grimmershoerner_Bucht, 350_Cuxhaven_Hafen, 351_Altenbrucher_Bogen und 356_Neufelder_Sand aufgrund von unplausiblen Prognosen der Baggergutauflage für den betrachteten 10 Jahreszeitraum (vgl. Kapitel 5.2.3 und Kapitel 5.4.1.2).

Tabelle 5-9: Ausgangskonzentrationen und prognostizierte Konzentrationen der Parameter und BZR für die sich in mindestens einem Szenario rechnerisch zusätzliche ERL- oder EAC-Überschreitungen ergeben (Ergebnisse für BZR 349, 350, 351 und 356 nicht dargestellt, weil unplausibel)

BZR	Parameter	ERL/EAC	Richtwert	Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. t TS/Jahr Qualität 2008-2018	1,5 Mio. t TS/Jahr Qualität 2016-2021	2,0 Mio. t TS/Jahr Qualität 2008-2018	2,0 Mio. t TS/Jahr Qualität 2016-2021	2,5 Mio. t TS/Jahr Qualität 2008-2018	2,5 Mio. t TS/Jahr Qualität 2016-2021
110_1,5km_Kreis	**Zink**	**ERL**	**122**	102	265	246	265	246	253	236
113_NW_1,5-3km_Kreis	**Quecksilber**	**ERL**	**0,15**	0,15	0,16	0,15	0,17	0,16	0,20	0,18
118_SO_3-6km_Kreis	**Quecksilber**	**ERL**	**0,15**	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
110_1,5km_Kreis	**p,p'-DDE**	**ERL**	**2,2**	0,57	2,8	2,3	2,8	2,4	2,6	2,3
110_1,5km_Kreis	**p,p'-DDD**	**ERL**	**2**	1,7	8,1	7,0	8,1	7,0	7,6	6,6

ERL-/EAC_Überschreitung

Ausgenommen der unter 5.4.1.2 ausführlich diskutierten BZR des Analyseset 3 (349_Grimmershoerner_Bucht, 350_Cuxhaven_Hafen, 351_Altenbrucher_Bogen und 356_Neufelder_Sand) ergeben sich ERL- oder EAC-Überscheitungen, die sich nicht bereits aus den abgeleiteten Ausgangskonzentrationen zeigen, für die Parameter Zink, Quecksilber, p,p'-DDE und p,p'-DDD für BZR in unmittelbarer Umgebung zur Verbringstelle Überschreitungen.

Für die betroffenen BZR in der Tideelbe stromauf Cuxhaven gilt auch hier, dass die Skalierung der modellierten Baggergutauflagen und Hintergrundsedimentation auf den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren Werte erzeugen, die aufgrund morphologischer Gegebenheiten als unplausibel angesehen werden können und die auf Grundlage dieser Werte berechneten prognostizierte Konzentrationen nicht als realistische (Worst-Case-) Prognose betrachtet werden können. Da die Auswertung verfügbarer Messwerte aus diesem Bereich den Schluss nahelegt, dass keine messbaren Schadstofferhöhungen zu erwarten sind, ist auch nicht mit zusätzlichen ERL-/EAC-Überschreitungen zu rechnen.

Die rechnerischen Ergebnisse für die BZR in unmittelbarer Umgebung zur Verbringstelle bestätigen die aus den Ergebnissen des verbringungsbegleitenden Monitorings abgeleitete Aussage, dass eine Verdriftung des Baggergutes im näheren Umfeld zur Verbringstelle vorwiegend in Richtung NW und SE erfolgt. Auch bezüglich der Bewertung nach OSPAR kann für den Bereich der Verbringstelle nicht ausgeschlossen werden, dass es kleinräumig zu Überschreitungen der OSPAR-Bewertungskriterien durch weitere, hier nicht aufgeführte Parameter kommt. Insbesondere für Parameter deren Konzentrationen im Baggergut gegenüber den Ausgangskonzentrationen besonders erhöht sind (z. B. Cadmium, Quecksilber, Zink, Hexachlorbenzol, p,p`-DDD und p,p`-DDE) ist anzunehmen, dass es in den an die Verbringstelle in NW und SE Richtung anschließenden BZR (112_SO_1,5-3km_Kreis, 113_NW_1,5-3km_Kreis) zu Überschreitungen der Bewertungskriterien kommen kann.

Bewertung der Sedimentauflagen nach OGewV

Richtwerte für flussgebietsspezifische Schadstoffe in Sedimenten nach Anlage 6 der OGewV werden durch die prognostizierten Konzentrationen in keinem Fall überschritten.

5.4.1.4 Nahbereich zur Verbringstelle

Wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, wurden für alle seit 2010 durchgeführten Messkampagnen des verbringungsbegleitenden Monitorings die maximale Größe der Flächen abgeschätzt, auf denen eine verbringungsbedingte Zunahme von Schadstoffkonzentrationen angenommen werden kann. Auf die Ergebnisse wurde ein lineares Modell angepasst und anhand der Menge verbrachten Baggergutes für die drei betrachteten Mengenszenarien (1,5 Mio. t TS/a, 2,0 Mio. t TS/a und 2,5 Mio. t TS/a) extrapoliert. Daraus lässt sich für jedes Mengenszenario die voraussichtliche Größe der verbringungsbedingt in ihrer Sedimentqualität beeinflussten Fläche ableiten. In Abbildung 5-17 sind die ermittelten Flächengrößen für die Monitoringkampagnen seit 2010 gegen die kumulierte, seit 2005 verbrachte Menge Baggergut sowie das angepasste lineare Modell (blaue Linie) und die Extrapolation der Ergebnisse (roter Bereich) für die drei Mengenszenarien dargestellt. Ersichtlich ist zudem, dass sich für einzelne Kampagnen Flächengrößen ergeben, die deutlich vom linearen Trend abweichen. Hinzu kommt, dass sich die Lage der von Einmischung betroffenen Fläche in begrenztem Umfang verlagern kann. Schließlich wird noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den ermittelten Flächengrößen auf Grund der verfügbaren Messwerte und insebsondere der Lage der untersuchten Positionen nur um eine grobe Schätzung handeln kann. Um eine Fläche festzulegen, auf der ein Nachweis der Baggerguteinmischung im Laufe des Betrachtungszeitraumes möglich ist, muss man sich daher an den im Rahmen der Unsicherheiten

(Vertrauensbereich) maximalen Werten orientieren. Daraus ergibt sich, dass im Rahmen dieser Prognose davon ausgegangen wird, dass der von Baggerguteinmischung betroffene Bereich im Fall der Verbringung von 1,5 Mio. t TS jährlich nach 10 Jahren eine Fläche von maximal ca. 60 km^2 umfassen wird, für das Mengenszenario von 2,0 Mio. t TS pro Jahr maximal ca. 70 km^2 und bei Verbringung von 2,5 Mio. t TS jährlich ca. 80 km^2. Bei diesen Angaben handelt es sich wie unter 3.3.1 beschrieben um pauschalisierte Schätzungen der Größe der Fläche, auf der sich verbringungsbedingte Erhöhungen von Schadstoffkonzentrationen im Nahbereich der Verbringstelle feststellen lassen. Wie die aus den Monitoringergebnissen abgeleiteten Flächengrößen für die Jahre 2010 - 2021 zeigen, unterliegen die Flächen, die sich aus dem gewählten Vorgehen ergeben, starken Schwankungen und können für einzelne Messkampagnen deutlich von den Erwartungswerten abweichen.

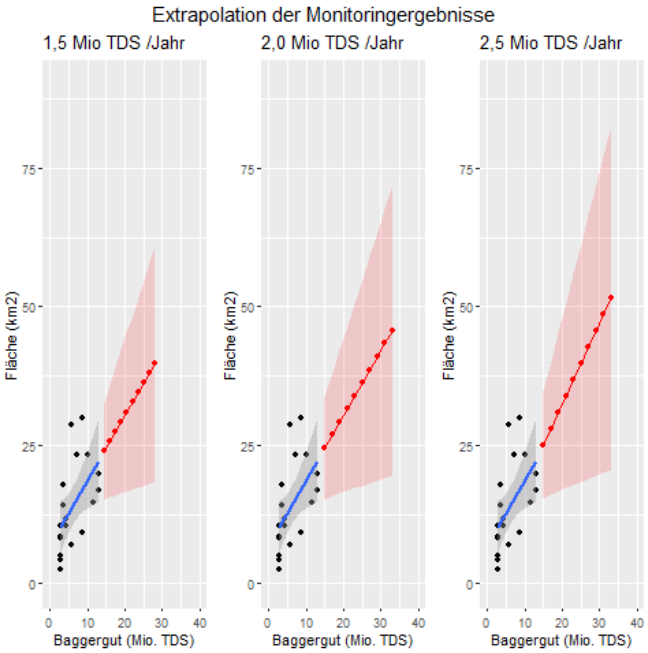


Abbildung 5-17: Extrapolation der Ergebnisse des verbringungsbegleitenden Monitorings für die drei Mengenszenarien anhand der Menge verbrachten Baggergutes.

Wie aus den in Kapitel 4.3.2**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** in Abbildung 4-25 g ezeigten beeinflussten Flächen hervorgeht, unterliegt die Gestalt der betroffenen Fläche in gesetzten Grenzen einer gewissen Variabilität. Die Lage der voraussichtlich durch nachweisbare Baggerguteinmischung betroffenen Fläche lässt sich daher nicht näher voraussagen. Allerdings fällt auf, dass der Bereich, auf dem sich verbringungsbedingte Schadstoffanreicherungen feststellen lassen, eine näherungsweise elliptische Form mit größter Ausdehnung auf einer Achse NW-SE aufweist. Um nach Größe und Erstreckung einen ungefähren Eindruck zu vermitteln, auf welcher Fläche für die drei betrachteten Mengenszenarien am Ende des Betrachtungshorizontes von zehn Jahren mit verbringungsbedingten Schadstoffanreicherungen zu rechnen ist, sind elliptische Flächen der entsprechenden Größe mit der für 2021 als durch Baggerguteinmischung betroffenen Fläche in Abbildung 5-18 dargestellt. Die dargestellten Ellipsen stellen keine Prognose zur Lage der nach Ablauf des Prognosezeitraums von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche dar. Sie dienen ausschließlich dazu, die angegebenen Flächengrößen in Relation zur bisher von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche zu veranschaulichen.

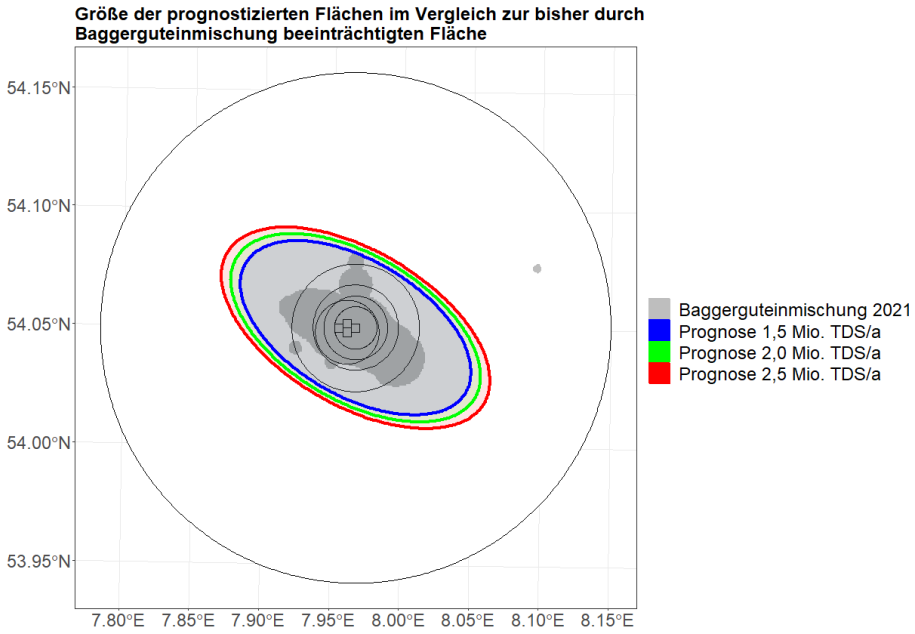


Abbildung 5-18: Mögliche Ausdehnung der von Baggerguteinmischung betroffenen Flächen

5.4.2 Ökotoxikologische Wirkungen

Die Prognose der ökotoxikologischen Auswirkungen, die mit der angestrebten Baggergutverbringung verbundenen sein können, erfolgt über zwei unterschiedliche Herangehensweisen. Die gewonnenen Ergebnisse zu den ökotoxikologischen Auswirkungen werden in diesem Abschnitt kurz beschrieben.

Zunächst werden die Auswirkungen auf das Nahfeld der Verbringstelle Tonne E3 auf Grundlage der Ergebnisse der langjährig durchgeführten Monitoringuntersuchungen dargestellt. Diese Abschätzung beruht auf den Daten des langjährigen Monitorings im Bereich der Verbringstelle. Hierzu werden u.a. die Langzeitprognosen für verbringungsbedingte Sedimentablagerungen für die BZR von Set 1 und Set 3 berechnet, s.Kapitel 5.2.3.

Mit dem Vorgehen die Abschätzung der ökotoxikologischen Auswirkungen über beide Betrachtungsebenen durchzuführen, soll die Verlässkichkeit der Prognose gesteigert werden.

Prognose zum Nahbereich der Verbringstelle

Wie für die Schadstoffe wird für die Betrachtung der möglichen Effekte im Nahbereich der Verbringstelle Tonne E3 auf die Ergebnisse des langjährigen Monitorings zurückgegriffen. Eine aktuelle Übersicht über die Ergebnisse der ökotoxikologischen Belastungspotenziale an und um die Einbringstelle Tonne E3 ist im kürzlich von der BfG erstellten Monitoringbericht für die Jahre 2018 - 2020 zu finden (BfG 2023a). Dieser enthält ebenfalls eine Gesamtübersicht aller Proben der von April 2005 bis August 2020 durchgeführten Untersuchungskampagnen. Bei dem für die ökotoxikologischen Untersuchungen entnommenen Sedimentoberflächenproben handelt es sich um das gleiche Material, das auch bei der Analyse zu den Schadstoffbelastungen verwendet wurde. Die entnommenen Proben sind mit der marinen Biotestpalette untersucht worden.

Wie im Monitoringbericht (BfG 2023a) dargestellt, ist bei Betrachtung der zeitlichen Entwicklung von 2005 - 2020 eine tendenzielle Erhöhung der durchschnittlichen Sedimentoberflächenbelastung über die bisherige Verbringzeit seit 2005 festzustellen. Dies gilt auch ohne Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem Kernbereich[19]. Bei Betrachtung der Häufigkeiten der festgestellten Toxizitätsklassen ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die Probenanzahl seit Beginn des Monitorings mehr als verdoppelt hat. So ist u. a. ab August 2008 der 1-km- und der 1,5-km-Ring im Monitoring ergänzt worden. In Tabelle 5-10 (links) sind die ökotoxikologischen Ergebnisse der Monitoringuntersuchungen der verschiedenen Untersuchungsbereiche um die Verbringstelle Tonne E3 dargestellt. Im Kerngebiet wird im Vergleich zu den anderen Bereichen eine im Schnitt leicht höhere Belastung festgestellt. Der Median liegt in allen Bereichen bei Toxizitätsklasse 0. Eine bessere Übersicht über diese Daten findet sich in Tabelle 5-10 (rechts). Sie zeigt die prozentuale Verteilung der festgestellten Toxizitätsklassen in den jeweiligen Untersuchungsbereichen. Im direkten Kernbereich der Verbringstelle sind nur vereinzelt Belastungen gemessen worden, diese waren zudem zeitlich begrenzt (s. BfG 2023). Die Mediane liegen in allen Untersuchungsbereichen durchgehend bei Toxizitätsklasse 0.

Die bis 2020 erfassten Untersuchungsergebnisse bestätigen die Erwartungen der zuvor prognostizierten Auswirkungen (BfG 2019). Temporär erhöhte Belastungen werden nur vereinzelt erfasst. Im mit Baggergut beaufschlagten Kernbereich ist die durchschnittlich festgestellte Toxizitätsklasse nur sehr geringfügig höher. Eine markante, dauerhafte Erhöhung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials der Sedimente auf und um die Verbringstelle bei Tonne E3, in Folge der bisherigen Baggergutverbringung aus Hamburg, ist nicht festzustellen.

Für die drei betrachteten Mengenszenarien ergeben sich für den zu betrachtenden Zeitraum von 10 Jahren Gesamtmengen von 15, 20 und 25 Mio. t TS Baggergut. Zur Abschätzung, ob diese Mengen Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial des Nahbereiches haben, müssen diese Zahlen in Verhältnis mit der bislang durchgeführten Baggergutverbringung gesetzt werden. Seit 2005 bis einschließlich 2020 sind insgesamt 11,5 Mio. t TS Baggergut zur Verbringstelle Tonne E3 verbracht worden (s. BfG 2023a). Die Baggergutmenge die in den nächsten 10 Jahren auf die Verbringstelle Tonne E3 verbracht werden soll, wäre grob doppelt so groß. Für die Betrachtung der auf 10 Jahre angestrebten Verbringung von Baggergut aus dem Delegationsbereich, den Landeshafengewässern, der Begegnungsbox und den elbseitigen Vorhäfen des NOK, ist auf Grundlage dieser Monitoringuntersuchungen eine dauerhafte Beeinträchtigung der ökotoxikologischen Sedimentqualität daher nicht abzuleiten, zumal die nun angenommenen Baggergutqualitäten (2008 - 2018 und 2016 - 2020) im Verhältnis niedriger belastet sind als das Material, das ab 2005 hierher verbracht worden ist (ca. 0,5 Toxizitätsklassen). Temporäre (nicht dauerhafte) Erhöhungen des ökotoxikologischen Belastungspotenziale sind für den Kernbereich jedoch nicht auszuschließen.

[19] Kernbereich bezeichnet einen Bereich aus dem laufenden Monitoring, es handelt sich um das Verbringungszentrum bzw. die Verbringungszentren.

Tabelle 5-10: Übersicht über die ökotoxikologischen Ergebnisse der Oberflächensedimente auf und um die Verbringstelle Tonne E3 der Jahre 2005 - 2021.

Proben	Tonne E3 2005 - 2021					
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Toxizitätsklasse marine Biotestpalette					
	Kern	1-km	1,5-km	2-km	6-km	Referenz
0	203	70	92	126	117	118
I	53	17	10	16	22	12
II	16	3	7	6	4	1
III	7	2	1	3	2	
IV	4			1		
V	1			1		
VI						
Median	0	0	0	0	0	0
Σ	284	92	110	153	145	131
$\bar{x}$	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1

Proben	Tonne E3 2005 - 2021					
Toxizitäts-klasse	prozentualer Anteil der Toxizitätsklassen je Untersuchungsbereich					
	Kern	1-km	1,5-km	2-km	6-km	Referenz
0	71%	76%	84%	82%	81%	90%
I	19%	18%	9%	10%	15%	9%
II	6%	3%	6%	4%	3%	1%
III	2%	2%	1%	2%	1%	0%
IV	1%	0%	0%	1%	0%	0%
V	0%	0%	0%	1%	0%	0%
VI	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Median	0	0	0	0	0	0
Σ	100%	100%	100%	100%	100%	100%
$\bar{x}$	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1

Prognose zu den großräumigen Auswirkungen

Die Prognose der Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial der Oberflächensedimente wird neben der oben ausgeführten Einschätzung für den Nahbereich zudem auch großräumig und hier mittels der Langzeitprognose für die verbringungsbedingten Sedimentablagerungen (s. Kapitel 3.3.2 und Kapitel 5.2.3) durchgeführt. Das rechnerische Vorgehen und die für die Berechnungen zu Grunde gelegten Festlegungen und Annahmen sind in Kapitel 3.3.2 dargestellt. Die für die Berechnungen verwendeten Belastungen des angenommenen Baggergutes sind in Kapitel 4.3.4 aufgeführt. Hier ist ebenfalls die Ableitung der Hintergrundkonzentration der Sedimente für die Küstenbereiche und die Nordsee beschrieben. Für die Hintergrundkonzentration wird die Toxizitätsklasse 0, d. h. Toxizität nicht nachweisbar, angenommen. Das ergibt eine Annahme, in der die Sedimente gänzlich unbelastet sind.

Die Mengen der feinkörnigen Sedimentablagerungen (< 63 µm) bzw. deren Auflagehöhen (1 kg/m² ≙ 1 mm) für jeden BZR, wie in der Prognose für die Sedimentablagerungen beschrieben, sind in Tabelle 5-11 aufgeführt. Verwendet wird stets das 95. Perzentil der Sedimentauflage. Dies entspricht einer Worst-Case Annahme, da dieser Wert nur kleinräumig auftritt: auf 95 % der Fläche eines BZR liegt die Höhe der Ablagerung unter diesem Wert (vgl. Kapitel 5.1.1). Ausgehend von dieser Auflage werden die für 10 Jahre erwarteten Auflagen extrapoliert, d. h. Multiplikation mit dem Faktor 10 und mit dem Faktor 0,7 (s. Kapitel 3.3.2). Aus den Modellberechnungen der BAW werden zudem die Hintergrundauflagen für die Gesamtsedimentfraktion entnommen. Im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung werden hier die Median-Werte verwendet, nicht die Daten des 95. Perzentils (mehr dazu findet sich in Kapitel 3.1).

Durch diese kleinräumigen Eindriftungen von Hintergrundsedimenten kommt es zu einer anteiligen Vermischung mit Baggegutanteilen. In der BAW-Modellierung werden auch negative Auflagen für diese Hintergrundauflagen errechnet, dies bedeutet einen Austrag bzw. eine Erosion von Sedimenten. Werte kleiner Null sind jedoch nicht in die Berechnungen eingeflossen, da dies zu falschen Berechnungen führen würde. In diesen Fällen wird mit dem Wert 0 gerechnet.

Entsprechend der in Kapitel 3.3.2 dargestellten Formel wird die in den jeweiligen BZR nach 10 Jahren erwartete Toxizitätsklasse in den Oberflächensedimenten für das 95. Perzentil errechnet. Wie in den farbig hinterlegten Zellen in den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen, werden die Berechnungen für beide Baggergutqualitäten durchgeführt.

Auswirkungen Set 1

Eine markante Erhöhung der Feinkornauflagen < 63 µm in den Bilanzierungsräumen von Set 1 und eine dementsprechende Erhöhung der erwarteten Toxizitätsklasse wird nur für den BZR Nr. 110 „1,5km-Kreis“ erwartet. Für diesen BZR sind die im Modell errechneten Auflagen nicht wie bei allen anderen BZR um 30 % reduziert worden, da es sich um den Verbringbereich handelt, s. Kapitel 3.3.2. Wie in der Prognose für den Nahbereich zu Beginn dieses Unterkapitels beschrieben, sind die BAW-Modellergebnisse für die Verbringstelle nur eingeschränkt belastbar. Dies lieg an dem im BAW-Modell verwendeten Stripping-Faktor von 1,0. Dieser bedeutet, dass die Baggergutpartikel im Modell beim Einbringen des Baggerguts vollständig in der Wassersäule suspendiert sind. Für alle anderen BZR werden keine Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotential durch die 10-jährige Baggergutverbringung nach Tonne E3 erwartet. In Tabelle 10-11 im Anhang werden dieselben Berechnungen zum ökotoxikologischen Belastungspotenzial mit den Median-Daten der BAW-Modellierung durchgeführt. Bei diesen Betrachtungen ist auch für den BZR 110 ein Einfluss durch die 10jährige Baggergutverbringung nicht abzuleiten. In der Karte von Abbildung 5-19 ist ein Ausschnitt der BZR von Set 1 abgebildet. Die Einfärbung der BZR erfolgte entsprechend der errechneten Toxizitätsklasse. Lediglich für den BZR 110 ergibt die Berechnung mit den Daten der 95. Perzentil-Berechnung eine von 0 abweichende Toxizitätsklasse. In Abhängigkeit vom Verbringungs-Szenario liegt diese zwischen 0,8 bis 1,4.

Tabelle 5-11: Ökotoxikologische Prognose für Set 1 mit <63 µm Feinkorn für das 95. Perzentil der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechneten Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet.

Nummer BZR	Bezeichnung des Bilanzraum	Auflage Feink. <63 µm, 95%-Perz. [kg/m²] ≙ [mm]						Prognose Tox.-Klasse für <63µm Oberflächensediment nach 10 J.					
		Baggergutauflage/Jahr (MW letzte 2 Wochen der Modellierung)			Prognose Auflage-erhöhung für 10 Jahre (BG-Aufl. · 10 J. · 0,7)*			2008 - 2018 mit Toxizitätsklasse 1,4			2016 - 2021 mit Toxizitätsklasse 1,1		
		1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
100	SylterAussenriff	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	HamburgischesWattenmeer	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
102	Borkum-Riffgrund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
106	SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
107	NO_6-12km_Kreis_Teil	0	0	0,1	0,1	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0
108	SW_6-12km_Kreis	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
109	SO_6-12km_Kreis	0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	0	0	0	0	0	0
110	1,5km_Kreis	16,1	26,4	25,1	161	264	251	1,1	1,4	1,4	0,8	1,1	1,1
111	SW_1,5-3km_Kreis	0,2	0,4	0,7	1,3	2,6	4,8	0	0	0	0	0	0
112	SO_1,5-3km_Kreis	0,2	0,4	1,1	1,5	2,6	7,8	0	0	0	0	0	0
113	NW_1,5-3km_Kreis	0,5	1,1	2,4	3,3	7,8	17,1	0	0	0,1	0	0	0
114	NO_1,5-3km_Kreis	0,1	0,2	0,4	0,5	1,1	2,9	0	0	0	0	0	0
115	NW_3-6km_Kreis	0,1	0,2	0,6	0,8	1,7	4,0	0	0	0	0	0	0
116	NO_3-6km_Kreis	0,1	0,1	0,4	0,4	0,9	2,5	0	0	0	0	0	0
117	SW_3-6km_Kreis	0,1	0,2	0,2	0,4	1,3	1,5	0	0	0	0	0	0
118	SO_3-6km_Kreis	0,1	0,2	0,3	0,4	1,2	1,8	0	0	0	0	0	0
119	NW_6-12km_Kreis	0	0	0,1	0,1	0,2	0,5	0	0	0	0	0	0
120	SeevogelschutzgebietHelgoland_West	1,0	1,3	1,6	6,7	9,2	11,3	0	0	0	0	0	0
121	SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
122	Steingrund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0

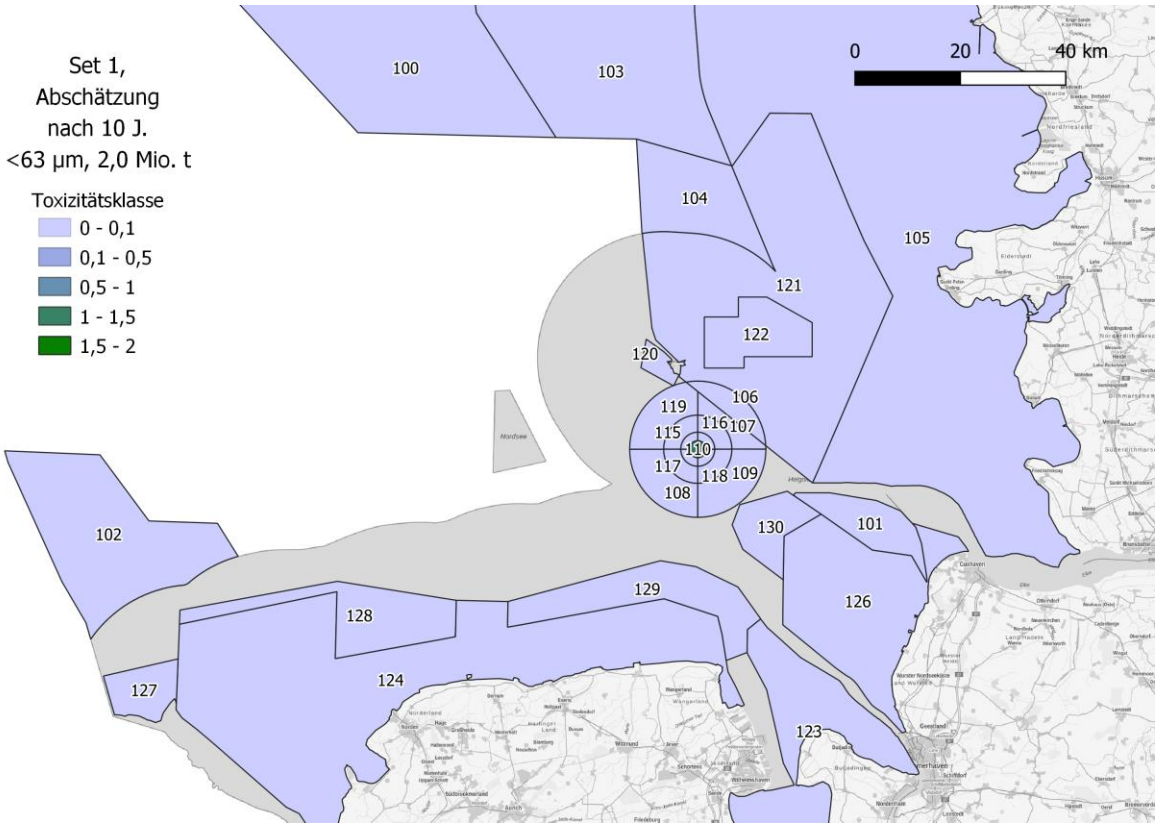


Abbildung 5-19: Karteausschnitt von Set 1, Nahbereich der Verbringstelle Tonne E3 inkl. Natura 2000 und FFH-Gebiete. Prognostizierte Toxizitätsklassen für das 95. Perzentil der BZR mit Feinkorn <63 µm (Karte: WebAtlasDE, DLZ/BKG).

Auswirkungen Set 3

Die Prognose der Auswirkungen der 10-jährigen Baggergutverbringung auf die BZR von Set 3 erfolgt nach der gleichen Vorgehensweise wie oben für Set 1 durchgeführt. Die für die Berechnungen verwendeten Auflagehöhen und die aus diesen errechneten Toxizitätsklassen in den einzelnen BZR sind in Tabelle 5-12 aufgeführt. Die angegebenen Berechnungen beziehen sich auf die Daten des 95. Perzentils für die < 63 µm Fraktion. Entsprechend der Berechnungen kommt es nur in den BZR Grimmershörner Bucht (BZR 349), Cuxhaven Hafen (BZR 350), Altenbrucher Bogen (BZR 351), Neufelder Sand (Nr. 356), Tideelbe vor Brunsbüttel (Nr. 357) und Tideelbe stromauf Brunsbüttel (BZR 359) zu einer rechnerischen Veränderung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials. Für alle anderen BZR werden keine Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial erwartet. In der Grimmershörner Bucht (BZR 349), dem Altenbrucher Bogen (BZR 351), dem Neufelder Sand (BZR 356) und der Tideelbe vor Brunsbüttel (BZR 357) sind die in Abhängigkeit vom Szenario prognostizierten Belastungspotenziale mit Toxizitätsklassen zwischen 0 und 0,3 sehr gering. Zwar sind die Auflagehöhen im BZR Grimmershörner Bucht auch relativ hoch, jedoch kommt es zu einer deutlichen Reduktion der Belastungen durch die dynamischen Hintergrundprozesse. Die größten Auswirkungen werden für die beiden BZR Cuxhaven Hafen und Tideelbe vor Brunsbüttel erwartet. Ob diese tatsächlich nachweisbar sein werden ist fraglich, da die hier vorhandenen Sedimente auch heute schon nicht durchgehend mit Toxizitätsklasse 0 belastet sind. Zudem wären die für beide BZR erwarteten Belastungen mit szenarioabhängigen Toxizitätsklassen von 0,7 bis 1,4 verhältnismäßig gering. Die Ergebnisse für Set 3 sind ausschnittweise in der Karte von Abbildung 5-20 dargestellt.

Tabelle 5-12: Ökotoxikologische Prognose für Set 3 mit < 63 µm Feinkorn für das 95. Perzentil der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechneten Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet.

Nummer BZR	Bezeichnung des Bilanzraum	Auflage Feink. <63 µm, 95%-Perz. [kg/m²] ≙ [mm]						Prognose Tox.-Klasse für <63µm Oberflächensediment nach 10 J.					
		Baggergutauflage/Jahr (MW letzte 2 Wochen der Modellierung)			Prognose Auflage-erhöhung für 10 Jahre (BG-Aufl. · 10 J. · 0,7)*			2008 - 2018 mit Toxizitätsklasse 1,4			2016 - 2021 mit Toxizitätsklasse 1,1		
		1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
300	Ems	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	Emsmuendung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	Wattgebiet_Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	Kuestenmeer_Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	Kuestenmeer_Ems	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305	Deutsche_Bucht_Sued	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
306	Deutsche_Bucht_West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
307	Deutsche_Bucht_Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
308	Kuestenmeer_Daenemark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
309	Wattgebiet_Daenemark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	Wattenmeer_Nordfriesland_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
311	Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	Wattenmeer_Nordfriesland_S	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
313	Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
314	Deutsche_Bucht_SO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315	Kuestenmeer_Helgoland_SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
316	Kuestenmeer_Ostfriesland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
317	Wattgebiet_Ostfriesland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
318	Wangerooge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	Jadebusen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	Jade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
321	Kuestengewaesser_Weser_W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	Kuestenmeer_Weser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
323	suedl_Schlickfallgebiet	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,1	0	0	0	0	0	0
324	Schlickfallgebiet_West	0,1	0,3	0,5	0,8	1,8	3,2	0	0	0	0	0	0
325	Kuestenmeer_Helgoland_S	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
326	Kuestenmeer_Helgoland_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
327	Helgoland	0,2	0,3	0,4	1,5	2,4	3,0	0	0	0	0	0	0
328	Schlickfallgebiet_Ost	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
329	Kuestenmeer_Eider_W	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
330	Eider_Tidebecken	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
331	Eidermuendung	0,4	0,7	0,9	3,1	4,7	6,6	0	0	0	0	0	0
332	Dithmarscher_Bucht	0,3	0,5	0,6	2,4	3,5	4,5	0	0	0	0	0	0
333	Piep_Tidebecken	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
334	Hamburgisches_Wattenmeer	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
335	Kuestengewaesser_Weser_O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
336	Wesermuendung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
337	Weser	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
338	Eversand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
339	Knechtsand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	Hamburgisches_Wattenmeer_S	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
341	Neuwerk	0,1	0,1	0,2	0,8	0,9	1,3	0	0	0	0	0	0
342	Scharhoern	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
343	Duhner_Watt	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
344	Hamburgische_Wattenmeer_NO	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
345	Fahrwasser_Aussenelbe_West	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
346	Aussenelbe_Nord	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
347	Hakensand	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
348	Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0	0	0	0,2	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
349	Grimmershoerner_Bucht	28,8	36,4	39,8	201	255	278	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
350	Cuxhaven_Hafen	51,2	62,9	70,2	358	441	491	1,0	1,0	1,1	0,7	0,8	0,8
351	Altenbrucher_Bogen	5,1	6,4	6,8	35,5	44,9	47,7	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
352	Tideelbe_Cux_Bruns	0,9	1,3	1,6	6,1	9,0	11,1	0	0	0	0	0	0
353	Medemgrund	0	0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	0	0	0	0	0	0
354	Medemrinne	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
355	SH_Watten_noerdl.	0,1	0,2	0,3	0,7	1,2	1,8	0	0	0	0	0	0
356	Neufelder_Sand	2,7	2,9	3,3	18,8	20,1	23,3	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1
357	Tideelbe_vorBrunsb	39,6	49,3	54,0	278	345	378	1,4	1,4	1,4	1,1	1,1	1,1
358	Oste	0,6	0,6	0,7	3,9	4,4	4,7	0	0	0	0	0	0
359	Tideelbe_stromauf_Bruns	2,4	3,0	3,8	16,5	21,3	26,6	0,1	0,1	0,2	0	0,1	0,1
360	Stoer	0,6	1,0	1,0	4,2	7,0	7,3	0	0	0	0	0	0
361	Krueckau	0,3	0,4	0,4	2,4	2,8	3,1	0	0	0	0	0	0
362	Pinnau	0,1	0,2	0,2	0,7	1,1	1,3	0	0	0	0	0	0
363	Tideelbe_Stade-Geesthacht	0,2	0,2	0,3	1,1	1,5	1,8	0	0	0	0	0	0

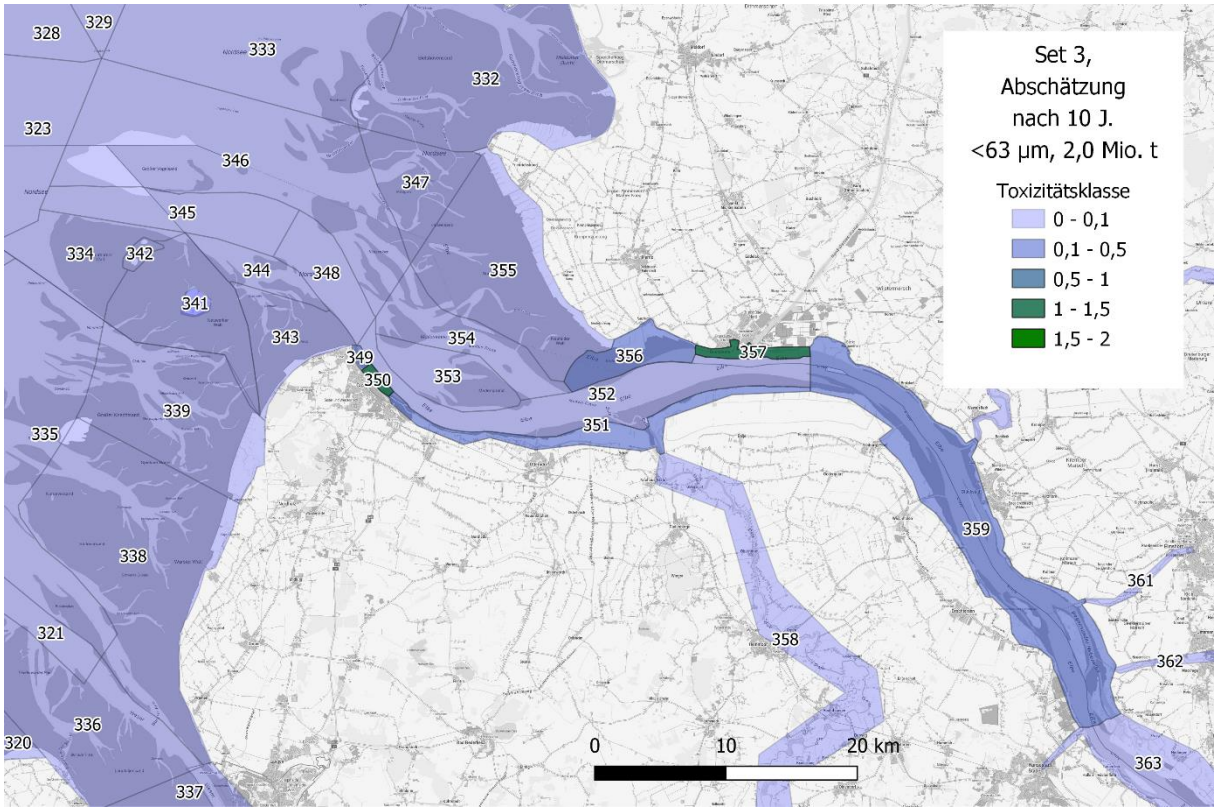


Abbildung 5-20: Karteausschnitt von Set 3, BZR der Deutschen Bucht inkl. des Elbeästuars. Prognostizierte Toxizitätsklassen für das 95. Perzentil der BZR mit Feinkorn < 63 µm (Karte: WebAtlasDE, DLZ/BKG).

Fazit:

Bei der Prognose für den Nahbereich auf Basis der bisherigen Monitoringuntersuchungen ist für diesen keine Verschlechterung der ökotoxikologischen Sedimentqualität abzuleiten. Die bis dato durchgeführten Monitoringuntersuchungen zeigen hier bislang lediglich temporär auftretende Effekte.

In der Prognose für den Fernbereich von Set 3 werden für den BZR 350 Cuxhaven Hafen und BZR 357 Tideelbe vor Brunsbüttel potenzielle Erhöhungen ermittelt. Ob diese tatsächlich nachweisbar sein werden, ist fraglich, da die hier vorhandene Sedimentqualität auch heute schon nicht durchgehend mit Toxizitätsklasse 0 belastet sind. Die Annahmen sind somit durch die applizierte Worst-Case-Betrachtung eher überschätzend, man beachte hierzu die vorangestellten Hinweise zur Prognose der Sedimentablagerungen im Kapitel Schadstoffe.

Gemäß den durchgeführten Prognosen sind für die Berechnung mit den Daten des 95. Perzentils maximal für drei BZR leichte Auswirkungen zu erwarten. Werden für die Prognosen jedoch die Daten der Median-Auflagen zu Grunde gelegt, ergeben sich für keinen BZR, negative Auswirkungen auf das ökotoxikologische Belastungspotenzial.

5.4.3 Bioakkumulation

Im Folgenden werden die möglichen Auswirkungen der drei Verbringszenarien auf die Bioakkumulation diskutiert, wobei zunächst auf die Verbringzentren und das umliegende Gebiet, welches im Rahmen des Monitorings beprobt wird, und anschließend auf die unter Kapitel 3.1 definierten Bilanzierungsräume eingegangen wird.

5.4.3.1 Mögliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation an der Tonne E3

Wie in Kapitel 4.3.5 beschrieben, konnten im bisherigen Monitoring an der Tonne E3 bereits verbringungsbedingte Effekte auf die Bioakkumulation in der Pfeffermuschel, der Wellhornschnecke, der Kliesche und der Scholle nachgewiesen werden. Diese waren in der Regel auf den Verbringbereich beschränkt. Solche Effekte auf die Bioakkumulation im Verbringbereich sind, wie bereits in der vorherigen Auswirkprognose (BfG 2019) beschrieben, zu erwarten und stellen keine Verletzung des Einvernehmens dar. Außerhalb des Verbringbereichs wurde im Herbst 2018 einmalig eine signifikante Anreicherung von o,p‘-DDD in den Lebern der Klieschen im Außenbereich festgestellt.

Bei einer Fortführung der Baggergutverbringung zur Tonne E3 mit den drei zugrundeliegenden Szenarien (1,5 Mio., 2 Mio. und 2,5 Mio. Tonnen zu verbringendem Baggergut jährlich über einen Zeitraum von 10 Jahren) ist aufgrund der erhöhten Baggergutmenge und des langen Verbringzeitraums damit zu rechnen, dass nachweisbare Effekte auf die Bioakkumulation zunehmen werden. So werden die Konzentrationen von für das Baggergut typischen Schadstoffen in Biota sehr wahrscheinlich steigen. Darüber hinaus werden künftig auch in größerer Entfernung zum Verbringbereich, insbesondere im 3-km-Radius, signifikant erhöhte Konzentrationen in Biota im Vergleich zu den Referenzgebieten nachweisbar sein. Unter Betrachtung der in Kapitel 5.4.1.4 prognostizierten Ausbreitung des Baggerguts, welche ovalförmig von Nordwest bis Südost reicht, und einer je nach Szenario betroffenen Fläche von ca. 60 bis 80 km² ist auch eine signifikant erhöhte Bioakkumulation im 6-km-Radius im Vergleich zu den Referenzgebieten nicht auszuschließen, auch wenn diese aufgrund der prognostizierten Sedimentkonzentrationen vorerst nicht erwartet wird. Bei Analyten, bei denen es bislang an der Tonne E3 nur zeitweise zu signifikanten Anreicherungen in Biota gekommen ist (z. B. HCB), werden wahrscheinlich längerfristig, d. h. über mehrere Kampagnen hinweg, signifikante Effekte nachweisbar sein. Signifikante Anreicherungen von Analyten, die bislang nur in einzelnen Organismen nachgewiesen werden konnten, werden wahrscheinlich auch in anderen Organismen nachweisbar sein. Zusätzlich kann es zu Anreicherungen von Analyten kommen, die bisher nicht auffällig waren, aber deren Konzentrationen im Sediment rechnerisch durch die Baggergutverbringung erhöht sein werden (z. B.: HCH (siehe Kapitel 5.4.1.2)).

Insgesamt werden verbringungsbedingte Effekte eher in den beiden Mollusken (Pfeffermuschel und Wellhornschnecke) als in den untersuchten Fischen erwartet. Da die im Monitoring untersuchten Spezies als ausgewählte Stellvertreter für andere Organismen dienen, ist eine erhöhte Akkumulation von Schadstoffen auch für andere im Verbringbereich vorkommende Organismen anzunehmen. Auch in den untersuchten Fischen werden wahrscheinlich häufiger verbringungsbedingte Effekte auf die Bioakkumulation nachweisbar sein. Da sich viele Organismen höherer trophischer Ebenen, wie Vögel und Säuger, von Fischen ernähren, sind Effekte auf höhere trophische Ebenen möglich. Eine erhöhte Schadstoffanreicherung in der Nahrungskette (Biomagnifikation), kann folglich nicht ausgeschlossen werden. Ein Nachweis baggergutbedingter Anreicherung von Schadstoffen in der Nordseegarnele ist aufgrund der großen Entfernung des Fanggebietes zur Verbringstelle weiterhin eher unwahrscheinlich.

Im worst-case Szenario (2,5 Mio t TS/a, 10 Jahre, Schadstoffszenario 2008-2018) führen die Verbringungen im 1,5-km Kreis zu einer Erhöhung der HCB-Konzentrationen im Sediment (< 63 µm-Fraktion) um den Faktor von 6,3 (siehe Tabelle 5-8). Die HCB-Konzentrationen in Biota lagen 2018-

2020 mindestens um den Faktor 10 (Wellhornschnecke und Fische) unter der UQN_{Biota}. Die erhöhten HCB-Konzentrationen im Sediment führen daher wahrscheinlich nicht zu einer Überschreitung der UQN in Biota. Überschreitungen der UQN_{Biota} für Hg lagen im gesamten Monitoringgebiet vor. Da bislang keine baggergutbedingte Anreicherung festgestellt werden konnte, ist eine weitere Verschlechterung der UQN_{Biota} für Hg infolge der Baggergutverbringungen unwahrscheinlich. Die Zunahme der PAK Konzentrationen kann nicht auf die Baggermaßnahmen zurückgeführt werden, da diese im gleichen Maße in den Referenzgebieten vorkommt. Daher ist auch zukünftig nicht mit einer baggergutbedingten Bioakkumulation der PAK zu rechnen.

Der Lebensmittelhöchstgehalt für Pb in der Pfeffermuschel wurde in vielen Gebieten überschritten. Die Pb-Werte in Pfeffermuscheln des Verbringbereiches lagen zwar innerhalb der Hintergrundwerte (siehe Kapitel 3.3.3), waren aber in zwei Kampagnen signifikant höher als in den Referenzgebieten. Daher ist es wahrscheinlich, dass künftig vor allem im Verbringbereich die Lebensmittelhöchstgehalte überschritten werden. In der Wellhornschnecke wurde der Lebensmittelhöchstgehalt für Pb hingegen eingehalten. Da Pfeffermuscheln und andere Weichtiere aus dem Schlickfallgebiet nicht für den Verzehr gefischt werden, besteht durch möglicherweise erhöhte Bleigehalte in Weichtieren des Verbringbereiches kein Risiko für die menschliche Gesundheit.

5.4.3.2 Mögliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation in den Bilanzierungsräumen

Für die Bewertung der möglichen Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Bioakkumulation in den Bilanzierungsräumen liegen nur vereinzelt Biotadaten nationaler und internationaler Monitoringprogramme (z. B. TMAP, FGG Elbe) vor. Diese können nicht genutzt werden, mögliche Auswirkungen der Baggergutverbringungen zu prognostizieren, da sie nicht umfangreich genug sind und in allen Programmen vergleichende Daten zur Schadstoffbelastung der Sedimente fehlen (s. auch BfG 2021).

Es ist bekannt, dass es einen Zusammenhang zwischen Schadstoffkonzentrationen in Sedimenten und benthischen Organismen gibt. Für die Bewertung der Baggergutverbringungen in den BZR werden nachfolgend die prognostizierten Schadstoffkonzentrationen in den Sedimenten nach 10 Jahren Verbringungen argumentativ genutzt, um mögliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation zu bewerten. Dennoch verbleiben Unsicherheiten bei der Bewertung der Bioakkumulation in den BZR (siehe Empfehlungen Kapitel 7.3.4), da die bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Schadstoffbelastung in Sedimenten und Schwebstoffen im Zusammenhang mit der von Biota unzureichend sind. So können anhand von Schadstoffkonzentrationen in Sedimenten bislang keine Schadstoffkonzentrationen in Organismen abgeleitet werden, da Informationen zur Bioverfügbarkeit der Schadstoffe im Sediment in der Regel fehlen (Mayer et al. 2014). So wird mit Hilfe der konventionellen Analytik von Sediment zwar die Konzentration von Schadstoffen in der Sedimentprobe z. B. in mg/kg Trockensubstanz oder in mg/kg TOC bestimmt. Davon ist jedoch nur ein Teil bioverfügbar, d. h. nur dieser Teil ist toxikologisch effektiv und kann auch von den Organismen aufgenommen werden. Derzeit ist es daher noch nicht möglich, Schadstoffkonzentrationen in Biota anhand von (konventionell bestimmten) Konzentrationen in Sedimenten und/oder Baggergut zu prognostizieren.

Für einen Großteil der BZR bleiben die sich rechnerisch ergebenden Konzentrationsänderungen der betrachteten Schadstoffe im Sediment unterhalb des Schwellenwertes (= Erhöhung der Schadstoffkonzentration im Sediment zur Hintergrundbelastung ist kleiner als die erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen. Diese BZR werden daher für die Bioakkumulation nicht weiter betrachtet, da eine baggergutbedingte Anreicherung ausgeschlossen werden kann.

Neben dem Verbringbereich sind die BZR, für die sich anhand der rechnerisch ergebenden prognostizierten Konzentrationen verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität (95

Perzentil, skaliert auf 10 Jahre Betrachtungszeitraum) nicht ausschließen lassen der BZR 120_SeevogelschutzgebietWest und Bereiche der Tideelbe stromauf von Cuxhaven.

Für den BZR 120_SeevogelschutzgebietWest ergeben sich zwar, je nach betrachtetem Mengenszenario und betrachteter Baggergutqualität, für einzelne Schadstoffparameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert der parameterspezifischen erweiterten Messunsicherheit überschreiten. Diese bewegen sich jedoch auf so niedrigem Konzentrationsniveau, dass eine messtechnisch nachweisbare Konzentrationszunahme in diesem BZR nicht zu erwarten ist (vgl. Ausführungen in Kapitel 5.4.1). Aufgrund dieser Tatsache ist auch in Biota eine signifikante, messtechnisch nachweisbare Konzentrationsänderung infolge der Baggergutverbringungen unwahrscheinlich.

Für die in der Tideelbe stromauf von Cuxhaven gelegenen BZR 349_Grimmershoerner Bucht, BZR 350_Cuxhaven Hafen, BZR 351_Altenbrucher Bogen und BZR 356_Neufelder Sand ergeben sich je nach Mengenszenario und angenommener Baggergutqualität auf Grundlage der auf 10 Jahre skalierten Ergebnisse der BAW-Modellierung für einzelne Parameter rechnerisch prognostizierte Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen. Diese Konzentrationserhöhungen werden jedoch, aufgrund der morphologischen Gegebenheiten, als unrealistisch eingestuft (siehe auch Kapitel 5.2.3). Um mögliche Auswirkungen möglichst plausibel und realitätsnah für diese vier BZR abschätzen zu können, wurde wie in Kapitel 3.3.1 und 5.4.1 beschrieben, zusätzlich eine Mischungsrechnung für die modellierte Baggergutauflage nach einem Jahr durchgeführt. Hierbei ergeben sich, unter Berücksichtigung des 95. Perzentils für die Baggergutauflagen, messtechnisch nachweisbar erhöhte Konzentrationen im BZR 349_Grimmeshoerner Bucht (siehe Tabelle 5-6), nicht jedoch bei Betrachtung der mittleren Baggergutauflagen. Beim BZR 349_Grimmeshoerner Bucht handelt es sich um eine Bucht, die sich wie ein Sedimentationsbereich verhält, da sie seitlich durch Hafenstrukturen begrenzt ist, in der aber keine Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt werden (siehe Kapitel 5.2.3). In der Fraktion < 63 µm ergeben sich für das 95. Perzentil u.a. erhöhte Konzentrationen von HCB, DDX-Metaboliten und der Summe der 7 Indikator PCB im BRZ 349_Grimmeshoerner Bucht. In Biota des Verbringbereichs waren diese Analyten bzw. Vertreter dieser Analytgruppen (Kapitel 4.3.5), zumindest zeitweise, signifikant erhöht im Vergleich zu den Referenzgebieten. Bei einer Zunahme der Sedimentkonzentration dieser Analyten um bis zu einem Faktor von drei (Tabelle 5-6) wäre eine baggergutbedingte Bioakkumulation im BZR 349 möglich. Daten der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake, am nördlichen Ende des BZR gelegen, zeigen (Kapitel 5.4.1.2) hingegen keine Erhöhung, der durch die Modellierung als kritisch erfassten Analyten im Zeitraum 2008 – 2021 infolge der Baggergutverbringungen. Die Sedimentkonzentrationen sind hingegen seit 2008 leicht rückläufig. Hier stehen die rechnerischen Ergebnisse folglich im Widerspruch zu den Beobachtungen an der Dauermessstelle. Es verbleiben folglich Unsicherheiten für die Prognose der Sedimentkonzentrationen im BZR349_Grimmeshörner Bucht, so dass auch mögliche Effekte auf die Bioakkumulation nicht ausgeschlossen werden können. Inwiefern zukünftige Baggergutverbringungen somit zu einer messbaren Zunahme in den Sedimentkonzentrationen im BZR 349_Grimmeshörner Bucht führen und inwiefern die Sedimentation in diesem BZR zu einer Bioakkumulation führt, sollte im Rahmen eines Monitorings lokal überprüft werden (siehe Kapitel 7.3.4),

In BZR 351_Altenbrucher Bogen und BZR 356_Neufelder Sand kann, wie bereits in Kapitel 5.4.1.2 diskutiert, aufgrund vorliegender Sedimentdaten aus Monitoringprogrammen darauf geschlossen werden, dass keine messbare Schadstofferhöhung zu erwarten ist. Somit sind auch signifikante, messtechnisch nachweisbare baggergutbedingte Konzentrationsänderungen in Biota unwahrscheinlich. Allerdings können auch, wie oben erläutert, anhand von Sedimentkonzentrationen keine gesicherten Prognosen zur Bioakkumulation durchgeführt werden. Da es sich hier um teilweise sehr lokale

Sedimentationsbereiche handelt, in denen Konzentrationserhöhungen in den Sedimenten prognostiziert werden, ist eine durch verdriftetes Baggergut bedingte erhöhte Schadstoffanreicherung in Biota unwahrscheinlich, sie kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Im BZR 350_Cuxhafen Hafen kann aufgrund der regelmäßigen Unterhaltungsmaßnahmen jedoch eine Akkumulation des Baggerguts und folglich auch eine baggergutbedingte Bioakkumulation weitgehend ausgeschlossen werden.

5.5 Fauna

5.5.1 Makrozoobenthos

Sedimentablagerungen können zur direkten Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften auf der Gewässersohle führen. Sedimentablagerungen können aus natürlichen Prozessen resultieren (vgl. Kapitel 4.1.2 und 4.1.4.) oder werden durch die Verbringung von Baggergut zusätzlich verstärkt. Für die möglichen verbringungsbedingten Wirkungen im Bereich der Verbringstelle siehe Kapitel 5.2.1 oder für alle Bereiche jenseits davon Kapitel 5.2.3. Das Ausmaß ist abhängig von:

- der Mächtigkeit der abgelagerten Sedimentschicht,
- der Zusammensetzung des abgelagerten Sediments,
- der Häufigkeit der Überdeckung,
- der Jahreszeit und
- der Zusammensetzung der betroffenen Lebensgemeinschaften auf der Sohle.

Wirkfaktor Überdeckung und Veränderung der Sedimentzusammensetzung

Wird durch die Ablagerung von Festmaterial der Stoffaustausch zwischen ursprünglicher Sedimentoberfläche und Wasser unterbunden, kommt es zur Erstickung der benthischen Lebensgemeinschaften. Die Fähigkeit der einzelnen Arten sich durch Freigraben u.a. den Kontakt zum darüber liegenden Wasser wiederherzustellen oder verschiedene Überdeckungshöhen zu tolerieren, ist sehr unterschiedlich ausgebildet. Sie ist abhängig von deren Alter, Beweglichkeit und Toleranz gegenüber Sauerstoffmangelsituationen. Es können also keine allgemeingültigen Grenzen maximal tolerierbarer Überschüttungen formuliert werden, sondern diese hängt von der Zusammensetzung der jeweils betroffenen Lebensgemeinschaft ab. Infolge der Verbringung werden für die weiter entfernteren Bereiche zwischen dem 3 km und dem 6 km Kreis durch das BAW-Modell kleinräumig Sedimentablagerungen in der Größenordnung von einigen Millimetern prognostiziert, jenseits davon im Bereich zwischen dem 6 km und dem 12 km Kreis liegt die Prognose bei bis 2 mm oder sogar deutlich < 1 mm. Diese Werte liegen etwa in der Größenordnung der „natürlichen“ Sedimentation, die für das Schlickfallgebiet mit ca. 1,6 mm/Jahr (siehe Scheuerle (2004) in Kapitel 4.1.2) angegeben wird. Bei einer so geringen Sedimentationsrate ist nicht zu erwarten, dass ein Einfluss auf die Makrozoobenthosfauna sichtbar wird. Die hohen natürlichen Abundanzschwankungen der Makrozoobenthosfauna werden es wahrscheinlich unmöglich machen, verbringungsbedingte Effekte über den 1-km Kreis hinaus zu erkennen.

Ist das verbrachte Sediment nicht identisch mit dem vorherrschenden Sediment, so kommt es am Verbringungsort zu einer veränderten Sedimentzusammensetzung, die als Folge häufig eine Veränderung der Makrozoobenthosgemeinschaft zur Folge hat. Dies ist der Fall für die direkt von der Sedimentumlagerung betroffenen Stationen. Wie bisher (s. Kapitel 4.4.1 und BfG 2023a) wird die

Verbringung von Baggergut zwar zu Veränderungen in der Benthosgemeinschaft unmittelbar auf der Verbringstelle führen, jedoch nicht zu einer starken „Verödung“ der Besiedlung. Für alle anderen BZR der Sets 1 – 3 ist nicht mit einer grundlegenden Veränderung der Sedimentzusammensetzung und einer ausreichend hohen Sedimentation zu rechnen, um eine Wirkung auf die Makrozoobenthosfauna zu haben.

Wirkfaktor Trübung

Die im Rahmen von Sedimentumlagerungen auftretenden Erhöhungen von Schwebstoffgehalten können ebenfalls zu einer Beeinträchtigung von filtrierenden Organismen führen. Eine Prognose der verbringungsbedingten Wirkung auf die Schwebstoffgehalte ist für alle Bereiche in Kap. 5.2.4 gegeben. Eine Erhöhung der Trübung findet nur in einem begrenzten räumlichen Umfang statt und liegt deutlich unter den Trübungswerten, die Auswirkungen auf filtrierende Makrozoobenthosorganismen haben können. Mit nachweisbaren Wirkungen auf filtrierende Organismen ist daher nicht zu rechnen. Mit Ausnahme der Verbringstelle Tonne E3 und des Nahbereichs bis in eine Entfernung von 1 km werden in der Prognose für alle weiter entfernteren BZR eine mess- und beobachtbare Erhöhung der Schwebstoffgehalte ausgeschlossen. Somit sind für diese Gebiete Auswirkungen auf die Benthosfauna durch eine verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte nach derzeitigem Kenntnisstand unwahrscheinlich.

Wirkfaktoren Schadstoffaufnahme und Änderungen des Sauerstoffgehalts

Die prognostizierten Auswirkungen der Verbringungen auf den Sauerstoffhaushalt sind in allen Szenarien sehr gering (Kapitel 5.3.1) und nicht geeignet, sich auf die im Gebiet lebenden Makrozoobenthosorganismen nachteilig auszuwirken. Auch für die Anreicherungen von Schadstoffen in der Makrozoobenthosfauna ist in Zukunft für alle Szenarien nicht damit zu rechnen, dass potentielle Wirkungen auf Populationsebene sichtbar werden. Die hohen natürlichen Abundanzschwankungen machen eine Identifikation verbringbedingter Effekte sehr unwahrscheinlich. Zwar kann es zu Bioakkumulation im Verbringbereich kommen (vgl. Kapitel 5.4.1) und eine Anreicherung von Schadstoffen in Organismen ist bis zum 6 km Kreis nicht auszuschließen, aber mit sichtbaren Auswirkungen auf Populationsebene ist aufgrund der hohen Abundanzschwankungen der Benthosfauna nicht zu rechnen. Dies gilt insbesondere für BZRs die noch weiter als 6 km vom Verbringzentrum entfernt liegen.

Fazit

Die vorliegenden langjährigen Datenreihen der Untersuchungen zu Auswirkungen der Sedimentumlagerung auf das Makrozoobenthos erlauben eine sehr gute Abschätzung, wo eventuell Beeinträchtigungen der Makrozoobenthosfauna im Umfeld der Tonne E3 zu erwarten sind. So zeigen die bisherigen Ergebnisse, dass die Verbringung von Baggergut zwar zu Veränderungen in der Benthosgemeinschaft unmittelbar auf der Verbringstelle geführt hat, jedoch nicht zu einer starken „Verödung“ der Besiedlung. Zudem konnten verbringungsbedingte Veränderungen (leicht verringerte mittlere Artenzahl, mittlere Abundanz, Diversität und Dominanz) höchstens in einem Radius von 1-km um die Verbringstelle festgestellt werden, aber niemals darüber hinaus.

Bei gleichbleibender Beaufschlagung (1,5 Mio. t TS/a) ist auch in Zukunft nicht damit zu rechnen, dass die Auswirkungen bezüglich der Wirkfaktoren Überdeckung und Veränderung der Sedimentzusammensetzung, Trübung, Änderungen des Sauerstoffgehaltes auf die Makrozoobenthosfauna über den Radius von 1-km um die dann genutzten VZ Nord und VZ West hinaus nachweisbar sein werden. Gleichfalls ist es sehr unwahrscheinlich, dass es bei den anderen

Szenarien (2,0 Mio. t TS/a und 2,5 Mio. t TS/a) zu Auswirkungen auf die Makrozoobenthosfauna wesentlich über den Radius von 1-km hinaus kommt. Somit ist auch für BZR außerhalb dieses Bereichs nicht mit einer Wirkung auf die Makrozoobenthosfauna zu rechnen.

Der Wirkfaktor Schadstoffaufnahme zeigt zwar, dass es zu Bioakkumulation im Verbringbereich kommen (vgl. Kapitel 5.4.1) kann und eine Anreicherung von Schadstoffen in Organismen ist bis zum 6 km Kreis nicht auszuschließen, aber mit sichtbaren Auswirkungen auf Populationsebene ist aufgrund der hohen Abundanzschwankungen der Benthosfauna nicht zu rechnen. Dies gilt insbesondere für BZRs die noch weiter als 6 km vom Verbringzentrum entfernt liegen.

5.5.2 Fischfauna

Grundsätzlich sind im Verbringbereich folgende Beeinträchtigungen/Wirkfaktoren von Fischen möglich (BfG 2008):

- Überdeckung von am Boden lebenden Fischen
- Störungen/Vergrämungen durch Schiffsverkehr und Verbringvorgang
- Veränderung des Nahrungsangebotes am Meeresgrund
- Freisetzung von Schadstoffen, sauerstoffzehrenden Substanzen und Nährstoffen mit der Folge von Fischschäden oder Veränderungen des Nahrungsangebotes

Wirkfaktor Überdeckung

Direkte Schäden durch Überdeckung (Ersticken, Kiemenschäden, etc.) beschränken sich bei allen Szenarien sehr wahrscheinlich auf einzelne, am Boden ruhende Jung- und Kleinfische auf der Verbringstelle, die nicht rechtzeitig vor absinkenden Schwebstoffwolken fliehen oder sich bei sehr rascher Ablagerung verbrachten Baggergutes nicht mehr rechtzeitig aus diesem ausgraben können.

Wirkfaktor Störungen/Vergrämungen

Durch Schiffsbewegungen von und zur Tonne E3 werden pelagische Fische, durch verbrachtes und dann zum Meeresgrund absinkendes Baggergut zusätzlich auch benthische Fischarten zur Flucht veranlasst. Bei häufig wiederkehrender Störung werden die genutzte Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung vermutlich von einem Teil der Fische für längere Zeit (Tage bis Wochen) gemieden werden. Die Auswirkungsintensität nimmt dabei mit zunehmender Verbringmenge an Sediment zu.

Wirkfaktor Veränderung des Nahrungsangebotes

Im Bereich der Verbringstelle und einem 1,5-km Radius ist mit Veränderungen des Nahrungsangebotes zu rechnen, z. B. einer geänderten Artenzusammensetzung und geringeren Abundanzen einiger Makrozoobenthosorganismen (s. Kapitel 5.5.2). Dadurch kann es für einzelne Fischarten bzw. -individuen zu einem lokal verringerten Nahrungsangebot kommen. Aufgrund des im Vergleich zu den Siedlungs- und Streifgebieten der vorkommenden Fische in allen Szenarien sehr kleinen betroffenen Gebietes sind allerdings keine erkennbaren Auswirkungen auf den Ernährungszustand zu erwarten.

Wirkfaktoren Schadstoffaufnahme, Änderungen des Sauerstoff- und Nährstoffhaushalts

Bei fortgesetzter Verbringung und – je nach Szenario – zunehmenden Verbringmengen wird bei Mollusken, teilweise aber auch bei Fischen mit einer zunehmenden Bioakkumulation (ggf. auch Biomagnifikation entlang der Nahrungskette) organischer Schadstoffe und Schwermetalle gerechnet, insbesondere an der Verbringstelle und innerhalb des 3-km-Radius (vgl. Kapitel 5.4.3). Vor dem Hintergrund von in den vergangenen Jahren i. d. R. rückläufigen Schadstoffkonzentrationen in der

Nordsee und aufgrund des sehr geringen Ausmaßes zusätzlicher Belastungen durch verbrachte Sedimente ist jedoch in allen Szenarien keine nachweisbare Auswirkung auf den Gesundheiszustand der betroffenen Tiere bzw. insbesondere Bestände zu erwarten.

Die prognostizierten Auswirkungen der Verbringungen auf den Sauerstoffhaushalt sind in allen Szenarien sehr gering (Kapitel 5.3.1) und daher i. d. R. nicht geeignet, sich auf die im Gebiet lebenden Fische auszuwirken. Treten im Gebiet allerdings aufgrund fehlender Durchmischung sommerliche Sauerstoffmangelsituationen auf (wie z. B. im Jahr 2022, vgl. Kapitel 5.3.1), können sich auch die verbringbedingt nur sehr geringen zusätzlichen Absenkungen des Sauerstoffgehaltes nachteilig auf Fische auswirken, d. h. beispielsweise die Fluchtfähigkeit soweit einschränken, dass mehr Individuen durch Überdeckung gefährdet sind. Die an der Verbringstelle besonders relevanten benthischen Arten sind gegenüber geringen Sauerstoffgehalten allerdings relativ robust. So fing Möller (1988, S. 156) im Sommer 1985 entlang eines Sauerstoffgradienten in der Tideelbe Flundern noch bei 1,5 mg O_2/l und Aale sogar noch bei 0,8 mg O_2/l, während die pelagisch lebenden Stinte nur bis 3,5 mg O_2/l nachweisbar waren. Effekte sehr geringer zusätzlicher Absenkungen des Sauerstoffgehaltes sind daher bei den bisher gemessenen, in Einzeljahren wie 2022 etwas unter 5 mg O_2/l absinkenden Sauerstoffgehalten sehr unwahrscheinlich. Bei noch geringeren Sauerstoffgehalten wären Einzeltiere im Verbringbereich und unmittelbarer Umgebung betroffen. Effekte auf Bestandsebene der vorkommenden Arten wären in allen Szenarien auch in diesem „worst-case-Fall“ nicht zu erwarten.

Die erwarteten Auswirkungen auf den Nährstoffhaushalt (Kapitel 5.3.2) und die damit in Verbindung stehenden Auswirkungen auf das Phytoplankton (Kapitel 5.3.3) sind in allen Szenarien so gering, dass weiter gehende, Fische betreffende Effekte, wie Änderungen des Zooplanktonangebotes als Fischnahrung, nicht zu erwarten sind.

Fazit:

Im Bereich der Tonne E3 können sich insbesondere die mit den Verbringungen verbundenen Störungen und ein reduziertes oder verändertes Angebot benthischer Nahrungsorganismen beeinträchtigend auf Fische auswirken. Diese Auswirkungen sind bei allen Szenarien auf die jeweils beaufschlagten Verbringstellen und deren unmittelbare Umgebung (1-km Radius) beschränkt. Sie betreffen dort einzelne Individuen. Da die betroffenen Arten bzw. Bestände sehr weiträumig verbreitet sind, sind Auswirkungen auf dieser Ebene (Bestandsebene) nicht zu erwarten. Zudem hat das Gebiet um die Tonne E3 keine besondere fischökologische Funktion, z. B. als Laichgebiet oder als besonders wichtiges Nahrungsgebiet (BioConsult 2022).

Diese Einschätzungen gelten auch für die in Kapitel 4.4.2 genannten besonders und streng geschützten Arten mit Nachweis oder potenziellem Vorkommen im Untersuchungsgebiet; gleichfalls auch für Fisch- und Neunaugenarten, die in nahe gelegenen FFH-Gebieten erhalten werden sollen und das Gebiet um Tonne E3 zeitweilig aufsuchen/durchwandern (z. B. Finte).

5.5.3 Avifauna

Seevögel nutzen die Bereiche im weiteren Umfeld der Verbringstelle zur Rast und zur Nahrungssuche. Negative Auswirkungen auf Seevögel können v.a. durch die vier Wirkfaktoren (1) Vergrämungen durch Schiffsverkehr, (2) Nahrungsverfügbarkeit, (3) Erhöhung der Schwebstoffgehalte und (4) Schadstoffe in der Nahrung verursacht werden, auf die im Folgenden näher eingegangen wird (zum Themenkomplex Schadstoffe in Biota s. auch Kap. Bioakkumulation).

Wirkfaktor Vergrämungen durch den Schiffsverkehr

Durch Schiffsbewegungen, Lärm und nächtlichen Lichteinfall können Vögel vergrämt werden, wobei Wasser- und Seevögel artspezifisch unterschiedlich sensibel auf Schiffsbewegungen reagieren (z. B. Rodgers und Schwikert 2002). Für die Abschätzung des Ausmaßes des negativen Effektes einer Störung durch den Schiffsverkehr auf Seevögel sind v.a. die in den DVI (Disturbance Vulnerability Index; s. Kapitel 3.4.3) integrierten art-, populations- und schutzspezifischen Faktoren relevant. Besonders empfindliche Arten nach dem DVI sind dabei gekennzeichnet durch: (1) hohe Fluchtdistanzen, (2) eine hohe Anzahl flüchtender Tiere aus einer Gruppe, (3) eine hohe Anzahl an vorwiegend schwimmenden, d.h. nicht häufig fliegenden Tieren, da das Auffliegen für Tiere, die nicht häufig fliegen, energieaufwändiger ist, (4) eine hohe Flächenbelastung der Flügel (wing load), wodurch mehr Energie für das Auffliegen benötigt wird, (5) eine hohe Habitatspezifität, da Vögel, die spezielle Habitate benötigen, häufig mehr Energie benötigen, um diese zu erreichen, (6) eine kleine biogeographische Population, da sich z. B. eine durch Störungen reduzierte Reproduktion auf kleine Populationen stärker auswirken kann, als auf große Populationen, (7) eine hohe Überlebensrate der erwachsenen Tiere, da Arten mit generell niedrigen Überlebensraten bei adulten Tieren weniger durch zusätzliche Verluste erwachsener Tiere betroffen sind und (8) einem hohen europäischen Schutzstatus, da Arten mit hohem Schutzstatus generell empfindlicher gegenüber zusätzlichen Störungen sind (Fliessbach et al. 2019). Darüber hinaus können auch andere Faktoren für das Ausmaß der Störung eine Rolle spielen. Bei manchen Arten, wie beispielsweise bei einigen Entenvögeln, kann ein Gewöhnungseffekt gegenüber regelmäßigem und konstantem Schiffsverkehr eintreten, der sich auf festgelegten Routen bewegt (Schwemmer et al. 2011). Ebenso kann die Art der Vorbeifahrt (z. B. konstantes Tempo vs. Stoppen und Wiederanfahren) die Reaktion von Vögeln beeinflussen, wobei Vögel in der Regel auf konstanten Schiffsverkehr weniger sensibel reagieren (Stolen 2003).

Störungen und Vergrämungen von vereinzelten Seevögeln durch den Schiffsverkehr im Rahmen der Verbringungstätigkeiten sind grundsätzlich möglich, jedoch fahren Baggerschiffe relativ langsam (s. dazu auch Kapitel 5.5.4, Wirkfaktor Kollision mit Baggerschiffen) und auf relativ konstanten Routen. Da sich die Verbringstelle außerdem in der Nähe einer viel befahrenen Schifffahrtsroute befindet und die Individuendichte gegenüber Störungen durch den Schiffsverkehr empfindlichen Seevögel im Bereich der Verbringstelle während des Verbringungszeitraums relativ gering ist, ist nicht mit einer relevanten Erhöhung der Vergrämungen durch den Baggerschiffverkehr zu rechnen. Folglich sind relevante negative Auswirkungen durch den Baggerschiffsverkehr auch auf die nach dem DVI als empfindlich eingestuften Arten unwahrscheinlich.

Wirkfaktor Nahrungsverfügbarkeit

Die Nahrungsverfügbarkeit für Vögel kann durch Verbringungstätigkeiten reduziert werden, wenn Beutetiere (Fische, Makrozoobenthos) durch die Maßnahme vertrieben oder getötet werden. Benthische Organismen spielen im Umfeld der Verbringstelle als Nahrungsquelle nur für Eider- und Trauerente eine potentielle Rolle. Da jedoch (1) die Gewässertiefe immer auf mind. 25 m gehalten werden muss und die beiden vorkommenden Entenarten in der Regel in dieser Tiefe nicht nach Nahrung suchen, (2) verbringungsbedingte Veränderungen der Makrozoobenthosgemeinschaft (leicht verringerte mittlere Artenzahl, mittlere Abundanz, Diversität und Dominanz) jedoch höchstens in einem Radius von 1-km um die Verbringstelle festgestellt werden konnten (s. Kapitel 4.4.1, Makrozoobenthos) und (3) zahlreiche Ausweichflächen existieren sind praktisch keine negativen Auswirkungen in Bezug auf den Faktor Nahrungsverfügbarkeit auf Entenvögel zu erwarten. Negative Einflüsse der Bagger- und Unterbringungstätigkeiten auf Fische sind (1) nur schwach ausgeprägt und (2) räumlich und zeitlich begrenzt (s. Kapitel 5.5.2). Da zudem zahlreiche Ausweichflächen für die Seevögel existieren, sind in

Bezug auf den Faktor Nahrungsverfügbarkeit praktisch keine negativen Auswirkungen auf die fischfressenden Vögel zu erwarten.

Wirkfaktor Erhöhung der Schwebstoffgehalte

Bei der Verbringung von Baggergut kann es temporär zu einer Erhöhung der Schwebstoffgehalte bzw. der Trübung kommen. Für die Beurteilung der ökologischen Relevanz bedarf es einer weitergehenden Einordnung in die bestehenden Hintergrundverhältnisse der Trübung sowie deren zeitliche und räumliche Variabilität (siehe Kapitel 4.1.3). Die Organismen sind an diese vorherrschende Variabilität angepasst, wie sie z. B. täglich bei voll laufendem Flutstrom oder in den Wintermonaten bei Sturmereignissen auftreten.

Eine erhöhte Trübung führt unter Wasser zu reduzierter Sichtweite, was den Jagderfolg von optisch jagenden, fischfressenden Arten (z. B. Säger, Tauchenten, Möwen, Kormorane, Seeschwalben) potentiell beeinflussen kann (Essink 1999). In wie weit und in welcher Form eine erhöhte Trübung den Jagderfolg beeinflusst, hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie z. B. Intensität und Dauer der Trübung im Bereich der potentiellen artspezifischen Tauchtiefe, artspezifische Adaptionen an Trübung (Verhalten, Sensorik u. ä.), Wellenhöhe, Windgeschwindigkeit und Reaktion der Beute. Sensorische Anpassungen an Trübung existieren z. B. bei Kormoranen, die sehr gut an die Jagd in trübem Wasser angepasst sind, in welchem sie ihre Beute tauchend verfolgen. Da sie unter Wasser eine sehr geringe Sehstärke und Sehschärfe besitzen (White et al. 2007) und bei erhöhter Trübung die Sichtweite reduziert ist, nutzen sie andere Sinne (z. B. taktile Reize) um einen hohen Jagderfolg zu erreichen (Grémillet et al. 2012). Enten nutzen ebenso taktile Reize, die sie mit dem Schnabel erfassen, um Nahrung vom Grund trüber Gewässer aufzunehmen (Martin 2012). Ethologische Anpassungen an Trübung sind beispielsweise für Brandseeschwalben dokumentiert, die ihre Tauchtechnik in Abhängigkeit von der Trübung ändern, um ihren Jagderfolg zu maximieren (Baptist & Leopold 2010). Räuber-Beute-Interaktionen sind komplex und spiegeln sich auch in ethologischen Anpassungen der Beutetiere an den Prädationsdruck durch Vögel in trübem Wasser wider. Beutefische können z. B. bei geringer Trübung den Räuber besser sehen und entkommen (aber auch besser gesehen werden) oder sich zum Schutz vor Prädation in tieferem, trüberem Wasser aufhalten (Baptist & Leopold 2010). Der Aufenthalt in tieferem, trüberem Wasser kann für jagende Vögel auch ein Vorteil sein, wenn sie bei der Annäherung an ihre Beutetiere länger unbemerkt bleiben und die Beutetiere dann nicht mehr rechtzeitig flüchten können. So zeigten z. B. Trottellummen bei Zählungen höhere Individuendichten bei der Jagd in Trübungszonen im Tidebereich als in weniger trüben Abschnitten (Zamon et al. 2014). Entsprechend der Komplexität der Räuber-Beute-Beziehungen in Abhängigkeit von der Trübung ist auch der Zusammenhang von Jagderfolg und Trübung häufig nicht linear, sondern eine Optimumskurve. Dies wurde beispielsweise für Brandseeschwalben nachgewiesen. Brandseeschwalben sind visuell jagende Vögel, die stoßtauchend Fische bis zu einer Tiefe von rund 2 m jagen (Bauer et al. 2012). Brandseeschwalben im niederländischen Wattenmeer bei Texel hatten den größten Jagderfolg bei einer Secchi-Sichttiefe von 1,5 bis 2 m. Sowohl bei geringeren als auch bei höheren Sichttiefen war der Jagderfolg deutlich reduziert (Baptist & Leopold 2010).

Mit Ausnahme der Verbringstelle Tonne E3 und des Nahbereichs bis in eine Entfernung von 6 bis 12 km werden in der Prognose für alle weiter entfernteren BZR eine mess- und beobachtbare Erhöhung der Schwebstoffgehalte ausgeschlossen. Die Erhöhung der Gehalte im Umgebungsbereich der Verbringstelle wird sich, wie bereits in Vergangenheit durch Messungen nachgewiesen, räumlich auf die Ausdehnung von Schwebstofffahnen und auf große Wassertiefen beschränken (s. Kapitel 5.2.4). Für die entfernteren BZR im küstennahen Bereich wurden auf Grundlage der Prognosen für die verbringungsbedingten Erhöhungen der Schwebstoffgehalte die daraus resultierenden Änderungen der Lichteindringtiefen auf unter 5 % abgeschätzt (vgl. Kapitel 5.3.3). Die gleiche Abschätzung für den Bereich westlich des Verbringgebietes, also Helgoland und westlich davon, führt zu einer prozentualen

Abnahme der Lichteindringtiefen von 5 % (Szenario jährlich 1,5 Mio. t) bzw. 8 % (Szenario jährlich 2,0 und 2,5 Mio. t). Diese Angaben beziehen sich auf den Zeitraum Juli bis Ende September bei laufenden Verbringungen auf die Stelle Tonne E3. Für den Winterzeitraum wird es einen abnehmenden Einfluss auf die Lichteindringtiefen, vor allem ab Januar nach Beendigung der Verbringungen und bei jahreszeitlich bedingt ansteigenden Hintergrundgehalten (vgl. Kapitel 5.2.4 und BfG 2021) geben.

Da (1) Möwen, Sturmvögel und Seeschwalben ihre Nahrung eher oberflächennah (~ 0 - 2 m) in einem Bereich erbeuten, in den das Licht noch eindringt und die Secchi-Tiefen > 2 m betragen (vgl. Kapitel 5.3.3, dort Angaben aus Abbildung 5-13) und Tölpel, Enten, Alke, Kormorane und Seetaucher bei der Jagd in Tiefen > 20 m vordringen können, in denen natürlicherweise kaum bzw. kein Licht eindringt, (2) eine mess- und beobachtbare Erhöhung der Trübung nur in begrenztem räumlichem Umfang (bis max. 12 km um die Verbringstelle und dort eher sohlnah in großen Wassertiefen) stattfindet (vgl. Kapitel 5.2.4) und die prognostizierte Reduzierung der Lichteindringtiefe in der Größenordnung von wenigen Prozenten außerhalb des 12 km-Kreises sehr gering ist (vgl. Kapitel 5.3.3), (3) zahlreiche Ausweichflächen bestehen, (4) diverse anatomische und ethologische Adaptionen an Trübung bestehen bzw. sich evolutionär entwickelt haben, auch auf Grund der Tatsache, dass die Schwebstoffgehalte im System natürlicherweise hohen räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterliegen (vgl. Kapitel 4.1.3) und (5) der Zusammenhang von Jagderfolg und Trübung häufig nicht linear, sondern eine Optimumskurve ist, sind durch vorhabenbedingt veränderte Schwebstoffgehalte nach derzeitigem Kenntnisstand negative Auswirkungen auf Seevögel unwahrscheinlich.

Aus den zuvor genannten Gründen sind nicht nur für das Umfeld der Verbringstelle, sondern auch für alle BZR Auswirkungen auf die Avifauna durch eine verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte nach derzeitigem Kenntnisstand unwahrscheinlich. Dies gilt gleichermaßen für den BZR 355 (Set 3), in dem die Jagdgebiete der Flussseeschwalben (Beutefang bis max. 0,5 m Tiefe; vgl. Kapitel 4.4.3) aus der Kolonie in den Salzwiesen des Neufelderkoog-Vorlands liegen (vgl. Hennig et al. 2016). In diesem BZR liegen die Hintergrundgehalte der Schwebstoffe bei 25-50 mg/l (vgl. Abbildung 4-4) und es werden keine relevanten Erhöhungen der Schwebstoffgehalte prognostiziert (< 1 mg/l).

Wirkfaktor Schadstoffe in der Nahrung

Schadstoffe in Nährorganismen (Makrozoobenthos, Fische) können sich über die Nahrungskette in Organismen höherer trophischer Ebenen, wie z. B. Seevögeln, anreichern und z. B. toxische Effekte haben und dadurch beispielsweise den Bruterfolg negativ beeinflussen (Becker 1994). Außerhalb des 3-km-Bereiches wurden keine verbringungsbedingt erhöhten Konzentrationen im Gewebe der untersuchten potentiellen Nährtiere (Muscheln, Schnecken, Fische) festgestellt bzw. prognostiziert. Für den 6 km-Bereich wurde lediglich eine baggergutbedingte Bioakkumulation nicht ausgeschlossen, auch wenn diese aufgrund der prognostizierten Sedimentkonzentrationen vorerst nicht erwartet wird (vgl. Kapitel 5.4.3). Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung im weiteren Umfeld des Verbringungsbereiches bei Tonne E3 als relativ gering eingeschätzt werden, da sie sich bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken.

Für alle anderen BZR wurden keine relevanten bioakkumulativen Effekte prognostiziert bzw. die rechnerisch prognostizierten Konzentrationserhöhungen auf Grund der morphologischen Gegebenheiten als unrealistisch eingestuft (vgl. Kapitel 5.4.3.2), so dass nach derzeitigem Kenntnisstand relevante Auswirkungen auf die Avifauna durch baggergutbedingte Bioakkumulation unwahrscheinlich sind. Dies gilt gleichermaßen für den BZR 355 (Set 3), in dem die Jagdgebiete der Flussseeschwalben aus der Kolonie in den Salzwiesen des Neufelderkoog-Vorlands liegen (vgl. Hennig et al. 2016).

Fazit:
Insgesamt ergeben sich bezüglich potentieller negativer Auswirkungen der Verbringung auf die Avifauna keine neuen Erkenntnisse bzw. Veränderungen zu dem vorangegangenen Bericht (BfG -1984, 2019). Die Auswirkungen auf die Avifauna werden weiterhin als sehr gering eingeschätzt, von einer akuten Gefährdung von Seevögeln durch die Baggergutverbringung ist nach wie vor nicht auszugehen; dies gilt für jedes der drei Mengenszenarien.

5.5.4 Meeressäuger

Negative Auswirkungen auf Meeressäuger können im Wasser v.a. durch die Wirkfaktoren (1) Kollision mit Baggerschiffen, (2) Unterwasserschall, (3) Nahrungsverfügbarkeit, (4) Trübung und (5) Schadstoffe in der Nahrung verursacht werden, auf die im Folgenden näher eingegangen wird (zum Themenkomplex Schadstoffe in Biota vgl. auch Kapitel 5.4.3).

Wirkfaktor Kollision mit Baggerschiffen
Kollisionen von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen mit Schiffen sind grundsätzlich nicht ausgeschlossen (Brasseur et al. 2014). Schnell fahrende Wasserfahrzeuge, die häufig die Richtung wechseln, stellen hierbei ein höheres Risiko dar, als langsam fahrende Fahrzeuge auf konstantem Kurs. Die Geschwindigkeit von Baggerschiffen während des Transits richtet sich nach den geltenden Geschwindigkeitsbeschränkungen (in Unter- und Außenelbe z. Zt. je nach Bereich 18 - 27 km/h; GDWS 2019). In der Regel fahren Baggerschiffe während des Transits, je nach Hoppergröße und Beladungszustand, relativ langsam mit einer mittleren Geschwindigkeit von 18 - 25 km/h auf einem relativ konstanten Kurs. Die Geschwindigkeit während des Verbringungsvorgangs ist, abhängig von den äußeren Rahmenbedingungen, sehr gering und kann bis auf 0 km/h reduziert werden. Der eigentliche Vorgang der Einbringung nimmt nur wenige Minuten in Anspruch. Der gesamte Transit der Baggerschiffe vom Hamburger Hafen bis zur Verbringstelle findet auf vielbefahrenen Wasserstraßen und Seeschifffahrtsstraßen statt. Die Verbringstelle Tonne E3 liegt in der Elbe-Ansteuerung, mit der der nördliche Teil des Verkehrstrennungsgebietes (Deutsche Bucht Westansteuerung) in Richtung Elbe geleitet wird und damit in einem Bereich mit hoher Vorbelastung durch Schiffsverkehr. Solche Bereiche werden von Meeressäugern häufig gemieden (Herr et al. 2005, Todd et al 2015). Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale sind sehr mobil und agile Schwimmer und können Schiffe i.d.R. rechtzeitig wahrnehmen und entsprechend ausweichen. Schweinswale reagieren bei Annäherung eines Schiffes zum Beispiel durch abtauchen (Wisniewska et al. 2018) bzw. meiden die Nähe des Schiffes (Diederichs et al. 2010). Nach derzeitigem Kenntnisstand ist es daher sehr unwahrscheinlich, dass der Baggerschiffverkehr das Kollisionsrisiko mit Meeressäugern erhöht.

Wirkfaktor Unterwasserschall von Baggerschiffen
Schweinswale können Töne im Frequenzbereich von 125 Hz - 180 kHz wahrnehmen, besitzen aber die höchste Empfindlichkeit im Bereich von etwa 16 - 140 kHz (max. Empfindlichkeit bei ca. 125 kHz) (Kastelein et al. 2017). Sie nutzen schmalbandige, hochfrequente Laute im Bereich von 130 - 145 kHz (Villadsgaard et al. 2007), sog. Klicks, zur Orientierung (Verfuss et al. 2005), Beutefang (Miller 2010) und Kommunikation (Clausen et al. 2010). Seehunde hören am besten im Frequenzbereich von 0,5 – 40 kHz (max. Empfindlichkeit bei ca. 1 kHz) (Kastelein et al. 2009). Männliche Seehunde erzeugen v.a. während der Paarungszeit im Sommer unter Wasser Laute in einem mittleren Frequenzbereich von etwa 50 Hz - 1 kHz (Hanggi und Schusterman 1994). Diese Lautäußerungen

spielen eine Rolle bei der Findung eines Paarungspartners und bei der Abgrenzung von Territorien gegenüber anderen Männchen (Matthews et al. 2018). Kegelrobben hören in etwa in demselben Frequenzbereich wie Seehunde (Hocking et al. 2020). Männliche und weibliche Tiere erzeugen unter Wasser eine Vielzahl verschiedener Laute für diverse Interaktionen in einem Frequenzbereich von etwa 50 - 710 Hz (Nowak 2020).

Hopperbagger erzeugen Schall während des Transits, des Baggerns und der Verbringung von Baggergut. Schallquellen sind dabei v.a. Motor, Antrieb, Schraube (Kavitation bei höheren Geschwindigkeiten), Pumpen sowie Baggergutentnahme und Ansaugvorgang (CEDA 2011). Die Geräuschentwicklung beim Baggervorgang ist u.a. abhängig vom gebaggerten Substrat. Sand erzeugt beim Baggern i.d.R. weniger Schallemissionen als Kies (Robinson et al. 2011). Für den von Baggerschiffen erzeugten Hydroschall liegen Messwerte aus der Ems bei Emden vor. Dort wurde aus Messungen während des Baggerns mit einem Hopperbagger ein Quellpegel (d.h. in 1 m Abstand von einer Punktquelle) von 162 dB re 1 µPa mit Maxima in einem Frequenzbereich von 100 Hz - 1 kHz berechnet, wobei die obere Erfassungsgrenze des Hydrophons bei 20 kHz lag (Schultz von Glahn 2011). Messungen der Geräuschemissionen von Hopperbaggern im Vereinigten Königreich zeigten, dass während des Baggerns Geräusche mit einem Quellpegel von 160 - 180 dB re 1 µPa²m² in einem Frequenzbereich bis 100 kHz erzeugt wurden (höhere Frequenzen wurden messtechnisch nicht erfasst). Bei Frequenzen < 500 Hz war der Quellpegel von Hopperbaggern während des Baggervorgangs vergleichbar mit einem Handelsschiff, welches sich bei mittlerer Geschwindigkeit fortbewegt, bei Frequenzen > 1kHz waren die Quellpegel jedoch höher als bei Handelsschiffen (Robinson et al. 2011). Während des Transits ist der von Baggerschiffen erzeugte Schall vergleichbar mit dem Schall anderer gleichgroßer Schiffe, wobei als Faustregel gilt: je größer das Schiff, desto intensiver der erzeugte Schall und desto tiefer die Frequenz (European Marine Board 2021). Die Quellpegel liegen dabei etwa in folgenden Bereichen: Schiffe bis 50 m Länge: 160 - 175 dB re 1 µPa; Schiffe von 50 - 100 m Länge: 165 - 180 dB re 1 µPa; Schiffe > 100 m Länge: 180 - 190 dB re 1 µPa (OSPAR 2009).

Der von Baggerschiffen während des Baggerns emittierte Schall liegt im Hörbereich der Meeressäuger, so dass Auswirkungen auf Meeressäuger grundsätzlich möglich sind. Mögliche negative Auswirkungen sind dabei mit steigender Schallbelastung (1) physiologische Stressreaktionen (z. B. Energiebedarf), (2) Verhaltensänderungen (z. B. Habitatnutzung, Nahrungsaufnahme, Flucht) und Maskierung von Lauten (z. B. Soziallaute zur Kommunikation), (3) temporäre Hörschwellenverschiebungen (TTS) und (4) permanente Hörschwellenverschiebungen (PTS) durch Verletzungen des Innenohrs (Erbe et al. 2018). TTS und PTS sind als Verletzung im Sinne des §44 Abs. 1 BNatSchG zu betrachten (BMU 2013).

Erste Verhaltensänderungen können bei Schweinswalen und Robben schon ab einem Schalldruck von 80 dB re 1 µPa auftreten (Southall et al. 2007). Bei Schweinswalen liegt für nicht-impulshaften Schall der Beginn einer TTS bei einer Schallexposition von 153 dB re 1 µPa²s und der Beginn einer PTS bei 173 dB re 1 µPa²s. Bei Robben liegen die Werte etwas höher bei 181 dB re 1 µPa²s für eine TTS und bei 201 dB re 1 µPa²s für eine PTS (Southall et al. 2019). Das Ausmaß der Auswirkungen von Unterwasserschall auf Meeressäuger hängt jedoch nicht nur vom Schallpegel ab, sondern auch von zahlreichen anderen Faktoren wie z. B. Frequenz, Dauer, Reaktionsfähigkeit und Abstand zur Schallquelle.

Für Robben können Hörschwellenverschiebungen durch Baggerschiffe auf Grund der o.g. Grenzwerte ausgeschlossen werden. Sie können Gebiete mit hohem Schiffsverkehr grundsätzlich durch Nutzung von Ausweichflächen meiden (Anderwald et al. 2013); Verhaltensänderungen wie z. B. das Unterbrechen von Ruhephasen sind dabei möglich (Mikkelsen et al. 2019). Bei Schweinswalen würden Hörschwellenverschiebungen einen länger andauernden Aufenthalt in unmittelbarer Nähe zum Baggerschiff erfordern, was sehr unwahrscheinlich ist, da Schweinswale, wie schon zuvor in

„Wirkfaktor Kollision mit Baggerschiffen“ erwähnt, sehr mobile und agile Schwimmer sind und Schiffe i.d.R. rechtzeitig wahrnehmen und entsprechend ausweichen können bzw. Bereiche mit starkem Schiffsverkehr meiden.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe Vergrämungen einzelner Individuen möglich, relevante negative Auswirkungen auf Meeressäuger sind jedoch unwahrscheinlich.

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 vor allem von kleinen bis mittelgroßen Fischen und zum Teil von Makrozoobenthos (Burns 2009, Hall und Thompson 2009). Schweinswale ernähren sich ebenfalls zu einem hohen Grad opportunistisch, v.a. von Fischen (Andreasen et al. 2017). Ein gewisser Grad der Spezialisierung liegt bei Schweinswalen jedoch jahreszeitenabhängig vor. Sie fressen in der Nordsee im Winter hauptsächlich Grundeln und im Sommer Dorsche, Heringe und Sandaale (Gilles et al. 2008). Bei der Nahrungssuche legen sie große Strecken zurück (Linnenschmidt et al. 2013). Wenn die Nahrungsverfügbarkeit, zum Beispiel durch anthropogenen Einfluss, reduziert wird, ist ein negativer Einfluss auf die Fitness von Meeressäugern möglich (Todd et al. 2015). Da negative Auswirkungen auf Fische und das Makrozoobenthos nur schwach ausgeprägt und räumlich begrenzt sind (vgl. Kapitel 5.5.2 und Kapitel 5.5.1), sollte vor allem vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit für Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale nicht gegeben sein.

Wirkfaktor Erhöhung der Schwebstoffgehalte

Bei den Umlagerungsaktivitäten kann es zu räumlich begrenzt erhöhten Schwebstoffgehalten und erhöhter Trübung kommen. 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 kaum, da sie sogenannte Klicks (Folgen von Ultraschallauten) zur Orientierung nutzen (DeRuiter et al 2010). Blinde Schweinswale reduzieren bei erhöhter Trübung zwar ihre Schwimmgeschwindigkeit, können sich aber mittels Echolokation weiterhin orientieren und auch erfolgreich jagen (Verfuß et al. 2009). Auf Grund dieser Anpassungen und da eine verbringungsbedingte Erhöhung der Trübung nur in begrenztem räumlichem Umfang stattfindet (vgl. Kapitel 5.2.4), sind negative Auswirkungen auf die Meeressäuger durch erhöhte Schwebstoffgehalte äußerst unwahrscheinlich.

Wirkfaktor Schadstoffe in der Nahrung

Schadstoffe in Nährorganismen (Fische, Makrozoobenthos) können sich über die Nahrungskette in Organismen höherer trophischer Ebenen, besonders in Top-Prädatoren wie z. B. Seehunden, Kegelrobben oder Schweinswalen, anreichern und deren Gesundheit negativ beeinflussen (Streit 1992, Schäfer et al. 2015). Außerhalb des 3 km-Bereiches wurden keine verbringungsbedingt erhöhten Konzentrationen im Gewebe der untersuchten Muscheln, Schnecken und Fische festgestellt bzw. prognostiziert. Für den 6 km-Bereich wurde lediglich eine baggergutbedingte Bioakkumulation nicht ausgeschlossen, auch wenn diese aufgrund der prognostizierten Sedimentkonzentrationen vorerst nicht erwartet wird (vgl. Kapitel 5.4.3). Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Meeressäugern durch die Schadstoffbelastung im weiteren Umfeld der Verbringstelle bei Tonne E3 als

gering eingeschätzt werden, da sie sich bei der Nahrungssuche sehr wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie die Verbringstelle beschränken. Für alle anderen BZR wurden keine relevanten bioakkumulativen Effekte prognostiziert (vgl. Kapitel 5.4.3.2), so dass nach derzeitigem Kenntnisstand relevante Auswirkungen auf die Meeressäuger durch baggergutbedingte Bioakkumulation sehr unwahrscheinlich sind.

Fazit:
Insgesamt ergeben sich bezüglich potentieller negativer Auswirkungen der Verbringung auf Meeressäuger keine neuen Erkenntnisse bzw. Veränderungen zu dem vorangegangenen Bericht (BfG-1984, 2019). Die Auswirkungen auf Meeressäuger werden weiterhin als sehr gering eingeschätzt, von einer akuten Gefährdung durch die Baggergutverbringung ist nach wie vor nicht auszugehen; dies gilt für jedes der drei Mengenszenarien.

5.6 Vegetation

In der vorliegenden Auswirkungsprognose liegt das Hauptaugenmerk im Fachkapitel Vegetation auf den untergetaucht lebenden Seegräsern. Ausführungen zu den Makroalgen in der direkten Umgebung von Helgoland erfolgen – wegen besonderer Relevanz - gesondert am Schluss des Kapitels.

Auswirkungen auf die tidebeeinflusste, (semi-)terrestrische Vegetation (also auch Charakterarten der LRTs 1130 „Ästuarien“, 1150 „Lagunen des Küstenraumes/Strandseen“, 1210 „Einjährige Spülsäume“, 1230 „Atlantik-Felsküsten und Ostsee- Fels- und Steilküsten mit Vegetation, 1310 „Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand/Quellerwatt“, 1320 „Schlickgrasbestände“, 1330 „Atlantische Salzwiesen“ und auch die in der FFH-Richtlinie prioritär geführte und vom Aussterben bedrohte Art Schierlings-Wasserfenchel (Oenanthe conioides) können per se ausgeschlossen werden. Die Pflanzenbestände bzw. Arten sind gegenüber den als maßgeblich identifizierten Wirkfaktoren weitestgehend unempfindlich, da sie mit ihren Assimilationsorganen bzw. Wuchsorten größtenteils oberhalb der MThw-Linie liegen, die Bestände im Tidezyklus nur flach und kurzfristig überflutet werden und generell an hohe Nähstoffgehalte angepasst sind.

<u>Betrachtung potenzieller Auswirkungen auf die Seegräser</u>

Als „störungssensitive“ Arten reagieren Seegräser empfindlich und schnell auf sich ändernde Umweltbedingungen, insbesondere erhöhte Nährstoffeinträge, Trübung (Lichtlimitierung), Hydrodynamik (Strömungen und Wellen), Sedimentinstabilität (verstärkte Erosion und Sedimentation), mikrobielle Infektion/Parasiten, Schleppnetz-Fischerei, Austrocknung sowie gegenüber extremen Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen (Kolbe 2006, Dolch et al. 2017). Effekte des Klimawandels (bspw. Anstieg des Meeresspiegels, Extremwetterereignisse mit veränderten Sturmmustern oder einer erhöhten Sturmintensität) können gleichfalls eine bedeutende Rolle im Zusammenhang mit der Entwicklung der Seegrasvorkommen spielen (Schubert et al. 2015, Dolch et al. 2017). So können Seegraswiesen rasch an Fläche verlieren und der Bestand kann ausdünnen, umgekehrt können sie in kurzer Zeit größer und dichter werden. Seegrasbestände gelten als bedingt oder schwer regenerierbar.

Maßgebliche Wirkfaktoren für die Betrachtung der Auswirkungen aus der Baggergutverbringung sind eine verbringungsbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung (und daraus resultierende zusätzliche Lichtlimitierung), Eutrophierung/Zunahme Algenwachstum/Lichtlimitierung und Überlagerung mit

Sediment(massen). Da es keine Hinweise auf Auswirkungen aus erhöhten Schadstofffrachten gibt, wird dieser Wirkfaktor nicht weiter betrachtet.

Im Folgenden werden für die genannten Wirkfaktoren mögliche Auswirkungen und Effekte auf die Seegräser beschrieben und eine einschätzende Bewertung abgegeben. Die Basis stellen dabei die Mengenszenarien 1,5, 2,0 und 2,5 Mio. t TS/Jahr und die Rückschlüsse, die für die vorangegangenen Kapitel, insbesondere für die Themen Schwebstoffgehaltserhöhung, Nährstoffe, Phytoplankton, Lichtlimitierung aus Modell- und Messdaten, gezogen und bezüglich potenzieller Auswirkungen interpretiert und hergeleitet wurden.

Der Bezugsraum der Auswirkungsprognose für das Thema Vegetation (Seegras) schließt zunächst alle Bilanzierungsräume mit potenziellen und rezenten Seegrasvorkommen der jüngsten Seegrasbestandserfassungen (2008, 2013, 2019) ein (vgl. Abbildung 5-21).

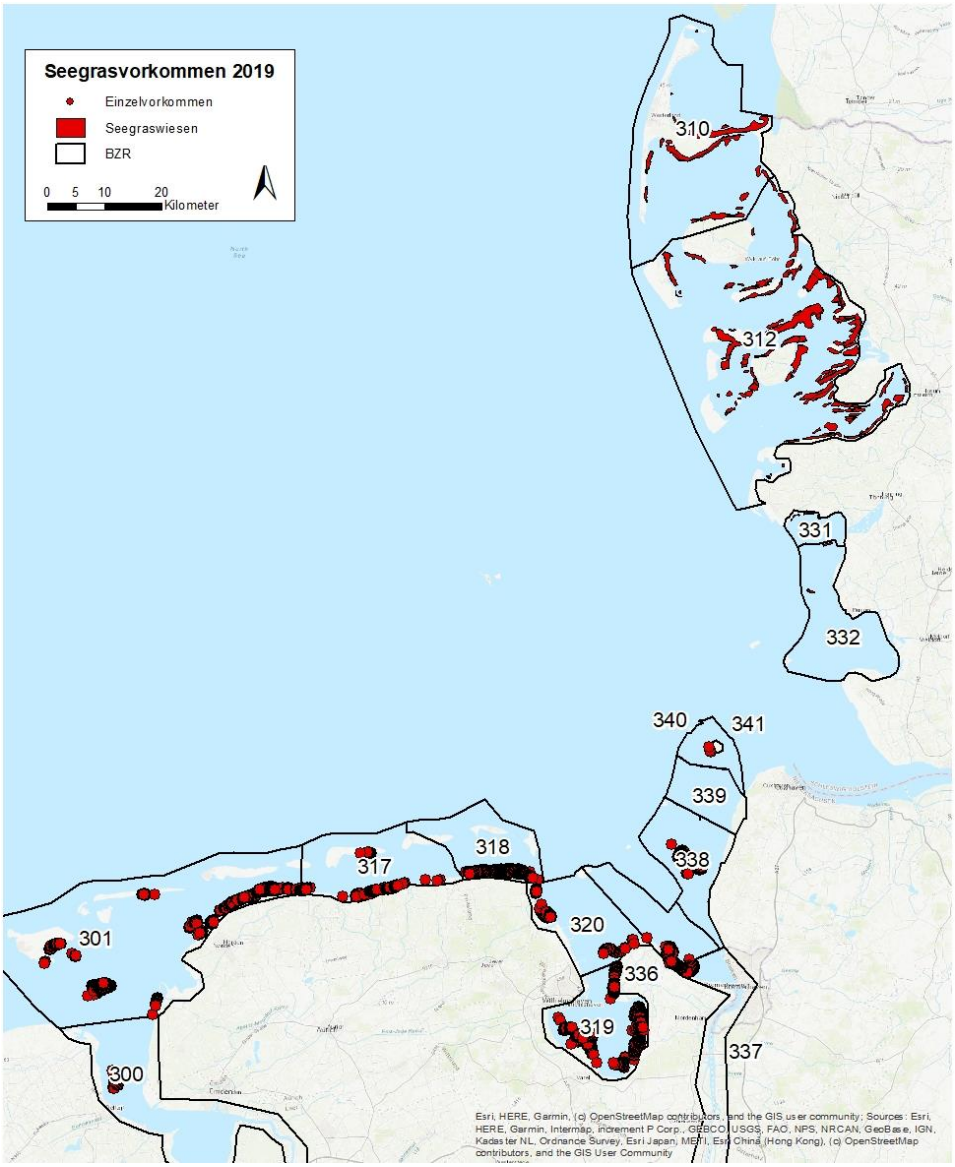


Abbildung 5-21: Abbild der Seegrasvokommen der Arten *Zostera noltii* und *Zostera marina* (Einzelvorkommen und Flächen) der niedersächsischen, hamburgischen und schleswig-holsteinischen Gesamtbestandserfassungen aus dem Jahr 2019. Datenbasis für GIS-Darstellung: Geodatenportal, Marine.Daten.Infrastruktur (Stand: 20.9.22)

Wirkfaktor Eutrophierung

Die Eutrophierung der Gewässer kann direkt die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen beeinträchtigen (Kolbe 2006). Dabei kann sich die Nährstoffbelastung auf die Physiologie des Seegrases auswirken, da der Stoffwechsel des Seegrases an nährstoffärmere Bedingungen angepasst ist (Burkholder, Tomasko & Touchette 2007, zitiert in Folmer et al. 2016). Neben direkten Wirkungen von erhöhten Nährstoffkonzentrationen sind insbesondere Beschattungseffekte als indirekte Wirkungen durch Algenblüten und verstärkt wachsende Kleinalgen (Epiphyten) auf den Seegrasblättern sowie verdriftende Algenmatten zu nennen, die mittelbar zum Ersticken der Pflanzen führen können (Borum et al. 2004, zitiert in Meyer & Nehring 2006, Dolch, Buschbaum und Reise 2013, zitiert in Folmer et al. 2016, Kemp et al. 1985 und Sand-Jensen & Borum 1991, zitiert in Léger-Daigle et al. 2022). Sowohl epiphytische Kieselalgen als auch opportunistische Makroalgen profitieren und gedeihen von gelösten Nährstoffen, insbesondere Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit und Ammonium), Phosphor (ortho-Phosphat) und Silikat (vgl. Kapitel 4.2.4 und 5.3.2), weshalb Letztere als Indikatoren für das Eutrophierungslevel regelmäßig als Teilkomponente der WRRL-Qualitätskomponente Makrophyten flächenhaft erfasst werden (vgl. Kapitel 3.5). Während sich die Algen bei steigenden Nährstoffkonzentrationen vermehren, reagieren Seegrasbestände auf diese Belastungen empfindlich und nehmen in ihrer Größe und Bewuchsdichte ab (Dolch et al. 2020).

Epiphytische Algen können dichte Schichten auf den Seegrasblättern bilden, konkurrieren mit ihrem Wirt um Licht und mindern dessen Photosynthese (Sand-Jensen, 1977, zitiert in Léger-Daigle et al. 2022). Die Algen des Freiwassers (Phytoplankton) können insgesamt erhebliche Biomasse entwickeln und damit die Trübung des Wassers erhöhen und so die Lichtversorgung des Seegrases vermindern. Benthisch lebende Algen können dichte Algenmatten produzieren, die sich in strömungsberuhigten Bereichen ansammeln und dort Seegras ersticken, verdrängen oder die Lichtverfügbarkeit vermindern. Eine Verschlechterung des Lichtklimas hat insbesondere Auswirkungen auf die Vitalität und Tiefenverbreitung von *Zostera marina* (siehe Wirkpfad Schwebstoff / Lichtlimitierung).

In Kapitel 5.3.2 wurde der Eintrag an gelöstem Stickstoff (Ammonium) durch das Baggergut für die jeweiligen Mengenszenarien 1,5, 2,0 und 2,5 Mio. t TS/a abgeschätzt. Danach wird die Verbringung nur eine geringe Erhöhung der Nährstoffkonzentrationen im 12 km Kreis um die Tonne E3 bewirken. In den weit entfernt von der Verbringstelle gelegenen, seegrasrelevanten, küstennahen Bilanzierungsräumen werden jedoch aufgrund der großen Verdünnung keine Nährstofferhöhungen prognostiziert. Eine Nährstofferhöhung durch Phosphor ist gleichfalls nicht zu erwarten (vgl. Kapitel 5.3.2). Weiterhin ist auch eine Freisetzung von Nährstoffen aus zur Ablagerung kommenden Sedimenten, wie in Kapitel 5.3.2 begründet, weder im Verbringbereich selbst noch in den küstennahen Bereichen zu erwarten. **Direkte Auswirkungen auf die Physiologie der Seegraspflanzen können somit ausgeschlossen werden.**

Mit einer Zunahme der um Licht konkurrierenden Algenbiomasse als indirekter Wirkfaktor ist in den küstennahen BZR mit Seegrasvorkommen gleichfalls nicht zu rechnen (bezüglich der Phytoplankton-Biomasse folgen weitere Ausführungen unter dem Wirkfaktor Schwebstoff / Lichtlimitierung).

Wirkfaktor Schwebstoff/ Lichtlimitierung

Für die Abschätzung potenzieller Auswirkungen auf das Seegras wird der Wirkpfad „Lichtlimitierung infolge einer verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung und/ oder Nährstoffanreicherung (Eutrophierung)“ als maßgebend beurteilt. Die Photosynthese von Seegräsern und damit ihr Wachstum, ihr Überleben und ihre Tiefenverbreitung stehen in direktem Zusammenhang mit der Lichtverfügbarkeit unter Wasser (Dennison et al. 1993 und Cabello-Pasini et al. 2003, zitiert in Lee et al. 2007).

Eine aus der Baggergutverbringung resultierende Verschlechterung des Lichtklimas für das Seegras kann über zwei relevante Pfade erfolgen:

a) baggergutbedingter Eintrag von gelösten Nährstoffen (insbesondere Ammonium)→Algenwachstum; Fokus hier: Förderung von Phytoplankton→Zunahme Phytoplanktonbiomasse→Beschattungseffekte; Verminderung der Lichteindringtiefe, Lichtlimitierung für das Seegras (vgl. auch Wirkfaktor Eutrophierung).
b) verbringbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte (Sedimentpartikel) in der Wassersäule durch Verdriftung und Resuspension der feinkörnigen Baggergutanteile →Wassertrübung (Lichtlimitierung)→ Verringerung der Lichteindringtiefe (siehe z. B. CEDA 2020).

zu a)

Wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben, können die Auswirkungen aus der Baggergutverbringung auf das Phytoplankton gegenläufig sein. Während der baggergutbedingte Eintrag von Nährstoffen das Wachstum und damit auch die Biomasse des Phytoplanktons fördern kann und dieses dann die Lichtverfügbarkeit für Seegras einschränkt, kann umgekehrt eine verbringbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte aufgrund dann verschlechterter Lichtbedingungen das Wachstum des Phytoplanktons vermindern, womit im Umkehrschluss die Algenbiomasse abnimmt. In Kapitel 5.3.3 wurde hergeleitet, warum eine eutrophierende Wirkung, d. h. eine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse, für die Betrachtung des für das Pflanzenwachstum relevanten Sommerhalbjahres weitgehend ausgeschlossen werden kann. **Somit entfaltet der Wirkpfad a) keine indirekten Auswirkungen auf die BZR mit Seegrasvorkommen.**

Zu b)

Die Lichtabschwächung durch Schwebstoffe führt zu einer reduzierten Lichtmenge, die den Seegraspflanzen am Meeresboden zur Verfügung steht, um durch Photosynthese eine positive Energiebilanz zu erhalten und in Biomasse zu investieren. Inwieweit und in welcher Form der Schwebstoffgehalt und somit die Lichtreduktion die Seegrasvitalität beeinflusst oder die Seegräser gar zum Absterben bringt, hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie z. B. der Intensität und Dauer der Schwebstoffgehaltserhöhung, der Tiefenverbreitung der Seegräser sowie der artspezifischen Toleranzschwelle des Lichtbedarfs (CEDA 2020). Weitere Umweltfaktoren, wie z. B. ein auftretendes Extremereignis (Sturmflut, Befall mit Parasiten) oder auch auftretende kältere Wassertemperaturen (höhere Schwebstoffgehalte, weil u. a. Schwebstoffpartikel im kalten Wasser langsamer absinken, vgl. Kapitel 4.2.1 in BfG 2021) können im Wirkzusammenhang stehen. Sind die Pflanzen z. B. bereits durch ein Ereignis in ihrer Vitalität geschwächt, ist ihre Empfindlichkeit gegenüber weiteren nachteilig einwirkenden Faktoren zusätzlich erhöht.

Wie in Kapitel 4.5 Vegetation beschrieben, ist insbesondere die Tiefenverbreitung von *Zostera marina* lichtlimitiert. In der Literatur werden Toleranzschwellenwerte von 10 - 15 % eindringender mittlerer Oberflächenstrahlung angegeben, die es braucht, damit Seegras noch gedeihen kann (Kolbe 2006). Auf den Informationsseiten des Verbund Projekt SeaStore (https://www.seegraswiesen.de/de/seegras-fakten/, letztmalig aufgerufen am 18.11.22) wird für die Art *Zostera marina* angegeben, dass sie zum Überleben mindestens 15 % des Sonnenlichts braucht, welches auf die Meeresoberfläche fällt. Nach Erftjemeijer et al. (2006) liegen die minimalen Lichtansprüche der meisten Seegrasarten im internationalen Vergleich zwischen 15 - 25 % eindringender mittlerer Oberflächenstrahlung. Referenzen aus Dänemark und den Niederlanden liegen für *Z. marina* im Mittel bei rund 20 % Lichtbedarf. Auch Borum et al. (2004) geben ungefähr 20 % als groben Wert für den Mindestlichtbedarf von *Zostera marina* an. *Zostera noltii* ist hingegen deutlich weniger abhängig vom submersen Lichtklima

(Erftjemeijer et al. 2006 listen eine Referenz aus Spanien mit 2 % Lichtbedarf der mittleren eindringenden Oberflächenstrahlung). Gründe hierfür werden in der höheren Lage der durch *Z. noltii* besiedelten Wattflächen gesehen, die während der Tide nur relativ kurze Zeit mit Wasser bedeckt sind (Kastler & Michaelis 1997).

Zur Einordnung der in dieser Auswirkungsprognose getätigten Aussagen zur verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte und um eine Einschätzung der daraus resultierenden Folgen für das Lichtklima und somit die Lebensbedingungen der lichtabhängigen Art *Z. marina* treffen zu können, wurden zunächst die seegrasrelevanten BZR identifiziert, die in den jeweiligen Szenarien die stärkste prozentuale verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte gegenüber drei Niveaus für Hintergrundgehalte (10 mg/l, 17,5 mg/l und 25 mg/l) aufweisen. Dabei wurden diese drei Niveaus aus der Schwebstoffhintergrundklasse 10 - 25 mg/l (vgl. Kapitel 4.1.3 und Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4) für alle nachfolgenden Betrachtungen angesetzt, um Auswirkungen auf das Lichtklima differenzierter bewerten zu können.

Wie in Kapitel 5.2.4 bereits ausgeführt, konnten für das Sommerhalbjahr (Modellzeitraum 1. Juli bis 30. September) im 2,0 und 2,5 Mio. t TS Szenario mehrere BZR ermittelt werden, für die in der Prognose der relativen Schwebstoffgehaltserhöhung ein „Schwellenwert“ von 10 % überschritten wird (vgl. Tabelle 5-13). Die Werte der maximalen verbringungsbedingten (absoluten) Schwebstoffgehaltserhöhung liegen dabei in allen als sensitiv betrachteten BZR in der Klassenbreite von 1 - 2 mg/l (vgl. Anhang Tabelle 10-1). Am stärksten mit rd. 2 mg/l betroffen ist BZR 332_Dithmarscher Bucht. Der Schwellenwert von 10 % orientiert sich dabei an BfG (2021). In BfG (2021) wurde dargestellt, dass bei einer relativen Schwebstoffgehaltserhöhung von < 10 % nur eine geringfügige Veränderung der Lichteindringtiefe (< 10 cm) anzunehmen ist.

Tabelle 5-13: Auswahl der verbringbedingt am stärksten betroffenen BZR mit Seegrasvorkommen im Szenario 2,0 und 2,5 Mio. t. TS/Jahr. Dabei überschreiten die gelisteten BZR eine prozentual verbringbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte von 10% (Schwellenwertbetrachtung, vgl. BfG 2021) gegenüber den Hintergrundgehalten 10 / 17,5 / 25 mg/l.

2,0 & 2,5 Mio. t	HG 10 mg/l	HG 17,5 mg/l	HG 25 mg/l
	>10% verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung Delta ≥ 10 cm Veränderung Lichteindringtiefe		
BZR	340_HH Wattenmeer		
	339_Knechtsand		
	332_Dithmarscher Bucht	332_Dithmarscher Bucht	
	320_Jade		
	318_Wangerooge		
	331_Eidermündung		
	312_Wattenmeer Nordfriesland		

In gleicher Weise konnten für das 1,5 Mio. t TS-Szenario BZR ermittelt werden (vgl. Tabelle 5-14). Die maximale verbringungsbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung liegt in diesem Szenario in den seegrassensitiven BZR auf nur noch 60 – 70 % der vorangegangen Werte für die mengenstärkeren Szenarien und liegt damit teilweise auch < 1 mg/l (vgl. Anhang Tabelle 10-1). In der Dithmarscher

Bucht (BZR 332) und der Eidermündung (BZR 331) wird auch hier die Klassenbreite von 1 - 2 mg/l Schwebstoffgehaltserhöhung erreicht.

In den übrigen BZR mit rezenten Seegrasvorkommen (vgl. BZR 300, 301, 317, 319, 336, 337, 310 und 309, vgl. Abbildung 4-4) liegen die prognostizierten Erhöhungen aufgrund der großen Entfernung zur Verbringstelle deutlich < 1 mg/l, teilweise bei Null (vgl. Anhang Tabelle 10-1). **Mögliche Auswirkungen auf das Lichtklima, die die Vitalität der dort vorkommenden Seegräser und ihren potenziellen Lebensräumen einschränken könnten, können somit ausgeschlossen werden.**

Tabelle 5-14: Auswahl der verbringbedingt am stärksten betroffenen BZR mit Seegrasvorkommen im Szenario 1,5 Mio. t. TS. Dabei überschreiten die gelisteten BZR eine prozentual verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte von 10 % (Schwellenwert-betrachtung, vgl. BfG 2021) gegenüber den Hintergrundgehalten 10/ 17,5/ 25 mg/l.

1,5 Mio. t	HG 10 mg/l	HG 17,5 mg/l	HG 25 mg/l
	>10% verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung Delta ≥ 10 cm Veränderung Lichteindringtiefe		
BZR	332_Dithmarscher Bucht	---	---
	331_Eidermündung		

Bei der Einordnung der prozentual verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte gegenüber drei Niveaus für Hintergrundgehalte (prozentuale Erhöhung, für Berechnung siehe Formel in Kapitel 4.1.3) lässt sich somit ableiten, dass in allen Szenarien – mit Ausnahme des BZR 332 – kritische BZR nur unter Annahme des geringsten Hintergrundgehaltes (HG) von 10 mg/l hervortreten (Tabelle 5-13 und Tabelle 5-14). Dabei beträgt die relative Erhöhung im Maximum 20 % für den BZR 332 (bei Annahme HG-Gehalt 10 mg/l bzw. < 15 % bei Annahme HG-Gehalt 17,5 mg/l) im 2,0 und 2,5 Mio. t TS-Szenario bzw.15 % im 1,5 Mio. t-Szenario im BZR 332 (bei Annahme HG-Gehalt 10 mg/l). Für die übrigen selektierten BZR beträgt die relative Erhöhung (über dem „Schwellenwert“) zwischen < 15 % bis maximal < 20 % im 2,0 und 2,5 Mio. t TS-Szenario bzw. ≥ 10 % und maximal 15 % (bei Annahme HG-Gehalt 10 mg/l) im 1,5 Mio. t TS- Szenario **(im Betrachtungszeitraum bis 30.09.)**.

Nach Analyse von Zeitreihenplots konnte für die seegrasrelevanten BZR dargestellt werden, dass die Intensitäten der verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung zu Beginn des Septembers deutlich ansteigen und **die Intensitätsspitzen mit den für obige Aussagen zu Grunde gelegten Maximalwerten erst gegen Ende September erreicht werden** (vgl. Abbildung 5-9 in Kapitel 5.1.2 und auch Kapitel 5.2.4). **Die Intensitätsspitzen, die hingegen im Zeitraum davor (bis 1.09.) erreicht werden, betragen vergleichsweise nur ein Drittel der Werte im Maximum (bei Dauerstufe 14-Tage).** Es wird also deutlich, dass **die maximalen Gehalte** in den Modellrechnungen **stets außerhalb des sensitivsten Zeitraums des Pflanzenwachstums innerhalb der Vegetationsperiode auftreten**, weshalb im Folgenden eine differenzierte Betrachtung der Auswirkungsprognose für den Zeitraum Juli/August (höchste Sensitivität der Seegräser) und September (angehende Vegetationsruhe) durchgeführt wird. **In der Prognose für Juli und August unterschreitet die relative Erhöhung der Schwebstoffgehalte demnach in allen BZR und bezogen auf 3 Niveaus für Hintergrundgehalte sowohl im 2,0 / 2,5 Mio. t TS-Szenario als auch im 1,5 Mio. t TS-Szenario den „Schwellenwert“ von 10 %. Im 1,5 Mio. t. TS-Szenario liegen die Werte sogar < 5 %.**

Für die sensitiven BZR wurde in einem nächsten Schritt aus der geringen Schwebstoffgehaltserhöhung die Änderung der Lichteindringtiefe abgeschätzt. Dazu wurde für *Z. marina* die Annahme eines 20 %igen Lichtbedarfs („worst case“) bezogen auf das über die Wasseroberfläche einfallende Licht (20 % Linie in Abbildung 5-22) getroffen. Dies erfolgte in gleicher Weise, wie in BfG (2021) beschrieben.

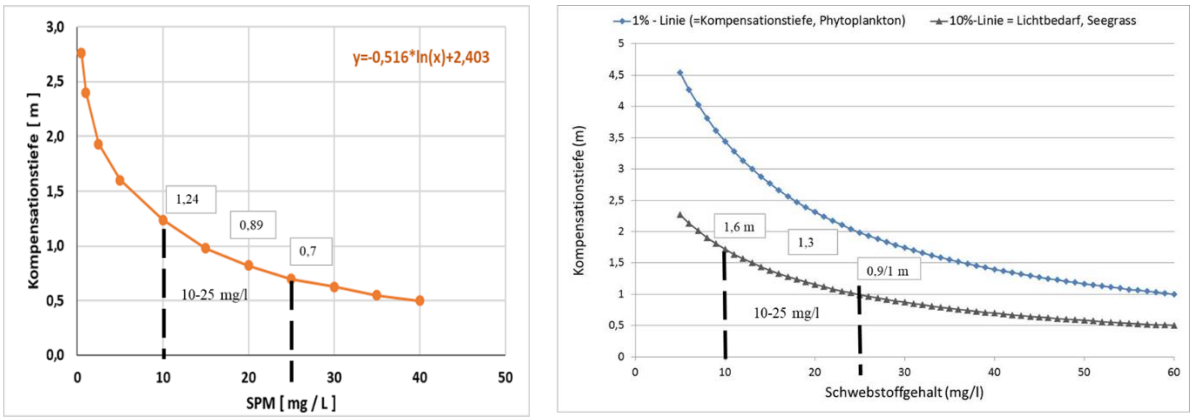


Abbildung 5-22: Zusammenhang zwischen dem Schwebstoffgehalt und der euphotischen Tiefe für das Seegras und (Phytoplankton) und der Wassertiefe, bei der das Seegras noch 20 % (links) bzw. 10 % (rechts, schwarze Linie) des einfallenden Lichtes erhält.

Unter Annahme von küstennahen Schwebstoff-Hintergrundgehalten zwischen 10 - 25 mg/l und unter Annahme von 20 % Lichtbedarf für *Z. marina*, wäre demnach die Tiefenverbreitung der Art derzeit auf eine Wassertiefe von ~ 0,7 m (bei 25 mg/l) bis ~ 1,20 m (bei 10 mg/l) beschränkt (~ 0,9 m bis ~ 1,60 m unter Annahme von 10 % Lichtbedarf, Abbildung 5-22, rechte Graphik, schwarze Linie), da in tieferen Zonen nicht mehr genügend Licht für die Photosyntheseprozesse verfügbar wäre.

Da die hier zitierten Monitoringdaten und -berichte der Länder zur Bestandsentwicklung der Seegräser keine genaue Auskunft zur derzeitigen Tiefenverbreitung der beiden Arten in ihren rezenten Vorkommensgebieten liefern, wurden die Ergebnisse der Seegraskartierungen aus den Jahren 2013 und 2019 für die sensitiven BZR im Bereich von Niedersachsen (Geodatenportal der Nationalparkverwaltung Niedersachsen; mdi.niedersachsen.de) und die Topographiedaten aus dem Jahr 2016 (DGMW 2016; diese lagen auch dem BAW-Modell zugrunde, vgl. BAW 2021) verglichen.

Dabei wurden für jeden BZR folgende Tiefenwerte für die Seegrasvorkommen ermittelt, um eine Annäherung an die rezente Tiefenverbreitung zu erhalten:

- Max. Tiefe bei NN und mit Bezug zu MThw
- Min. Tiefe bei NN und mit Bezug zu MThw
- Gemittelte Tiefe bei NN und mit Bezug zu MThw

Demnach besiedelte *Z. marina* im Jahr 2013 eine Spanne von im Mittel 1 m bis 1,40 m Wassertiefe bei MThw und im Jahr 2019 von im Mittel 1,10 m bis 1,50 m Wassertiefe bei MThw. Eine maximale Tiefe von 2,70 m (im BZR 338) bei MThw in 2013 konnte für das Jahr 2019 für *Z. marina* nicht mehr dargestellt werden. Im Vergleich der in die Berechnung eingegangenen Stichprobenzahl an Vorkommen fällt die starke Abnahme der *Z. marina* Vorkommen in allen relevanten niedersächsischen BZR auf.

Aufgrund der unterschiedlichen Methoden der Seegraskartierungen der Länder liegen für die Vorkommensgebiete in Schleswig-Holstein keine Bestandsdaten zu den einzelnen Arten vor. Demnach kann kein Vergleich zwischen den Seegrasarten *Z. marina* und *Z. noltii* im Hinblick auf ihre rezente Tiefenverbreitung in diesem Gebiet gezogen werden.

Die so ermittelten Tiefenangaben können nur als Näherung gewertet werden, da unter anderem eine weitgehende Einbeziehung von Unsicherheiten in diese Analyse nicht erfolgt ist (z. B. Genauigkeit der Vermessung in gerne besiedelten Prielstrukturen und Rinnen). **In der Tendenz lassen sich jedoch Werte ablesen, die den Rückschluss zulassen, dass insbesondere die lichtabhängigere Art *Z. marina* bei, für die BZR anzunehmenden Schwebstoffhintergrundgehalten zwischen 10 und 25 mg/l, eine Spanne von im Mittel 1 m bis 1,40 m Tiefe bei MThw besiedelt und somit entweder mit geringfügig weniger mittlerer Oberflächenstrahlung (ca. 15 %) auskommt oder Zeiten**

geringerer Wassertiefen oder Zeitfenster mit auftretender geringerer Schwebstoffgehalte und höherer Lichtdurchlässigkeit effektiver für die photosynthetische Stoffproduktion nutzt.

Die Funktion (Abbildung 5-22) diente weiterhin dazu, die Veränderung der Lichteindringtiefe in den relevanten BZR auf Basis der Prognose für die verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung zu bilanzieren bzw. einordnen zu können. Dies erfolgte mittels Berechnung der Differenz zwischen der euphotischen Tiefe unter Annahme des jeweiligen HG-Gehaltes (10, 17,5 und 25 mg/l) und der euphotischen Tiefe unter Annahme des jeweiligen HG-Gehaltes + maximale verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhung (Tonne E3) im Zeitraum bis 1.09. bzw. im Zeitraum bis 30.09. um auch hierbei die Intensitätsspitzen und Effekte der Zeitreihenplots differenziert abbilden zu können. **Es konnten für das 2,0 und 2,5 Mio. t-Szenario im Zeitraum bis 30.09. geringfügige Minderungen der euphotischen Tiefe ermittelt werden, die ausschließlich in den BZR 332_Dithmarscher Bucht und 331_Eidermündung mit ≤ 0,15 m (unter Annahme des kleinsten Schwebstoff-HG-Gehaltes) einen Prognosewert von > 10 cm Verminderung der Lichteindringtiefe erreichen. In allen anderen BZR liegt die prognostizierte Verminderung der euphotischen Tiefe bei 0,1 m (HG 10 mg/l) bzw. gegenüber den übrigen Hintergrundgehalten deutlich darunter. Im Bezugszeitraum bis 1.09. liegen alle Werte bezüglich der prognostizierten Veränderung der Lichteindringtiefe im 2,0 und 2,5 Mio. t TS-Szenario < 10 cm.** Die geringfügig negative Beeinflussung des Lichtklimas verringert sich zusätzlich im 1,5 Mio. t TS-Szenario. **Im Falle der Schwebstoffgehaltserhöhung muss hervorgehoben werden, dass die prognostizierten maximalen Erhöhungen kurzzeitig über einen Zeitraum von 2 Wochen und erst im Verlauf des Septembers auftreten. Nach Abschluss der Verbringkampagnen nehmen die Gehalte wieder kontinuierlich ab auf Werte nahe Null, bis im Folgejahr die nächste Verbringkampagne Anfang Juli gestartet wird.**

Fazit Wirkfaktor Schwebstoff/ Lichtlimitierung:

Für die Betrachtung des Wirkpfades Schwebstoff/Lichtlimitierung konnte dargestellt werden, dass die **Effekte auf das Lichtklima in Abhängigkeit des betrachteten Zeitfensters (bis 1.9. bzw. 30.09.) stark variieren.** Dabei fallen die Prognosen für die maximalen verbringungsbedingten Erhöhungen des Gesamtschwebstoffgehalts in den seegrasrelevanten BZR **bis Ende August deutlich geringer aus, als im Zeitraum bis Ende September** (siehe Abbildung 5-9 in Kapitel 5.1.2 und auch Kapitel 5.2.4). **Es ist davon auszugehen, dass die Hauptwachstumsphase der Seegräser bereits bis Anfang September abgeschlossen ist und die Pflanzen allmählich in die Vegetationsruhe übergehen.** Somit resultiert aus den oben genannten Herleitungen folgende Aussage bezüglich des Wirkpfades „Schwebstoff/Lichtlimitierung“:

Für alle Szenarien werden im Zeitraum der photosynthetischen Stoffproduktion der Seegräser ((April) Mai - Ende August) verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhungen bei Dauerstufe 2 Wochen unterhalb von 1 mg/l (2,0 / 2,5 Mio. t TS-Szenario) bzw. unterhalb von 0,5 mg/l (1,5 Mio. t TS-Szenario) im Maximum prognostiziert. Bei Einordnung der verbringungsbedingten Effekte in 3 Niveaus für Schwebstoffhintergrundgehalte (10 mg/l, 17,5 mg/l und 25 mg/l) wird auch bei Annahme des geringsten Schwebstoffhintergrundgehaltes von 10 mg/l und unter Annahme von 20 % Lichtbedarf für *Z. marina* nur eine geringfügige und zudem zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert (Prognose für Zeitraum Juli bis Ende August). Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes (vgl. Kap. 5.1, S. 130 Prognosewerte eher überschätzend, Kap. 3.6, S. 67 - 68 und Kap. 5.6, S. 200 Dauer der suboptimalen Lichtbedingungen mit Dauerstufe 2 Wochen und Mindestlichtbedarf von 20 % für *Z. marina* auf der „sicheren Seite“ liegend angesetzt, Kap. 5.6, S. 200 differenzierte Betrachtung innerhalb der Schwebstoffhintergrundgehaltsklasse 10 - 25 mg/l und

dabei eher überschätzende Auswirkung unter Annahme des kleinsten HG-Gehaltes)**, werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen**. Gestützt wird diese Aussage gleichfalls durch die oben gezogenen Rückschlüsse aus dem Trend der derzeitigen Tiefenverbreitung (vgl. Kap. 5.6, S. 203).

Es können jedoch, geringe Auswirkungen auf die lichtabhängigere Art *Z. marina* im Prognosezeitraum 10 Jahre insofern nicht gänzlich ausgeschlossen werden, als dass es im künftigen Besiedlungsvorgang aufgrund des geringfügig schlechteren Lichtklimas tendenziell zu einer geringen Verschiebung der unteren Besiedlungsgrenze der Seegrasvorkommen in etwas höher („lichtbevorteilt") gelegene Bereiche kommen könnte, womit ein Verlust an potenziell besiedelbarem Lebensraum für diese Art in der Tiefe einherginge. Insgesamt wird auch diese Entwicklung, gleichfalls vor dem Hintergrund des hoch vorsorglich gewählten Ansatzes und den oben gezogenen Rückschlüssen, als nicht erheblich gewertet.

Die Variation in den Effekten der verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung und folglich auf das Lichtklima innerhalb der zwei betrachteten Zeitfenster (bis 1.09. bzw. 30.09.), zeigt jedoch deutlich, dass die dem Modelllauf für die Sommermonate zugrunde liegenden Intensitäten der Baggergutverbringung im Zeitraum Juli – Ende August nicht weiter gesteigert werden dürfen (siehe Kapitel 7.1 und 7.2.3). Jede Steigerung, aber auch ein früherer Start der Verbringung in die Hauptwachstumsphase der Seegräser würde das Lichtklima weiter beeinträchtigen, so dass ein Vitalitätsverlust oder gar Absterben der rezenten Vorkommen von *Z. marina* nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Verlust an potenziell besiedelbarem Lebensraum in tieferen Wasserzonen (zwischen ~1,5 m - 3 m Wassertiefe) kann demnach gleichfalls nicht ausgeschlossen werden bzw. gilt dann als wahrscheinlich.

Wirkfaktor Sediment(-massen)

Durch die Baggergutverdriftung kann es zur Ablagerung von feinkörnigen Sedimenten kommen. Munkes et al. (2015) listen als Folgen einer Überdeckung von *Z. marina* mit Sedimentmassen eine erhöhte Triebsterblichkeit, verzögertes Blattwachstum und Blüte sowie eine geringere Kohlenhydratspeicherung auf. Dabei konnten die beschriebenen Effekte bereits bei einer Sedimentüberdeckung von 5 cm über einen kurzen Zeitraum von 4 Wochen beobachtet werden. In Kolbe (2006) wird beschrieben, dass Seegräser bereits bei einer Überdeckung von wenigen Zentimetern Sedimentschicht ersticken können. Vermaat et al. (1997, zitiert in Erftjemeijer et al. 2006) berichten hingegen von Sedimentationsraten von 10 - 13 cm im Jahr als maximalen Schwellenwert dessen, was Seegräser auf den Philippinen und in Spanien an Sedimentation überleben können. Als kritischen Schwellenwert für Z. noltii (Referenz aus Spanien) geben sie 2 cm/Jahr an. Bei der Identifizierung der BZR, die am stärksten von Sedimentablagerungen betroffen sind, spielen die seegrassensitiven BZR keine Rolle. Für letztere beschreibt die Langzeitprognose (10 Jahre) Sedimentablagerungen, welche lokal maximal eine Mächtigkeit von wenigen mm bilden werden. Ablagerungen mit einer solchen Mächtigkeit sind um Größenordnungen kleiner als die natürliche Morphodynamik, wodurch die Ablagerungen vollständig von anderen Sedimenten wieder überlagert oder auch erodiert werden (vgl. Kapitel 5.2.3). **Auswirkungen auf die Seegräser können dadurch ausgeschlossen werden.**

<u>Betrachtung potenzieller Auswirkungen auf Makroalgenbestände in direkter Umgebung von Helgoland</u>

Wie bereits ausgeführt, beeinflusst die verbringbedingte Schwebstoffzunahme das Unterwasserlichtklima, weshalb auch Effekte auf das Vorkommen und Wachstum der Makroalgen bei

Helgoland möglich sind. Im Folgenden werden die Auswirkungen der Baggergutverbringung bezüglich des Wirkfades „Schwebstoffgehaltserhöhung/Lichtklima“ auf die Makroalgen abgeschätzt. Andere Wirkpfade, wie z.B. das Algenwachstum durch Nährstoffeinträge mit dem verbrachten Baggergut (vgl. Kapitel 5.3.2), kommen aufgrund der Entfernung zur Tonne E3 bezüglich der Makroalgen nicht zum Tragen.

Basierend auf den Abschätzungen zur Veränderung der Lichteindringtiefen, wie sie für das Phytoplankton vorgenommen wurden (vgl. Kapitel 5.3.3), wird für die BZR, die die Monitoringbereiche von LLUR-SH und HPA abdecken (106 (SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO), 327 (Helgoland) und 122 (Steingrund)), eine Abnahme der 1 %-Lichteindringtiefe um 0,2 bis 0,4 m ermittelt. Dabei liegen die berechneten 1 %-Lichteindringtiefen im Szenario 1,5 Mio t bei 3,8 - 4,8 m und im Szenario 2,5 Mio t bei 3,7 - 4,6 m.

Bei der für das Phytoplankton angewendeten Funktion der Lichtbedingungen in Abhängigkeit vom Schwebstoffgehalt ist zu beachten, dass das vom Phytoplankton benötigte Lichtspektrum ein anderes ist, als das von Braun- und Rotalgen benötigte Lichtspektrum. Diese beiden Gruppen der Makroalgen verfügen über akzessorische Pigmente, wie Phyocyanin und Fucoxanthin, die es ihnen ermöglichen die tiefer in das Wasser eindringenden blauen Anteile des Lichtspektrums besser zu nutzen. Dies führt u. a. dazu, dass Makroalgen bei Helgoland in großen Wassertiefen von 10 – 12 m wachsen können.

Allein Abschätzungen zum Lichtbedarf können nicht das Vorkommen einer Art oder gar das von Artengemeinschaften in einer natürlichen Umgebung vorhersagen, weil weitere Wechselwirkungen mit anderen abiotischen und biotischen Einflussfaktoren von Bedeutung sind. Die kumulative Bedeckung von Makroalgen steht daher in einem besseren Verhältnis zu den Lichtverhältnissen als die Bedeckung einzelner Algenarten und ist daher ein besserer Indikator für die Umweltqualität des Wassers (Boderskov & Krause-Jensen 2022).

Die aus Modellierungen und Annahmen zur Ökologie der Makroalgen abgeleiteten Betrachtungen zu den Auswirkungen der Verbringungen bei Tonne E3 auf die Makrophyten bei Helgoland unterliegen also starken Einschränkungen. Um das Maß der Auswirkungen besser einzuordnen, werden daher die Ergebnisse des seit 2016 durchgeführten Monitorings der Makroalgenflora der beiden Hauptstandorte bei Helgoland herangezogen. In diesem Monitoringzeitraum fanden in den Sommermonaten bereits Verbringungen von Baggergut zur VS Tonne E3 statt. Die Ergebnisse des Monitorings zeigen, dass hinsichtlich Artenzahl und Tiefengrenzen ausgewählter Algen an den Standorten im Norden und südlich der Düne sehr ähnliche Bedingungen vorherrschen, trotz der deutlichen Verschiedenheit der Substrate und Exposition. Dies trifft auch auf die Untersuchungen der Schwebstoffe und Lichtintensitäten zu (submaris Bericht, 2021). Ferner wird in dem Bericht ausgesagt, dass „die Algentiefengrenzen als ein wichtiger ökologischer Indikator der Wasserqualität zwischen den Transekten im Süden der Düne und den Transekten im Norden der Hauptinsel nur sehr geringe Unterschiede zeigen, die zusätzlich jährlichen Schwankungen unterliegen, welche mögliche Effekte überlagern könnten. Auch die längere Zeitserie (seit 2008) an den LLUR-Transekten zeigt bisher keine eindeutig signifikanten Ergebnisse, sondern nur einen positiven Trend, der die seit den 70er Jahren festgestellten positiven Entwicklungen der Algentiefengrenzen weiter fortführt (Pehlke & Bartsch, 2008).“

Fazit

Durch die Verbringung von Baggergut zur VS Tonne E3 wird eine Erhöhung der Schwebstoffgehalte bewirkt, die zur verminderten Lichtversorgung der Makroalgen bei Helgoland führen kann. Die Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung und das Vorkommen werden als sehr gering eingestuft, da die abgeschätzte Änderung der 1 %-Lichteindringtiefe nur einige Dezimeter beträgt bei einer

Besiedlungstiefe der Makroalgen von 10 - 12 m. Diese Auswirkungen werden im Spätsommer erwartet, also außerhalb der Hauptwachstumsphase der bestandsbildenden Laminaria-Arten, die im späten Winter bis zum Juni liegt. Die Beurteilung wird dadurch gestützt, dass auch das seit 2016 bestehende Monitoring bei Helgoland keine Beeinträchtigung des Vorkommens von Makroalgen anzeigt, obwohl in diesem Zeitraum bereits Verbringungen von Baggergut zur VS Tonne E3 stattgefunden haben. **Insgesamt werden die Auswirkungen somit als nicht erheblich gewertet.**

6 Naturschutzfachliche und Wasserwirtschaftliche Belange

6.1 Natura 2000

6.1.1 Grundlagen

Natura 2000 ist ein EU-weites Netz von Schutzgebieten der Vogelschutz-Richtlinie (Richtlinie 2009/147/EG; VS-RL) und der Fauna-Flora-Habitat Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG; FFH-RL) zur Erhaltung gefährdeter oder typischer Lebensräume und Arten. Diese Lebensräume und Arten sind in den Anhängen I und II der FFH-RL bzw. im Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie aufgeführt.

Eine der zentralen Vorschriften des gebietsbezogenen Schutzsystems von Natura 2000 sind Art. 6 Abs. 3 - 4 FFH-RL, die durch § 34 BNatSchG in das deutsche Recht umgesetzt sind. Hiernach müssen Projekte und Pläne vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines FFH-Gebietes (Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung) oder eines Europäischen Vogelschutzgebietes überprüft werden. Es ist dabei nicht relevant, ob direkt Flächen der Natura-2000-Gebiete in Anspruch genommen werden oder ob von außen auf das Gebiet eingewirkt wird.

Im Folgenden wird für die geplante Baggergutverbringung bei Tonne E3 mittels einer FFH-Vorprüfung festgestellt, ob sicher auszuschließen ist, dass das Vorhaben einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Vorhaben die Erhaltungsziele eines Natura 2000-Gebiets erheblich beeinträchtigen kann. Grundlage hierfür sind die Prognosen aus den vorangegangenen Kapitel 5.2 - 5.6, die u.a. auf den Modellergebnissen der BAW der Sets 1 bis 3 beruhen. Erhaltungsziele sind die Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der im Natura 2000-Gebiet geschützten Lebensräume und Arten.

Dabei erfolgt zunächst eine Beschreibung der von den Vorhabenwirkungen potentiell erreichten Natura 2000-Gebiete und ihrer Schutzgegenstände (vorkommende Anhang I-Lebensraumtypen und Anhang II-Arten bzw. Arten aus Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie). Danach wird untersucht, ob das Vorhaben im Einzelnen und anschließend im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten ggf. zu erheblichen Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete führt.

6.1.2 Natura 2000-Gebiete

Die Verbringstelle bei Tonne E3 liegt außerhalb von Natura 2000 Gebieten. Die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkpfade haben jedoch - höchst vorsorglich betrachtet und angesichts noch bestehender Unklarheiten, in welchen Fällen sehr geringe modellierte Veränderungen ggf. außer Betracht bleiben können - grundsätzlich das Potenzial in die im Folgenden aufgeführten Natura 2000-Gebiete hineinzuwirken ((vgl. Kapitel 5 und siehe auch Abbildung-6-1):

FFH-Gebiete

- Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)
- Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2306-301)
- Unterelbe (DE-2018-331)
- Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392)
- NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)
- Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391)
- Steingrund (DE-1714-391)
- Sylter Außenriff (DE-1209-301)
- Küsten und Dünenlandschaften Amrums (DE-1315-391)

EU-Vogelschutzgebiete

- Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (DE-2210-401)
- Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete(DE-0916-491)
- Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE-1813-491)
- Östliche Deutsche Bucht (DE-1011-401)
- Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-401)
- Unterelbe (DE-2121-401)
- Unterelbe bis Wedel (DE-2323-401)

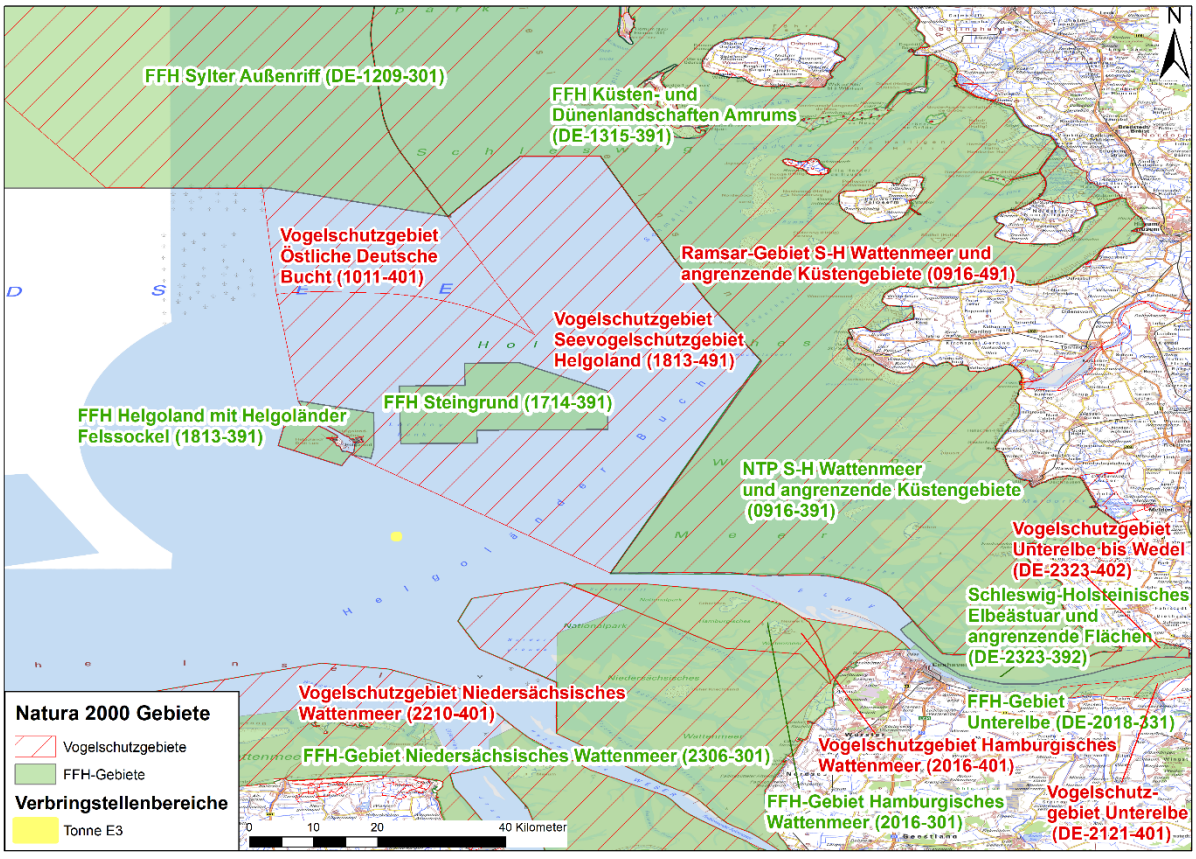


Abbildung-6-1: Natura 2000 Gebiete im potentiellen Wirkbereich der Verbringstelle Tonne E3

Die am dichtesten zu der Verbringstelle bei Tonne E3 gelegenen Natura 2000 Gebiete sind das Seevogelschutzgebiet Helgoland (1813-491) mit ca. 8 km und mit ca. 12 km Abstand die FFH Gebiete

Helgoland mit Helgoländer Felssockel (1813-391) und das Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer (2016-401).

6.1.3 Beschreibung der Schutzgebiete und Erhaltungsziele

Anhand der Art der Wirkpfade und deren Ausprägung (vgl. Kapitel 5) sind vorhabenbedingte Auswirkungen auf landseitige FFH-Lebensraumtypen (nach Anhang I der FFH-Richtlinie) sowie ausschließlich (semi-) terrestrisch vorkommende Tier- und Pflanzenarten (nach Anhang II der FFH-Richtlinie und Anhang I Vogelrichtlinie) für die genannten Schutzgebiete (siehe vorheriges Kapitel) auszuschließen. Somit werden im Folgenden nur die Schutzgegenstände und deren Erhaltungsziele mit Bezug auf wasserseitig vorkommende FFH-Lebensräume sowie Tier- und Pflanzenarten berücksichtigt.

Nachfolgend werden die durch die geplante Verbringung möglicherweise betroffenen Natura 2000 Gebiete kurz beschrieben. Weitere Festlegungen/Ausführungen zur Konkretisierung der Erhaltungsziele zu den einzelnen Schutzgegenständen (spezielle Erhaltungsziele) finden sich ergänzend auf den Seiten des BfN (https://www.bfn.de/natura-2000-gebiete), des Landesportals Schleswig-Holstein (https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/umwelt-naturschutz/natura-2000/natura-2000_node.html), auf den Seiten von Niedersachsen (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/die-einzelnen-ffh-gebiete-niedersachsens-nummer-1-50-144421.html) und Hamburg (https://www.hamburg.de/standarddatenboegen/).

6.1.3.1 FFH-Gebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)

Zu dem 13.750 ha großen FFH-Gebiet und Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer gehören die Inseln Neuwerk, Scharhörn und Nigehörn, sowie die umgebenden freien Watt- und Wasserflächen mit Prielen, hohen Sänden und außendeichs Salzwiesen.

In dem Standarddatenbogen (https://www.hamburg.de/contentblob/13121116/af2cc772cedc248e312fd6e69b1fc820/data/natura2000-hamburgisches-wattenmeer.html) werden folgende (semi-)aquatische Lebensraumtypen (LRT, * = prioritär geschützt) von gemeinschaftlichem Interesse genannt

- 1140 Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
- 1150* Lagunen des Küstenraumes (Strandseen)
- 1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)
- 1210 Einjährige Spülsäume
- 1310 Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)
- 1320 Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae)
- 1330 Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

sowie die Arten

Alosa fallax	Finte
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Petromyzon marinus	Meerneunauge
Halichoerus grypus	Kegelrobbe

Phocoena phocoena	Schweinswal
Phoca vitulina	Seehund

Flächenmäßig besonders bedeutsam sind die vegetationsfreien Schlick-, Sand- und Mischwattflächen (1140) und die flachen großen Meeresarme- und buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) (1160).

Im Gesetz über den Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer vom 9. April 1990 (letzte Änderung 7. Februar 2017) ist als Schutzzweck formuliert, das Wattenmeer in seiner Ganzheit und seiner natürlichen Dynamik um seiner selbst willen und als Lebensstätte der auf diesen einmaligen Lebensraum Watt angewiesenen Arten und der zwischen diesen Arten bestehenden Lebensgemeinschaften zu erhalten und vor Beeinträchtigungen zu schützen. Es sind insbesondere Sand- und Schlickwatten, Priele, Sande, Platen sowie Dünen und die diese Landschaftsteile untereinander verbindende, ungestörte und natürliche Entwicklungsdynamik zu erhalten. Weiter ist die ursprüngliche Dünen- und Salzvegetation zu schützen und, sofern erforderlich, zu entwickeln. Schließlich sind für die auf den Lebensraum Watt angewiesenen Arten als Lebensstätten insbesondere die geeigneten Fischlaich- und Fischaufzuchtgebiete, die Liege- und Aufzuchtplätze der Seehunde auf der Robbenplate, dem Wittsand und dem Bakenloch, die Brut- und Rastplätze der Seeschwalben auf Neuwerk, Nigehörn und Scharhörn, die Brut- und Rastplätze sowie Nahrungsgebiete der verschiedenen Wattvogelarten und die Mauserplätze der Brandente zu erhalten.

6.1.3.2 FFH-Gebiet Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391)

Das FFH-Gebiet Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391) mit einer Größe von 5.509 ha umfasst die Felsen und Dünen der Insel Helgoland sowie die Unterwasserlebensräume des Helgoländer Felssockels. Die über 50 m hohen Buntsandsteinfelsen der Insel Helgoland mit ihren vorgelagerten Felswatten sind für die südliche Nordsee einzigartig. Die Felsküste (1230) erstreckt sich seewärts eines Rundwanderweges bis zur Uferlinie am Hangfuß, dem ein Felswatt vorgelagert ist. Die Klippen werden unter anderem von Wilder Rübe (*Beta maritima*), Klippenkohl (*Brassica oleracea*), Dänischem Löffelkraut (*Cochlearia danica*) und Strand-Wegerich (*Plantago maritima*) besiedelt. Oberhalb der Klippen werden die Flächen vorwiegend von beweideten Grasfluren eingenommen. Die Helgoländer Düne im Norden der Insel ist eine auf einem Felssockel angespülte Sandinsel. In das Gebiet eingeschlossen ist neben den zentralen Dünenbereichen westlich des Flugplatzes auch der Nordstrand der Düne. In Strandwallbereichen haben sich Spülsäume (1210) mit Vorkommen von Salzkraut (*Salsola kali*) und Meersenf (*Cakile maritima*) entwickelt. An die Spülsäume schließen sich Primärdünen (2110) an. Weißdünen (2120) mit Vorkommen des Strandroggens (*Leymus arenarius*) verlaufen im Norden, Westen und Süden mehr oder weniger küstenparallel und kommen auch am Rande der zum Inselflugplatz gehörigen Start- und Landebahn vor. Der Strandbereich im Norden der Insel ist stellenweise kiesig und bewachsen (1220), überwiegend aber als Sandstrand ausgebildet. Ihm kommt als Ruheplatz für Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) und Seehunde (*Phoca vitulina)* eine besondere Bedeutung zu. Im Meer vor Helgoland sind große Riffe (1170) ausgebildet, die wertvolle Unterwasserlebensräume darstellen. Der gesamte Bereich ist zudem Lebensraum des Schweinswales (*Phocoena phocoena*). Das Gebiet hat eine herausragende Bedeutung als Brutrevier für seltene Seevögel. Das Gesamtgebiet stellt eine in Deutschland einmalige Fels-, Klippen- und Rifflandschaft mit entsprechender Tier- und Pflanzenwelt dar und ist daher besonders schutzwürdig.

(aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/gebietssteckbriefe/1813-391.pdf

Erhaltungsziele http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-1813-391.pdf)

Der Standard-Datenbogen führt die folgenden (semi-)aquatischen Lebensraumtypen

1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)

1170 Riffe

1210 Einjährige Spülsäume

1220 Mehrjährige Vegetation der Kiesstrände

1230 Atlantik-Felsküsten und Ostsee-Fels- und Steilküsten mit Vegetation

und Arten auf

Halichoerus grypus	Kegelrobbe
Phocoena phocoena	Schweinswal
Phoca vitulina	Seehund

Als übergreifendes Erhaltungsziel für das FFH-Gebiet gilt die „*Erhaltung der für Deutschland einmaligen Fels-, Klippen- und Riffsituation mit ineinander übergehenden charakteristischen Lebensraumtypen, Strukturen und Funktionen. Insbesondere zu erhalten sind die natürliche Dynamik im Bereich der Küstengewässer und der Küste in verschiedenen Ausprägungen sowie die weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse*.“ (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/mplan_inet/1813-391/1813-391Mplan_Text.pdf)

6.1.3.3 FFH-Gebiet Steingrund (DE-1714-391)

Das 17.450 ha große FFH-Gebiet Steingrund (DE-1714-391) umfasst Wasserflächen und ein halbmondförmiges Riff nordöstlich von Helgoland, das bis auf 8 m unter dem Meeresspiegel ansteigt. Das Riff ist durch Verwitterungsmaterial einer vom Meeresboden aufragenden Endmoräne gekennzeichnet. Charakteristisch ist seine Ausbildung aus Festgestein, Kies und Steinen (LRT 1170) mit typischen Riffbewohnern wie Seescheiden, Seenelken, Seeanemonen und Muscheln. Riffe sind Laichplatz und Nahrungsraum für Fische, Meeressäugetiere und Vögel, vor allem für auf Helgoland brütende Seevögel wie Dreizehenmöwe, Trottellumme und Brandseeschwalbe. Das Riff ist eng mit Sandbänken (1110) verzahnt, die insbesondere als Lebensraum für Seehund und Kegelrobbe von Bedeutung sind. Die umgebenden flachen Meerwasserbereiche werden von Schweinswalen und Robben als Nahrungsgebiet genutzt. Der Steingrund nimmt darüber hinaus mit dem Helgoländer Felssockel eine besondere Stellung als Trittstein zwischen den übrigen großen Riffs der Deutschen Bucht und als Regenerationsraum für Meeresorganismen ein. Das übergreifende Schutzziel für den Steingrund ist seine Erhaltung als strukturreiches und vielfältiges Gebiet. Insbesondere soll seine Bedeutung als Verbindungselement und Rückzugsraum für Meeresorganismen und als Nahrungsgebiet von Seevögeln erhalten werden. (aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/gebietssteckbriefe/1714-391.pdf)

In dem Standarddatenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/1714_391_SDB.pdf,) werden folgende Lebensraumtypen (LRT) von gemeinschaftlichem Interesse genannt

1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)

1170 Riffe

sowie folgende Arten:

Halichoerus grypus	Kegelrobbe

Phoca vitulina	Seehund
Phocoena phocoena	Schweinswal
Rissa tridactyla	Dreizehenmöwe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Uria aalge	Trottellumme

Das Gebiet ist für die Erhaltung der Lebensraumtypen 1160 Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) und 1170 Riffe sowie den Arten Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) und Schweinswal (*Phocoena phocoena*) von besonderer Bedeutung und für den Seehund (*Phoca vitulina)* von Bedeutung. Für sie besteht das Ziel den Erhalt eines günstigen Erhaltungszustandes.

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

In dem 276.956 ha großen Gebiet entlang des niedersächsischen Küstenbereichs der Nordsee von Cuxhaven bis an die niederländische Grenze finden sich weitläufige Salzwiesen, Wattflächen, Sandbänke, flache Meeresbuchten und Düneninseln, in dem zahlreiche seltene und gefährdete Arten vorkommen (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/ffh-gebiet-001-nationalpark-niedersachsisches-wattenmeer-197123.html).

Nach dem Standard-Datenbogen (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/downloads-zu-natura-2000-46104.html#volstDat-FFH, 08.09.22) kommen in dem FFH-Gebiet folgende (semi-)aquatische Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL vor

- 1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser
- 1130 Ästuarien
- 1140 Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
- 1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)
- 1170 Riffe
- 1310 Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)
- 1320 Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae)
- 1330 Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

und folgende Anhang II Arten

Alosa fallax	Finte
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Petromyzon marinus	Meerneunauge
Halichoerus grypus	Kegelrobbe
Phoca vitulina	Seehund
Phocoena phocoena	Schweinswal

Das NWattNPG legt in seinem Schutzzweck (§2) fest, dass die besondere Eigenart der Natur und Landschaft der Wattregion vor der niedersächsischen Küste einschließlich des charakteristischen Landschaftsbildes erhalten bleiben und vor Beeinträchtigungen geschützt werden soll. Die natürlichen Abläufe in diesen Lebensräumen sollen fortbestehen und die biologische Vielfalt der Tier- und Pflanzenarten im Gebiet des Nationalparks soll erhalten werden. (https://www.nationalpark-wattenmeer.de/schuetzen/nationalpark/gesetze/)

6.1.3.5 FFH-Gebiet NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)

Das 452.455 ha große FFH-Gebiet umfasst die Meeresbereiche, Watten und Küstensäume der Nordsee zwischen der dänischen Staatsgrenze und der Elbmündung.

Zu den wertbestimmenden Lebensraumtypen zählen u. a. Ästuarien (1130), vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt (1140) sowie flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) (1160). Die Elbmündung ist Lebensraum zahlreicher Fischarten und Meeressäuger. Die Finte (*Alosa fallax*), die Neunaugenarten Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) und Flussneunauge (Lampetra fluviatilis) leben zumindest für einen Teil des Jahres oder für einen bestimmten Entwicklungsabschnitt im Gebiet. Das an das eigentliche Wattenmeer angrenzende, flache Meeresgebiet ist Lebensraum von Seehund (*Phoca vitulina*), Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) und Schweinswal (Phocoena phocoena). Der Standard-Datenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/0916_391_SDB.pdf) benennt folgende in dem FFH-Gebiet vorkommende (semi-)aquatischen Lebensraumtypen

1110	Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser
1130	Ästuarien
1140	Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
1150*	Lagunen des Küstenraumes (Strandseen)
1160	Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)
1170	Riffe
1210	Einjährige Spülsäume
1220	Mehrjährige Vegetation der Kiesstrände
1310	Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)
1320	Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae)
1330	Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

und Anhang II Arten

Alosa fallax	Finte
Petromyzon marinus	Meerneunauge
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Halichoerus grypus	Kegelrobbe
Phoca vitulina	Seehund
Phocoena phocoena	Schweinswal

Lutra lutra	Fischotter

Der § 2 des Nationalparkgesetzes (NPG) des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres legt als Schutzzweck den Schutz und die natürliche Entwicklung des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres und der Bewahrung seiner besonderen Eigenart, Schönheit und Ursprünglichkeit fest. Die Abläufe der Naturvorgänge sind möglichst ungestörter zu gewährleisten und die Lebensstätten der natürlich vorkommenden Tier- und Pflanzenarten und der zwischen diesen Arten und den Lebensstätten bestehenden Lebensbeziehungen ist zu erhalten.

6.1.3.6 FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392)

Das FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen mit einer Ausdehnung von ca. 19.280 ha umfasst den schleswig-holsteinischen Teil der Elbe vom Mündungsgebiet bis zur Unterelbe bei Wedel, inkl. diverser Unterläufe (Stör, Krückau, Pinnau, Wedeler Au), das Vorland St. Margarethen sowie die Haseldorfer und Wedeler Marsch. In dem Standarddatenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/2323_392_SDB.pdfhttps://www.hamburg.de/contentblob/13121116 /af2cc772cedc248e312fd6e69b1fc820/data/natura2000-hamburgisches-wattenmeer.html) werden folgende (semi-)aquatische Lebensraumtypen (LRT) von gemeinschaftlichem Interesse genannt

1130	Ästuarien
1140	Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
1160	Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)
1310	Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)
1330	Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

und folgende Anhang II Arten (*prioritär)

Alosa fallax	Finte
Cobitis taenia	Steinbeißer
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Aspius aspius	Rapfen
*Coregonus oxyrinchus**	Schnäpel
Misgurnus fossilis	Schlammpeitzger
Petromyzon marinus	Meerneunauge
Salmo salar	Lachs (nur im Süßwasser)
Lutra lutra	Fischotter
Phoca vitulina	Seehund
Oenanthe conioides *	Schierling-Wasserfenchel

Flächenmäßig bedeutsam ist der Lebensraumtyp Ästuar (1130), welcher Salzwiesen (1330) sowie vorgelagerte Watten, teils mit Quellerbeständen (1140, 1310) Sandbänke und Flachwasserzonen

einschließt. Das Elbmündungsgebiet bietet insbesondere für die Finte (*Alosa fallax*) einen bedeutsamen Teil-Lebensraum und der Medemgrund ist Ausgangspunkt für die Seehund-Besiedlung stromauf bis Hamburg. Als Rast- und Brutgebiet ist das Elbe-Ästuar für zahlreiche Vogelarten von internationaler Bedeutung.

6.1.3.7 FFH-Gebiet Unterelbe (DE-2018-331)

Das 18.680 ha große FFH-Gebiet umfasst die Außendeichsflächen des niedersächsischen Elbästuars im Übergang von Fluss zu Meer mit den charakteristischen Brack- und Süßwasserwatten, Röhrichten, Salzwiesen, artenreichen Mähwiesen und Altarmen zwischen Cuxhaven und dem Mühlenberger Loch. Hier finden sich die von hoher Dynamik geprägten, teils tide- und salzbeeinflussten Lebensräume der Ästuarien, die allerdings durch anthropogene Eingriffe stark beeinträchtigt sind. Am Elbufer sind insbesondere zwischen Otterndorf und Wischhafen im Rhythmus der Gezeiten trockenfallende Wattflächen ausgebildet, welche teils dem Lebensraumtyp der vegetationsfreien Schlick-, Sand- und Mischwattflächen entsprechen, teils von Röhrichten bewachsen sind. Auf nicht mehr regelmäßig überschwemmten, aber noch salzbeeinflussten Außendeichflächen finden sich Atlantische Salzwiesen. Die hier wachsenden Pflanzenarten sind – im Gegensatz zu den auf ausgesüßten Böden im Gebiet vorkommenden charakteristischen Arten der mageren Flachland-Mähwiesen und Weidelgras-Weiden – an eine erhöhte Salzkonzentration des Substrats angepasst. Insbesondere für anadrome Fischarten ist der Elbstrom ein wichtiger Wanderkorridor und Lebensraum. (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/ffh-gebiet-003-unterelbe-197098.html)

In dem Standarddatenbogen (https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/Naturschutz/FFH/aktuell/FFH-003-Gebietsdaten-SDB.htmhttps://www.hamburg.de/contentblob/13121116/af2cc772cedc248e312fd6e69b1fc820/data/natura2000-hamburgisches-wattenmeer.html) werden folgende (semi-)aquatische Lebensraumtypen (LRT) von gemeinschaftlichem Interesse genannt

1130	Ästuarien
1140	Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
1330	Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

und die folgenden Anhang II Arten

Alosa fallax	Finte
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Petromyzon marinus	Meerneunauge
Aspius aspius	Rapfen
Coregonus oxyrinchus	Schnäpel
Salmo salar	Lachs (nur im Süßwasser)
Lutra lutra	Fischotter
Phocoena phocoena	Schweinswal
Phoca vitulina	Seehund
Oenanthe conioides	Schierlings-Wasserfenchel

Die allgemeinen Erhaltungsziele für dieses Gebiet beinhalten den Schutz und die Entwicklung naturnaher Ästuarbereiche und ihrer Lebensgemeinschaften mit einem dynamischen Mosaik aus Flach- und Tiefwasserbereichen, Stromarmen, Watt- und Röhrichtflächen, Inseln, Sänden und terrestrischen Flächen und einer möglichst naturnahen Ausprägung von Tidekennwerten, Strömungsverhältnissen, Transport- und Sedimentationsprozessen. (NLWKN 2019).

6.1.3.8 FFH-Gebiet Sylter Außenriff (DE-1209-301)

Das FFH-Gebiet Sylter Außenriff gehört zu dem Bereich I des Naturschutzgebietes „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“ und dient primär dem Schutz der marinen Arten und Lebensräume.

Das Gebiet hat eine Größe von 5.321 km² und reicht von der landseitigen Grenze der AWZ bis in größere Tiefen am Übergang zur zentralen Nordsee. Die Wassertiefen betragen zwischen 8 und 48 m.

Der Standard-Datenbogen führt folgende Lebensraumtypen

1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser

1170 Riffe

und Arten gemäß Artikel 4 der Richtlinie 2009/147/EG und Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG auf

Alosa fallax	Finte
Gavia arctica	Prachttaucher
Gavia stellata	Sterntaucher
Halichoerus grypus	Kegelrobbe
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus marinus	Mantelmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Morus bassanus	Basstölpel
Phocoena phocoena	Schweinswal
Phoca vitulina	Seehund
Rissa tridactyla	Dreizehenmöwe
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Uria aalge	Trottellumme

Von besonderer Bedeutung ist das Schutzgebiet für Schweinswale. Hier wurden die höchsten Konzentrationen von Schweinswalen in der gesamten deutschen Nordsee nachgewiesen, wodurch das Gebiet eine zentrale Bedeutung für die Erhaltung dieser Art hat. https://www.bfn.de/bereich-i-ffh-gebiet-sylter-aussenriff

6.1.3.9 FFH-Gebiet Küsten und Dünenlandschaften Amrums (DE 1315-391)

Das 2.158 ha große FFH-Gebiet Küsten und Dünenlandschaften Amrums umfasst neben der Westküste mit ihrem ausgeprägten Dünengürtel und dem vorgelagerten Kniepsand, auch die Wattenmeerküste im Osten der Insel. Insgesamt handelt es sich um eine große, zusammenhängende und touristisch wenig überprägte Dünenlandschaft mit beispielhaft entwickeltem Dünengebiet sowie Strand- und Wattbereichen.

Die Wattenmeerküste Amrums ist durch große, weitgehend zusammenhängende und unbedeichte Strandwiesen gekennzeichnet. Hier findet sich neben Vorkommen von vegetationsfreien Wattflächen (1140) sowie Quellerwatt (1310) eine ausgeprägte Abfolge von reinen Salzwiesen zu eher süßwassergeprägten Grünlandflächen. Eingeschlossen in das Gebiet sind auch die in diesem Bereich liegenden Geestkliffs, die dem Lebensraumtyp der Steilküste (1230) zuzuordnen sind. Strandseen entwickeln sich hier überwiegend im Winterhalbjahr oder nach Sturmfluten. Teilbereiche des Gebietes sind Lebensraum einer artenreichen Vogelwelt. (aushttps://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/public/natura/pdf/gebietssteckbriefe/1315-391.pdf)

In dem Standarddatenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/1315_391_SDB.pdf) werden folgende Lebensraumtypen (LRT) von gemeinschaftlichem Interesse genannt (*prioritär)

1140	Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt
1150*	Lagunen des Küstenraumes (Strandseen)
1210	Einjährige Spülsäume
1220	Mehrjährige Vegetation der Kiesstrände
1230	Atlantik-Felsküsten und Ostsee-Fels- und Steilküsten mit Vegetation
1310	Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Queller-Watt)
1320	Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae)
1330	Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae)

und die Anhang II Art Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*).

Das übergreifende Schutzziel ist die Erhaltung eines weitgehend störungsfreien und unverbauten Küstenabschnittes mit einer ausgedehnten Sandplatte sowie einer dynamischen Dünen-, Watt- und Salzwiesenlandschaft mit der charakteristischen Abfolge aus Sand- und Kiesstränden, Primär-, Weiß-, Grau- und Braundünen. Hierzu gehören auch die trockenen und feuchten Dünentäler, Kliffs, Lagunen sowie die Vorland- und Wattflächen im Kontakt zum FFH-Gebiet „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“. Der Schutz der Lebensräume dient zugleich der Erhaltung der im Gebiet lebenden Kegelrobben und einer artenreichen Vogelwelt.

(aus https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-1315-391.pdf und https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/public/natura/pdf/gebietssteckbriefe/1315-391.pdf)

6.1.3.10 EU-Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-401)

Das Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer entspricht in seinen Abgrenzungen denen des gleichnamigen FFH-Gebiets (siehe Kapitel 6.1.3.1). In dem Standarddatenbogen

(https://www.hamburg.de/contentblob/13121116/af2cc772cedc248e312fd6e69b1fc820/data/natura2000-hamburgisches-wattenmeer.html) werden folgende Anhang I VSch-RL sowie die wichtigsten Zugvogelarten genannt:

Asio flammeus	Sumpfohreule
Branta leucopsis	Weißwangengans
Falco peregrinus	Wanderfalke
Limosa lapponica	Pfuhlschnepfe
Pluvialis apricaria	Goldregenpfeifer
Recurvirostra avosetta	Säbelschnäbler
Sterna albifrons	Zwergseeschwalbe)
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Branta bernicla	Ringelgans
Calidris alba	Sanderling
Calidris alpina	Alpenstrandläufer
Calidris canutus	Knutt
Charadrius hiaticula	Sandregenpfeifer
Haematopus ostralegus	Austernfischer
Numenius arquata	Großer Brachvogel
Pluvialis squatarola	Kiebitzregenpfeifer
Tadorna tadorna	Brandgans

Das Schutzzweck für das EU-Vogelschutzgebiet Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer entspricht den Grundsätzen der VS-RL, Schutz der Lebensräume der Vögel des Anhangs I und der Vermehrungs-, Mauser- und Überwinterungsgebiete regelmäßig auftretender Zugvogelarten sowie der Rastplätze in ihren Wanderungsgebieten. Darüber hinaus gelten die Erhaltungsziele des Nationalparkgesetzes (siehe vorheriges Kapitel).

6.1.3.11 EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel (DE-2323-402)

Das Gebiet mit 7.426 ha Größe umfasst den schleswig-holsteinischen Teil der Elbmündung mit dem Neufelder Vorland sowie weite Teile des Elbeästuars. Dazu gehören die Unterelbe mit den Inseln zwischen der Krückau-Mündung und Wedel, die Mündungsbereiche von Pinnau und Stör sowie die eingedeichte Haseldorfer und Wedeler Marsch. Nach dem Standard-Datenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/2323_402_SDB.pdf) kommen folgende Arten nach Anh. I VSch-RL sowie die wichtigsten Zugvogelarten vor

Acrocephalus arundinaceus	Schilfsrohrsänger
Alauda arvensis	Feldlerche
Alcedo atthis	Eisvogel

Anas acuta	Spießente
Anas crecca	Krickente
Anser albifrons	Blässgans
Anser anser	Graugans
Botaurus stellaris	Rohrdommel
Branta bernicla	Ringelgans
Branta leucopsis	Weißwangengans
Bubo bubo	Uhu
Calidris alba	Sanderling
Calidris alpina	Alpenstrandläufer
Charadrius hiaticula	Sandregenpfeifer
Chlidonias niger	Trauerseeschwalbe
Ciconia ciconia	Weißstorch
Circus aeruginosus	Rohrweihe
Coturnix coturnix	Wachtel
Crex crex	Wachtelkönig
Cygnus columbianus bewickii	Zwergschwan
Cygnus cygnus	Singschwan
Falco peregrinus	Wanderfalke
Ficedula hypoleuca	Trauerschnäpper
Gallinago gallinago	Bekassine
Gelochelidon nilotica	Lachseeschwalbe
Haliaeetus albicilla	Seeadler
Lanius collurio	Neuntöter
Larus minutus	Zwergmöwe
Limosa lapponica	Pfuhlschnepfe
Limosa limosa	Uferschnepfe
Luscinia svecica cyanecula	Weißstern-Blaukehlchen
Mergus albellus	Zwergsäger
Milvus milvus	Rotmilan
Philomachus pugnax	Kampfläufer
Pluvialis apricaria	Goldregenpfeifer
Pluvialis squatarola	Kiebitzregenpfeifer
Porzana porzana	Tüpfelsumpfhuhn
Recurvirostra avosetta	Säbelschnäbler

Saxicola rubetra	Braunkehlchen
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Tadorna tadorna	Brandgans
Tringa erythropus	Dunkelwasserläufer
Tringa totanus	Rotschenkel
Vanellus vanellus	Kiebitz

Besonders schutzwürdig ist das Gesamtgebiet aufgrund des zahlreichen Vorkommens von Brut- und Rastvogelarten sowie als Überwinterungsgebiet u. a. für Gänse. So ist das übergreifendes Schutzziel die Erhaltung der besonderen Bedeutung der Unterelbe als Brutgebiet für Blaukehlchen, Flussseeschwalben, Vögel des Grünlands und der Röhrichte sowie als Rastgebiet insbesondere für Watvögel, Seeschwalben und Enten.

6.1.3.12 EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe (DE-2121-401)

Das EU-Vogelschutzgebiet „Unterelbe“ umfasst den niedersächsischen Teil des Elbeästuars und hat eine Größe von 16.715 ha). Teile des Gebietes zählen zum Feuchtgebiet internationaler Bedeutung (Ramsar-Gebiet). Es besteht aus einem Mosaik tidebeeinflusster Brack- und Süßwasserbereiche sowie Salzwiesen, Röhrichten und extensiv genutztes Grünland.

Nach dem Standard-Datenbogen (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/downloads-zu-natura-2000-46104.html#volstDat-VS) kommen folgende Arten nach Anh. I VSch-RL sowie wichtige Zugvogelarten vor:

*Acrocephalus schoenobae*nus	Schilfrohrsänger
Actitis hypoleucos	Flussuferläufer
Alauda arvensis	Feldlerche
Anas acuta	Spießente
Anas clypeata	Löffelente
Anas crecca	Krickente
Anas penelope	Pfeifente
Anas platyrhynchos	Stockente
Anas querquedula	Knäkente
Anas strepera	Schnatterente
Anser albifrons	Blässgans
Anser anser	Graugans
Anser brachyrhynchus	Kurzschnabelgans
Anser erythropus	Zwerggans
Anser fabalis	Saatgans

Ardea cinerea	Graureiher
Arenaria interpres	Steinwälzer
Asio flammeus	Sumpfohreule
Aythya ferina	Tafelente
Aythya fuligula	Reiherente
Botaurus stellaris	Rohrdommel
Branta leucopsis	Weißwangengans
Branta ruficollis	Rothalsgans
Bucephala clangula	Schellente
Calidris alpina	Alpenstrandläufer
Charadrius alexandrinus	Seeregenpfeifer
Charadrius dubius	Flussregenpfeifer
Charadrius hiaticula	Sandregenpfeifer
Chlidonias niger	Trauerseeschwalbe
Ciconia ciconia	Weißstorch
Circus aeruginosus	Rohrweihe
Circus cyaneus	Kornweihe
Circus pygargus	Wiesenweihe
Corvus frugilegus	Saatkrähe
Crex crex	Wachtelkönig
*Cygnus columbianus bew*ickii	Zwergschwan
Cygnus cygnus	Singschwan
Cygnus olor	Höckerschwan
Falco peregrinus	Wanderfalke
Fulica atra	Blässhuhn
Gallinago gallinago	Bekassine
Gelochelidon nilotica	Lachseeschwalbe
Haematopus ostralegus	Austernfischer
Larus argentatus	Silbermöwe
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus marinus	Mantelmöwe
Larus melanocephalus	Schwarzkopfmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Larus ridibundus	Lachmöwe

Limosa limosa	Uferschnepfe
*Luscinia svecica cyanecul*a	Weißstern-Blaukehlchen
Mergus merganser	Gänsesäger
Motacilla flava	Wiesenschafstelze
Numenius arquata	Großer Brachvogel
Numenius phaeopus	Regenbrachvogel
Oriolus oriolus	Pirol
*Phalacrocorax carbo sinen*sis	Kormoran (Mitteleuropa)
Philomachus pugnax	Kampfläufer
Phoenicurus phoenicurus	Gartenrotschwanz
Pluvialis apricaria	Goldregenpfeifer
Pluvialis squatarola	Kiebitzregenpfeifer
Podiceps cristatus	Haubentaucher
Podiceps cristatus	Haubentaucher
Porzana porzana	Tüpfelsumpfhuhn
Rallus aquaticus	Wasserralle
Recurvirostra avosetta	Säbelschnäbler
Riparia riparia	Uferschwalbe
Saxicola rubetra	Braunkehlchen
Sterna albifrons	Zwergseeschwalbe
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Tachybaptus ruficollis	Zwergtaucher
Tadorna tadorna	Brandgans
Tringa erythropus	Dunkelwasserläufer
Tringa nebularia	Grünschenkel
Tringa totanus	Rotschenkel
Vanellus vanellus	Kiebitz

Es handelt sich um ein wichtiges Brut- und Rastgebiet, insbesondere als Winterrastplatz und Durchzugsgebiet für nordische Gänse, andere Wasservögel und Limikolen sowie als Brutplatz für Vogelarten des Grünlandes, Salzwiesen und Röhrichte. Das Gebiet gehört zu den wichtigsten Brutgebieten der Uferschnepfe und des Wachtelkönigs in Niedersachsen. Es hat ferner eine herausragende Bedeutung als national und landesweit bedeutender Brutlebensraum von Kiebitz, Rotschenkel, Feldlerche und Blaukehlchen. International, national und landesweit bedeutend ist das Gebiet wegen seiner beeindruckenden hohen Gastvogelbestände u. a. an Nonnengans, Pfeifente, Kiebitz und Goldregenpfeifer. https://www.nlwkn.niedersachsen.de/natura2000/

6.1.3.13 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, Düneninseln und Wasserflächen der angrenzenden offenen See. Das Vogelschutzgebiet überschneidet sich größtenteils mit dem Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Das Gebiet ist ein Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung und dient zahlreichen Wat- und Wasservogelarten als herausragendes Brut- und Rastgebiet.

Nach dem Standard-Datenbogen (https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/Naturschutz/VSG/VSG-V01-Gebietsdaten-SDB.htm) kommen folgende Arten Anh. I VSch-RL sowie die wichtigsten Zugvogelarten vor:

*Acrocephalus schoenobaen*us	Schilfrohrsänger
Acrocephalus scirpaceus	Teichrohrsänger
Alauda arvensis	Feldlerche
Alca torda	Tordalk
Anas acuta	Spießente
Anas clypeata	Löffelente
Anas crecca	Krickente
Anas penelope	Pfeifente
Anas platyrhynchos	Stockente
Anas querquedula	Knäkente
Anas strepera	Schnatterente
Anser albifrons	Blässgans
Anser anser	Graugans
Anser brachyrhynchus	Kurzschnabelgans
Anser fabalis	Saatgans
Anthus petrosus	Strandpieper
Ardea cinerea	Graureiher
Arenaria interpres	Steinwälzer
Asio flammeus	Sumpfohreule
Aythya ferina	Tafelente
Aythya fuligula	Reiherente
Botaurus stellaris	Rohrdommel
Branta bernicla	Ringelgans
Branta canadensis	Kanadagans
Branta leucopsis	Weißwangengans
Bucephala clangula	Schellente
Calidris alba	Sanderling

Calidris alpina	Alpenstrandläufer
Calidris canutus	Knutt
Calidris ferruginea	Sichelstrandläufer
Calidris maritima	Meerstrandläufer
Carduelis flavirostris	Berghänfling
Charadrius alexandrinus	Seeregenpfeifer
Charadrius dubius	Flussregenpfeifer
Charadrius hiaticula	Sandregenpfeifer
Chlidonias niger	Trauerseeschwalbe
Circus aeruginosus	Rohrweihe
Circus cyaneus	Kornweihe
Crex crex	Wachtelkönig
*Cygnus columbianus bewi*ckii	Zwergschwan
Cygnus cygnus	Singschwan
Cygnus olor	Höckerschwan
Eremophila alpestris	Ohrenlerche
Falco peregrinus	Wanderfalke
Gallinago gallinago	Bekassine
Gavia arctica	Prachttaucher
Gavia stellata	Sterntaucher
Gelochelidon nilotica	Lachseeschwalbe
Haematopus ostralegus	Austernfischer
Lanius collurio	Neuntöter
Larus argentatus	Silbermöwe
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus marinus	Mantelmöwe
Larus melanocephalus	Schwarzkopfmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Larus ridibundus	Lachmöwe
Limosa lapponica	Pfuhlschnepfe
Limosa limosa	Uferschnepfe
Luscinia megarhynchos	Nachtigall
Melanitta fusca	Samtente
Melanitta nigra	Trauerente

Mergus albellus	Zwergsäger
Mergus serrator	Mittelsäger
Motacilla flava	Wiesenschafstelze
Numenius arquata	Großer Brachvogel
Numenius phaeopus	Regenbrachvogel
Oenanthe oenanthe	Steinschmätzer
*Phalacrocorax carbo sinen*sis	Kormoran (Mitteleuropa)
Philomachus pugnax	Kampfläufer
Platalea leucorodia	Löffler
Plectrophenax nivalis	Schneeammer
Pluvialis apricaria	Goldregenpfeifer
Pluvialis squatarola	Kiebitzregenpfeifer
Podiceps cristatus	Haubentaucher
Podiceps grisegena	Rothalstaucher
Podiceps nigricollis	Schwarzhalstaucher
Recurvirostra avosetta	Säbelschnäbler
Rissa tridactyla	Dreizehenmöwe
Saxicola torquata	Schwarzkehlchen
Somateria mollissima	Eiderente
Sterna albifrons	Zwergseeschwalbe
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Tachybaptus ruficollis	Zwergtaucher
Tadorna tadorna	Brandgans
Tringa erythropus	Dunkelwasserläufer
Tringa nebularia	Grünschenkel
Tringa totanus	Rotschenkel
Uria aalge	Trottellumme
Vanellus vanellus	Kiebitz

Im Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) wird als Schutzzweck für die Flächen des Vogelschutzgebietes das Überleben und die Vermehrung der dort vorkommenden in Anhang 1 und Art. 4, Abs. 2 der VSchRL genannten Vogelarten sicherzustellen.

6.1.3.14 EU-Vogelschutzgebiet Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491)

Das 463.907 ha große Vogelschutzgebiet Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491) umfasst den Nationalpark Schleswig- Holsteinisches Wattenmeer einschließlich der Halligen, die Dünen- und Heidegebiete der Nordfriesischen Inseln sowie die Mündung der Untereider bei Tönning und der Godel auf Föhr. Das Nationalparkgebiet ist für eine Vielzahl von Wasservogelarten das wichtigste Rast- und Überwinterungsgebiet Europas auf dem Frühlings- und Herbstzug zwischen ihren Brutgebieten in Skandinavien bzw. der Arktis und den Winterquartieren in Westeuropa, am Mittelmeer und in Afrika. Das Gebiet erfüllt für mindestens 35 Wat- und Wasservogelarten die Kriterien für ein Feuchtgebiet internationaler Bedeutung nach der Ramsar-Konvention (Ramsar-Gebiet). Es ist zugleich ein bedeutendes Brutgebiet für Wat- und Wasservögel. Zu den wichtigsten Arten, die mit großer Zahl im Gebiet rasten bzw. überwintern, gehören Nonnen- und Ringelgänse, Pfeif-, Stock- und Spießenten, Meeresenten, Trottellumme, Tordalk, Kormoran und Taucher sowie Watvögel (z. B. Sanderling, Alpenstrandläufer, Sichelstrandläufer, Kampfläufer, Dunkler Wasserläufer, Austernfischer, Pfuhlschnepfe, Knutt, Großer Brachvogel, Sand-Gold-, Kiebitz- und Seeregenpfeifer) und einige Möwenarten. Aber auch Singvögel wie Berghänfling, Schneeammer und Ohrenlerche sowie Greifvögel rasten und überwintern hier mit nennenswerten Anteilen ihrer Gesamtpopulation. (http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/daten)

Der Standarddatenbogen (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/0916_491_SDB.pdf) führt folgende Vogelarten auf:

Acrocephalus schoenobaenus	Schilfrohrsänger
Alauda arvensis	Feldlerche
Alca torda	Tordalk
Alcedo atthis	Eisvogel
Anas acuta	Spießente
Anas clypeata	Löffelente
Anas crecca	Krickente
Anas penelope	Pfeifente
Anas platyrhynchos	Stockente
Anas querquedula	Knäkente
Anas strepera	Schnatterente
Anthus pratensis	Wiesenpieper
Ardea cinerea	Graureiher
Arenaria interpres	Steinwälzer
Asio flammeus	Sumpfohreule
Botaurus stellaris	Rohrdommel
Branta bernicla	Ringelgans
Branta leucopsis	Weißwangengans
Buteo lagopus	Raufußbussard

Calidris alba	Sanderling
Calidris alpina	Alpenstrandläufer
Larus argentatus	Silbermöwe
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus marinus	Mantelmöwe
Larus melanocephalus	Schwarzkopfmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Larus ridibundus	Lachmöwe
Larus tridactylus	Dreizehenmöwe
Limosa lapponica	Pfuhlschnepfe
Limosa limosa	Uferschnepfe
Luscinia svecica cyanecula	Blaukehlchen
Melanitta nigra	Trauerente
Mergus serrator	Mittelsäger
Numenius arquata	Großer Brachvogel
Numenius phaeopus	Regenbrachvogel
Oenanthe oenanthe	Steinschmätzer
Panurus biarmicus	Bartmeise
*Phalacrocorax carbo sinen*sis	Kormoran (Mitteleuropa)
Philomachus pugnax	Kampfläufer
Platalea leucorodia	Löffler
Plectrophenax nivalis	Schneeammer
Pluvialis apricaria	Goldregenpfeifer
Pluvialis squatarola	Kiebitzregenpfeifer
Podiceps grisegena	Rothalstaucher
Podiceps nigricollis	Schwarzhalstaucher
Porzana porzana	Tüpfelsumpfhuhn
Recurvirostra avosetta	Säbelschnäbler
Saxicola rubetra	Braunkehlchen
Somateria mollissima	Eiderente
Sterna albifrons	Zwergseeschwalbe
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe

Tadorna tadorna	Brandgans
Tringa erythropus	Dunkelwasserläufer
Tringa nebularia	Grünschenkel
Tringa totanus	Rotschenkel
Uria aalge	Trottellumme
Vanellus vanellus	Kiebitz

Übergreifendes Schutzziel für den Nationalpark ist die Erhaltung der natürlichen Dynamik sowie der engen Beziehungen zwischen den einzelnen Teilbereichen des Gesamtgebietes. Es sollen ausreichend große, störungsarme und weitgehend unzerschnittene Räume zwischen Brut-, Nahrungs-, Mauser- und Rastplätzen erhalten werden. Der Offshore-Bereich soll als wichtiges Nahrungs-, Mauser- und Rastgebiet für Seevogelarten erhalten werden.

Für die Auswirkungsprognose ist nur eine Betrachtung des Teilgebiets 1. „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzender Küstenstreifen“ und des Teilgebiets 5. „Ästuare/Flussmündungen“ des Vogelschutzgebietes relevant. Das Teilgebiet 1 beinhaltet den überwiegenden Teil der Watten, Außensände und Flachwasserzonen sowie einen Großteil der Salzwiesen des Gesamtgebietes einschließlich der fünf kleinen Halligen (Süderoog, Norderoog, Südfall, Habel, Hamburger Hallig) und der Insel Trischen sowie den Offshore-Bereich. Im Teilgebiet 5 sind ist der Bereich des Eiderästuar mit den die angrenzenden Wattflächen relevant.

6.1.3.15 EU-Vogelschutzgebiet Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)

Das Vogelschutzgebiet Seevogelschutzgebiet Helgoland mit einer Größe von 161.333 ha umfasst den Felssockel der Insel Helgoland sowie die umgebenden, überwiegend flachen Meeresflächen.

Das Gebiet hat eine herausragende Bedeutung für rastende, überwinternde und mausernde Arten sowie Nahrungsgäste. Die Meeresflächen mit ihren zahlreichen Flachgründen sind sehr nahrungsreich und gehören zu den wichtigsten Überwinterungsgebieten für Stern- und Prachttaucher. Das Gebiet ist außerdem Überwinterungs-, Rast- und Mausergebiet für Meeresenten und weitere Rastvogelarten wie z. B. Fluss- und die Küstenseeschwalben.

Als Nahrungsgebiet ist das Gebiet nicht nur für die Brutvögel des Helgoländer Seevogelfelsens, sondern insbesondere auch für die im Wattenmeer brütenden Arten wie Brandseeschwalbe und Heringsmöwe von Bedeutung. Eissturmvogel, Basstölpel, Dreizehenmöwe, Trottellumme und Tordalk brüten in Deutschland nur auf Helgoland.

Die Meeresflächen haben zudem eine besondere Bedeutung für den Vogelzug einer Vielzahl weiterer Vogelarten aus skandinavisch-arktischen Brutgebieten. Das Gebiet ist insgesamt als eines der bedeutendsten Gebiete für See- und Küstenvögel im gesamten Nordseeraum besonders schutzwürdig.

In dem Standarddatenbogen werden folgende Arten gemäß Artikel 4 der Richtlinie 2009/147/EG und Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG (http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/gebietssteckbriefe/1813-491.pdf) aufgeführt:

Alca torda	Tordalk
Fulmarus glacialis	Eissturmvogel
Gavia arctica	Prachttaucher

Gavia stellata	Sterntaucher
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Larus tridactylus	Dreizehenmöwe
Melanitta nigra	Trauerente
Podiceps grisegena	Rothalstaucher
Somateria mollissima	Eiderente
Sterna hirundo	Flußseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Sula bassana	Baßtölpel
Uria aalge	Trottellumme

Als übergreifende Erhaltungsziele für das Vogelschutz-Gebiet gelten die Erhaltung eines günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes für Seevögel und die Aufrechterhaltung stabiler, sich innerhalb natürlicher Bestandsschwankungen langfristig selbst tragender Populationen sowie der Verbreitungsgebiete. Zum Erhalt der Populationen soll den Vögeln insbesondere durch das Vorhandensein günstiger Rast- und Ernährungsbedingungen die Möglichkeit gegeben sein, die artspezifische Tragfähigkeit des Gebietes auszuschöpfen, erhöhte Mortalität zu vermeiden und einen natürlichen Bruterfolg in ihren Brutgebieten zu erzielen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Möglichkeit, dass die Vögel vor dem Verlassen des Gebietes und dem Abzug in weit entfernte Brutgebiete eine gute Kondition erreichen bzw. diese im Falle der Helgoländer Brutvögel aufgrund der Bedingungen im Schutzgebiet auch während der Fortpflanzungszeit erhalten können. Ziel ist auch die Erhaltung der besonderen Bedeutung für den Vogelzug einer Vielzahl weiterer Vogelarten aus skandinavisch-arktischen Brutgebieten (regelmäßig auftretende Zugvogelarten gemäß Art. 4 (2) der VRL), die das Gebiet mit mehreren Millionen Exemplaren auf dem Heimzug im Frühjahr und auf dem Wegzug im Sommer bzw. Herbst mit erheblichen Populationsanteilen überqueren und sich beim Flug über die offene Nordsee vielfach am energetischen Limit bewegen. (https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/mplan_inet/1813-391/1813-391Mplan_Text.pdf)

6.1.3.16 EU-Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht (1011-401)

Das rund 3.135 km² große Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht bildet den Bereich II des Naturschutzgebietes „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“ und beinhaltet wichtige Sandbänke und Riffe, die auch als FFH-Gebiet geschützt sind (Sylter Außenriff, Bereich I), diese stellen wichtige Nahrungshabitate für die Seevögel dar. Die östliche und südliche Grenze des Gebietes verläuft an der 12-Seemeilen-Zone (Küstenmeer) und grenzt unmittelbar an das Seevogelschutzgebiet Helgoland und an den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer.

In dem Standarddatenbogen (https://www.bfn.de/nsg-sylter-aussenriff-oestliche-deutsche-bucht#anchor-3075) werden nicht nur Vogelarten aufgeführt, sondern auch Meeressäuger und Lebensraumtypen (LRT) von gemeinschaftlichem Interesse genannt

1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser

1170 Riffe

sowie die Arten:

Alca torda	Tordalk
Alosa fallax	Finte
Fulmarus glacialis	Eissturmvogel
Gavia arctica	Prachttaucher
Gavia stellata	Sterntaucher
Halichoerus grypus	Kegelrobbe
Lampetra fluviatilis	Flußneunauge
Larus argentatus	Silbermöwe
Larus canus	Sturmmöwe
Larus fuscus	Heringsmöwe
Larus marinus	Mantelmöwe
Larus minutus	Zwergmöwe
Larus ridibundus	Lachmöwe
Melanitta nigra	Trauerente
Morus bassanus	Basstölpel
Phocoena phocoena	Schweinswal
Phoca vitulina	Seehund
Rissa tridactyla	Dreizehenmöwe
Sterna hirundo	Flussseeschwalbe
Sterna paradisaea	Küstenseeschwalbe
Sterna sandvicensis	Brandseeschwalbe
Uria aalge	Trottellumme
Stercorarius skua	Skua
Stercorarius pomarinus	Spatelraubmöwe

Das Vogelschutzgebiet hat eine besonders große Bedeutung als Nahrungs-, Überwinterungs-, Mauser-, Durchzugs- und Rastgebiet für viele Seevogelarten. Es ist das wichtigste Überwinterungsgebiet für Stern- und Prachttaucher in der gesamten deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone. (https://www.bfn.de/bereich-ii-das-vogelschutzgebiet-oestliche-deutsche-bucht)

6.1.4 Auswirkungsprognose

In diesem Kapitel werden auf Basis der in dem Kapitel 5 dargestellten Prognosen und Aussagen sowie unter Nutzung der entsprechenden BZR aus den Sets 1 -3 eine mögliche Beeinträchtigung der speziellen Erhaltungsziele der relevanten Lebensräume und Arten von gemeinschaftlichem Interesse sowie Festlegungen zum Schutzzweck für das Gesamtgebiet für folgende Natura-Gebiete in tabellarischer Form (Kapitel 6.1.4.1 bis 6.1.4.11) dargestellt und bewertet:

- FFH-Gebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)
- FFH-Gebiet Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391)
- FFH-Gebiet Steingrund (DE-1714-391)
- FFH-Gebiet Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2306-301)
- FFH-Gebiet NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)
- FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392)
- FFH-Gebiet Unterelbe (DE-2018-331)
- EU-Vogelschutzgebiet Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)
- EU-Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe (DE-2121-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel (DE-2323-402)
- EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2210-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491)
- EU-Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht (DE-1011-401)

Die zuvor in Kapitel 6.1.3 beschriebenen Natura 2000-Gebiete

- FFH-Gebiet Sylter Außenriff (1209-301)
- FFH-Gebiet Küsten und Dünenlandschaften Amrums (DE-1315-391)

werden nicht weiter betrachtet, da ohne genauere Prüfung erkennbar ist, dass die in den Fachkapiteln (Kapitel 5) beschriebenen potentiellen Wirkpfade und deren Ausprägung (keine Sedimentablagerungen prognostiziert und Schwebstofferhöhung << 0,1 mg/l, kein Baggerschiffsverkehr in diesen Gebieten) nicht geeignet sind, diese Gebiete und deren Erhaltungsziele zu beeinträchtigen.

Vorgreifend auf die Ergebnisse der Prüfung des WRRL-Fachbeitrages (vgl. Kapitel 6.5), kann für das 2,5 Mio t TS Szenario eine Beeinträchtiung der Wasserqualität in den Wasserkörpern Außenelbe Nord und Eider Tidebecken nicht ausgeschlossen werden. Für dieses Szenario kann somit auch eine erhebliche Beeinträchtigung der Erhaltungsziele mit Bezug auf die Wasserqualität nicht ausgeschlossen werden. Daher beschränken sich die Aussagen der folgenden Betrachtungen auf das 1,5 Mio t TS und 2 Mio t TS Szenario.

6.1.4.1 FFH-Gebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)[20]

Art/LRT (Erhaltungsgrad)	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Erhalt ▷ von Sand- und Schlickwatten, Priele, Sande, Platen sowie Dünen und die diese Landschaftsteile untereinander verbindende, ungestörte und natürliche Entwicklungsdynamik, ▷ Schutz und Entwicklung der ursprünglichen Dünen- und Salzvegetation, ▷ des Lebensraums Watt, insbesondere geeigneter Fischlaich- und Fischaufzuchtgebiete, ▷ der Liege- und Aufzuchtplätze der Seehunde auf der Robbenplate, dem Wittsand und dem Bakenloch, ▷ der Brut- und Rastplätze der Seeschwalben auf Neuwerk, Nigehörn und Scharhörn, ▷ der Brut- und Rastplätze sowie Nahrungsgebiete der verschiedenen Wattvogelarten und die Mauserplätze der Brandente.	Die Langfristprognose (10 Jahre) beschreibt kleinräumig auftretende Sedimentablagerungen in der Größenordnung von weit weniger als 1 Millimeter. Für die Schwebstofferhöhung liegt die Prognose in der Bandbreite von max. 2 - 5 mg/l, jedoch begrenzt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab ungefähr September während laufender Verbringungen. In Summe dieser Wirkungen können Änderungen der morphologischen Strukturen und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik ausgeschlossen werden, vor allem weil die hier betrachteten Watten morphodynamisch hoch aktiv sind (vgl. Kapitel 5.2). Der Lebensraum Watt mit seinen Laich-, Liege- Aufzuchtsgebieten, Brut- und Rastplätzen sowie dem Nahrungsangebot wird nicht erheblich beeinträchtigt (vgl. Kapitel 5.5). Erhebliche Auswirkungen auf das FFH-Gebiet können ausgeschlossen werden.
1140 Vegetationsfreies Schlick-Sand- und Mischwatt (B)	Erhalt und Entwicklung ▷ der natürlichen, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten, von Prielen durchzogenen Wattflächen mit typischer Sedimentverteilung und -zufuhr ▷ einer naturnah ausgebildeter Oxydationsschicht, ▷ der Hydrologie und Morphologie, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der Fische, Vögel und Meeressäuger.	Die Langfristprognose (10 Jahre) schließt auch kleinräumige Sedimentablagerungen in der Größenordnung von mehr als einem Millimeter sicher aus. In Summe dieser Wirkungen können Änderungen der morphologischen Strukturen und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik ausgeschlossen werden, vor allem weil die hier betrachteten Watten morphodynamisch hoch aktiv sind (vgl. Kapitel 5.2). Im sensitivsten Zeitraum des Seegraswachstums werden für alle Szenarien verbringbedingte geringe Schwebstoffgehaltserhöhungen unterhalb von 1 mg/l im Maximum prognostiziert, die messtechnisch nicht nachweisbar wären. Daraus wird eine nur geringfügig und zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert. Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes und der eher überschätzenden Wirkung, werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen. Ein nicht gänzlich auszuschließender, geringer Lebensraumverlust der Art *Z. marina* im künftigen

[20] Entspricht in Set 1 dem BZR 102

		Besiedlungsvorgang (Prognose 10 Jahre) wird gleichfalls vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglichen“ Ansatzes (vgl. Kapitel 5.6) als nicht erheblich gewertet. Diese Aussage gilt nur im Zusammenhang mit einem Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen. Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2). Außerhalb des Verbring- und Nahbereichs werden keine Auswirkungen auf die Avifauna erwartet (vgl. Kapitel 5.5.3). Aussagen zu den Meeressäugern siehe letzte beiden Zeilen in dieser Tabelle. Insgesamt können für diesen Lebensraum erhebliche Beeinträchtigungen ausgeschlossen werden.
1150* Lagunen des Küstenraumes (Strandseen) (B)	Erhalt und Entwicklung > der natürlichen, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten Strandseen mit episodischem Meerwassereinfluss sowie typischer Gewässerstruktur und Vegetationszonierung, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten.	Erhebliche Beeinträchtigungen dieses Lebensraums und der genannten Erhaltungsziele sind auszuschließen, da dieser ausschließlich temporär bei Sturmfluten mit dem Meerwasser in Kontakt steht.
1160 Flache große Meeressarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) (B)	Erhalt und Entwicklung > des natürlichen, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten Lebensraumkomplex aus Flachwasserzonen, Sandbänken und Wattflächen mit typischen Sedimentstrukturen, Hydrologie und Morphologie, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der Fische, Vögel und Meeressäuger.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse der Nordsee werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt. Die Langfristprognose (10 Jahre) schließt auch kleinräumig Sedimentablagerungen in der Größenordnung von mehr als einem Millimeter sich aus. Solche Sedimentauflagen sind zu gering um Verlandungsprozesse zu bewirken oder messbar zu beschleunigen. Auch die Sedimentverteilung und -zufuhr wird nicht verändert. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Auswirkungen auf die Fischfauna und das MZB sind beschränkt auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Relevante Auswirkungen auf Vögel- und Meeressäuger können ausgeschlossen werden. Der LRT 1160 adressiert ausschließlich die sublitoralen Seegrasvorkommen, die seit den 1930er Jahren entlang der deutschen Küste

		ausgestorben sind. Eine Wiederbesiedlung wird unabhängig von der weiteren Nutzung der Verbringstelle als unrealistisch eingeschätzt.
1210 Einjährige Spülsäume (A)	Erhalt und Entwicklung > der natürlichen, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten, von einjährigen Pflanzen besiedelten Spülsäumen mit typischer Struktur und Vegetationsausbildung, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der Käfer.	Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt und die morphologischen Wirkungen (langfristiger Ausschluss von Sedimentablagerungen größer als 1 Millimeter) sind zu gering um die Strukturen und damit die Pflanzen und Tierarten dieser partiell terrestrischen Lebensraumtypen zu beeinträchtigen.
1310 Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt) (A)	Erhalt und Entwicklung > des, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten, von Prielen durchzogenen Quellerwatts auf sandigen und schlickigen Böden mit strukturreichem Relief, > der Verzahnung zur unteren Salzwiese und ungehinderter Überflutungsdynamik, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der Vögel.	Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die morphologischen Wirkungen (langfristiger Ausschluss von Sedimentablagerungen größer als 1 Millimeter und damit auch Auswirkungen auf die Sedimentverteilung) sind zu gering um die Standorte und die charakteristischen Pflanzen- und Tierarten des Quellerwatts erheblich zu beeinträchtigen.
1320 Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae) (A)	Erhalt und Entwicklung des, > von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten, von Schlickgras besiedelten und von Prielen durchzogenen Schlick- und Mischwatts mit natürlichem Relief und ungehinderter Überflutungsdynamik, einschließlich der charakteristischen Pflanzen- und Tierarten,	Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt und die morphologischen Wirkungen (langfristiger Ausschluss von Sedimentablagerungen größer als 1 Millimeter und damit auch Auswirkungen auf die Sedimentverteilung) sind zu gering, um die Standorte und die charakteristischen Pflanzen- und Tierarten der Schlickgrasbestände erheblich zu beeinträchtigen.
1330 Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae) (A)	Erhalt und Entwicklung > des, von den dynamischen Prozessen der Nordsee geprägten, regelmäßig überfluteten und von Prielen durchzogenen Salzgrünlands mit natürlichem Relief und typischer, vollständiger Vegetationszonierung und -struktur, einschließlich seiner charakteristischen Pflanzen- und Tierarten, insbesondere der Käfer und Vögel,	Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die morphologischen Wirkungen (langfristiger Ausschluss von Sedimentablagerungen größer als 1 Millimeter und damit auch Auswirkungen auf die Sedimentverteilung) sind zu gering, um die Atlantischen Salzwiesen, mit ihren Prielen und charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erheblich zu beeinträchtigen.
Phoca vitulina Seehund	Erhalt und Entwicklung	Innerhalb des mehr als 18 km von der Verbringstelle entfernten FFH-Gebiets kommt es zu keinen Auswirkungen auf die Meeressäuger. Im

(A) *Halichoerus grypus* Kegelrobbe (C)	➢ der Population des Seehunds und der Kegelrobbe mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren naturnahen Lebensstätten aus marinen Tief- und Flachwasserzonen sowie als Liege- und Wurfplätze genutzten Sandbänken und -stränden mit geringer Störung, Verlärmung und Umweltbelastung als Nahrungs-, Wanderungs- und Fortpflanzungsgebiet.	Fahrwasser und auf der Verbringstelle erhöht sich das Kollisionsrisiko der Meeressäuger mit dem Baggerschiffsverkehr aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrs-aufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und einer verbringungsbedingten erhöhten Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich auf den Bereich der Verbringstelle begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken. Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände von Kegelrobbe, Seehund und Schweinswal können ausgeschlossen werden.
Phocoena phocoena Schweinswal (B)	Erhalt und Entwicklung ➢ der Population des Schweinswals mit seinen vorkommenden Lebensphasen in seinen naturnahen Lebensstätten aus marinen Tief- und Flachwasserzonen mit störungsarmen Bereichen sowie geringer Umweltbelastung als Nahrungs-, Wanderungs- und Fortpflanzungsgebiet.	

Erhaltungsziele aus dem Gesetz über den Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer, WattMG HA vom 9. April 1990

6.1.4.2 FFH-Gebiet Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391) [21]

Art /LRT (Erhaltungsgrad)	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen
Gesamtgebiet	Erhaltung ➢ der für Deutschland einmaligen Fels-, Klippen- und Riffsituation mit ineinander übergehenden charakteristischen Lebensraumtypen, Strukturen und Funktionen, ➢ der natürlichen Dynamik im Bereich der Küstengewässer und der Küste in verschiedenen Ausprägungen, ➢ der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse.	Eine erhebliche Betroffenheit der Fels-, Klippen- und Riffsituation mit ineinander übergehenden charakteristischen Lebensraumtypen, Strukturen und Funktionen kann aufgrund der gegebenen Prognose ausgeschlossen werden. Für Sedimentablagerungen gibt die Langfristprognose (10 Jahre) kleinräumig auftretende Mächtigkeiten von maximal 5 bis 10 mm an. Zwar ergeben sich für den BZR 120 – entspricht lediglich dem westlichen Teil des FFH-Gebietes-, je nach betrachtetem Mengenszenario und betrachteter Baggergutqualität, für einzelne Schadstoffparameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert (= größer erweiterte Messunsicherheit) der parameterspezifischen erweiterten Messunsicherheit überschreiten. Diese bewegen sich jedoch auf so niedrigem Konzentrationsniveau, dass eine messtechnisch nachweisbare Konzentrationszunahme und damit erhebliche Auswirkungen auf die Vögel ausgeschlossen werden. Die Prognose für die Schwebstofferhöhung liegt in einer Bandbreite von max. 2 bis 5 mg/l, begrenzt auf

[21] Entspricht in Set 1 den BZR 120 und 121 (teilweise)

		einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Die Dynamik und die weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse werden durch die Baggergutverbringung nicht erheblich beeinträchtigt. Es werden zwar unterhalb der UQN nach der WRRL für einzelne Analyten eine messtechnisch erfassbare geringe Erhöhung prognostiziert, jedoch werden aufgrund dieser niedrigen Werte erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltung der weitgehend natürlichen hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse ausgeschlossen.
1160 Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegras-wiesen) (B)	Erhaltung ▷ der weitgehend natürlichen Morphodynamik des Bodens, der Flachwasserbereiche und der Uferzonen, ▷ der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, ▷ der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Riffen, Sandbänken und Watten, ▷ der Seegraswiesen und ihrer Dynamik.	Die charakteristischen Strukturen und Funktionen werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die prognostizierten Sedimentabalgerungen (Größenordnung 5 bis 10 mm) ist zu geringmächtig, um Verlandungsprozesse zu bewirken oder messbar zu beschleunigen, die Sedimentverteilung und -zufuhr wird nicht verändert. Potentielle Wirkungen werden durch diese natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Der LRT 1160 adressiert ausschließlich die sublitoralen Seegrasvorkommen, die seit den 1930er Jahren entlang der deutschen Küste ausgestorben sind (vgl. Kapitel 5.6). Eine Wiederbesiedlung wird unabhängig von der weiteren Nutzung der Verbringstelle als unrealistisch eingeschätzt.
1170 Riffe (A)	Erhaltung ▷ natürlicher, von mechanischer (anthropogener) Schädigung weitgehend freier und morphologisch ungestörter Bereiche des Meeresgrundes oder periodisch trockenfallender Flachwasserzonen mit Hartsubstraten wie Fels, Kreide, Findlingen, Steinen und natürlichen Muschelbänken.	Eine erhebliche Beeinträchtigung der morphologischen Strukturen (z.B. natürliche Riffe, Hartsubstrat, Flachwasserzonen und der Meeresgrund) infolge verbringungsbedingter Sedimentablagerungen kann aufgrund der getroffenen Langfristprognose (kleinräumig und hier maximal 5 bis 10 Millimeter) sicher ausgeschlossen werden. Die prognostizierte Erhöhung der Schwebstoffgehalte (s.o.) wird nur eine geringe Abnahme der Lichteindringtiefe bewirken (vgl. Kapitel 5.3.3.), eine erhebliche Beeinträchtigung infolgedessen wird ebenfalls ausgeschlossen. Die geringe Schwebstoffgehaltserhöhung führt maximal zu geringen Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung und das Vorkommen der Makroalgen der Laminaria-Arten. Diese Auswirkungen werden im Spätsommer erwartet, also außerhalb der Hauptwachstumsphase der bestandsbildenden Arten, die im späten Winter bis zum Juni liegt. Zudem zeigt das seit 2016 bestehende Monitoring bei Helgoland trotz Baggergutverbringungen Tonne E3 keine Beeinträchtigung des Vorkommens von Makroalgen (vgl. Kapitel 5.6).

1210 Einjährige Spülsäume und 1220 Mehrjährige Vegetation der Kiesstrände (B)	Erhaltung ▷ der natürlichen Überflutungen, ▷ der weitgehend natürlichen Sediment- und Strömungsverhältnisse im Küstenbereich, ▷ der ungestörten Vegetationsfolge (Sukzession), ▷ von unbeeinträchtigten Vegetationsdecken.	Strukturen und Funktionen partiell terrestrischer Lebensraumtypen (Spülsäume, Stränden und deren Vegetation) sowie die dortigen Sediment- und Strömungsverhältnisse sind von den Auswirkungen der Baggergutverbringung wenn überhaupt nur kurzzeitig bei Flutwasserständen betroffen. Die Langfristprognose für die Sedimentablagerungen auf diesen Flächen wird nochmals deutlich unter der für das Gesamtgebiet gegebene Prognose von 5 bis 10 mm (s.o.) liegen. Die Vegetation der Spülsäume und Kiesstrände ist gegenüber den als maßgeblichen identifizierten Wirkpfaden weitesgehend unempfindlich (vgl. Kapitel 5.6). Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
1230 Atlantik-Felsküsten und Ostsee-Fels- und -Steilküsten mit Vegetation (A/B/C)	Erhaltung ▷ der biotopprägenden Dynamik der Fels- und Steilküsten mit den lebensraumtypischen Strukturen und Funktionen, ▷ der unbebauten und unbefestigten Bereiche ober- und unterhalb der Steilküsten zur Sicherung der natürlichen Erosion und Entwicklung, ▷ der weitgehend natürlichen Sediment-, Strömungs- und Wellenverhältnisse vor den Steilküsten.	Strukturen und Funktionen partiell terrestrischer Lebensraumtypen (Felsenküsten und deren Vegetation) sowie die dortigen Sediment- und Strömungsverhältnisse werden von den Auswirkungen der Baggergutverbringung nicht betroffen sein. Aufgrund des großen Strömungs- und Wellenangriffs können langfristige Sedimentablagerungen sicher ausgeschlossen werden. Die Vegetation der Felsküsten ist gegenüber den als maßgeblichen identifizierten Wirkpfaden unempfindlich (vgl. Kapitel 5.6). Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
1364 Kegelrobbe *(Halichoerus grypus)* (A) und 1365 Seehund *(Phoca vitulina)* (B)	Erhaltung ▷ lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens einschließlich des Überlebens der Jungtiere, ▷ naturnaher Meeresgewässer mit felsigen bzw. sandigen Küsten und Flachwasserzonen, ▷ von störungsarmen Ruheplätzen, von sehr störungsarmen Wurfplätzen in der Zeit von November bis Februar (Kegelrobbe), ▷ einer artenreichen Fauna (Fische, Garnelen, Muscheln, Krabben u.ä.) als Nahrungsgrundlage.	Innerhalb des mehr als 12 km von der Verbringstelle entfernten FFH-Gebiets kommt es zu keinen Auswirkungen auf die Meeressäuger. Im Fahrwasser und auf der Verbringstelle erhöht sich das Kollisionsrisiko der Meeressäugern mit dem Baggerschiffsverkehrs aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und eine verbringungsbedingt erhöhte Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken (vgl. Kapitel 5.5.4). Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände von Kegelrobbe, Seehund und Schweinswal können ausgeschlossen werden.
1351 Schweinswal (*Phocoena phocoena*) (C)	Erhaltung ▷ lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere,	

	▷ von naturnahen Küstengewässern, insbesondere von produktiven Flachwasserzonen bis 20 m Tiefe, ▷ der Nahrungsfischbestände, insbesondere Hering, Makrele, Dorsch, Wittling und Grundeln und ▷ einer möglichst geringen Schadstoffbelastung der Küstengewässer.	

Erhaltungsziele aus https://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-1813-391.pdf

6.1.4.3 FFH-Gebiet Steingrund (DE-1714-391) [22]

Art /LRT von besonderer und Bedeutung	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen
Gesamtes Gebiet	Erhaltung ▷ eines besonders hohen Strukturreichtums, der daraus folgenden hohen Biodiversität, ▷ der Trittstein- und Regenerationsfunktion für Benthos-organismen der Riffs benachbarter FFH-Gebiete, ▷ des Nahrungsgebietes auch der Vogelarten Dreizehenmöwe, Brandseeschwalbe und Trottellumme als Teil des Seevogelschutzgebietes Helgoland.	Der hohe Strukturreichtum und damit die Funktion des FFH-Gebietes werden durch die prognostizierten Schwebstoffzunahmen nicht erheblich beeinträchtigt werden. Verbringungsbedingte Sedimentablagerungen werden gemäß der Prognose ausgeschlossen. Die Prognose für die Erhöhung liegt in der Größenördnung von maximal 2 - 5 mg/l, begrenzt auf eine mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Eine solche Erhöhung wird nur eine geringe Abnahme der Lichteindringtiefe bewirken (vgl. Kapitel 5.3.3.).
1160 Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) (B)	Erhaltung ▷ der weitgehend natürlichen Morphodynamik des Bodens, der Flachwasserbereiche und der Uferzonen, ▷ der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, ▷ der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Riffen, Sandbänken und Watten, ▷ der Seegraswiesen und ihrer Dynamik.	Eine Beeinträchtigung der ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen, der Sedimentverteilung und damit Änderungen von charakteristischen Strukturen kann ausgeschlossen werden (keine verbringungsbedingten Sedimentablagerungen erwartet). Die prognostizierte Schwebstoffzunahme (2 bis 5 mg/l, verbunden mit einer geringen Abnahme der Lichteindringtiefe) wird als unerheblich bewertet. Der LRT 1160 adressiert ausschließlich die sublitoralen Seegrasvorkommen, die seit den 1930er Jahren entlang der deutschen Küste ausgestorben sind. Eine Wiederbesiedlung wird unabhängig von der weiteren Nutzung der Verbringstelle als unrealistisch eingeschätzt.

[22] entspricht in Set 1 den BZR 122

		Die hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse werden nicht erheblich beeinträchtigt, da keine messtechnisch nachweisbaren Schadstofferhöhungen prognostiziert wurden (vgl. im Anhang Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16).
1170 Riffe (B)	Erhaltung ▷ der weitgehend natürlichen Bodenstruktur und Morphodynamik (Strömungs- und Sedimentverhältnisse), ▷ sonstiger lebensraumtypischer Strukturen und Funktionen, ▷ der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, ▷ natürlicher, von mechanischer (anthropogener) Schädigung weitgehend freier und morphologisch ungestörter Bereiche des Meeresgrundes mit Hartsubstraten wie Fels, Kreide, Findlingen oder Steinen.	Eine Beeinträchtigung der ungestörten und natürlichen Bodenstruktur und Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen, der Sedimentverteilung und damit Änderungen von charakteristischen Strukturen und Funktionen kann ausgeschlossen (es werden keine verbringungsbedingten Sedimentablagerungen erwartet). Die prognostizierte Schwebstoffzunahme (2 - 5 mg/l, verbunden mit einer geringen Abnahme der Lichteindringtiefe) wird als unerheblich bewertet. Die hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse werden nicht erheblich beeinträchtigt, da keine messtechnisch nachweisbaren Schadstofferhöhungen prognostiziert wurden vgl. im Anhang Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16). Markoalgen wurden in diesem Bereich bisher nicht gefunden (vgl. Kapitel 5.6).
1364 Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) (A)	Erhaltung ▷ lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, ▷ naturnaher Meeresgewässer, einer artenreichen Fauna (Fische, Garnelen u.ä.) als Nahrungsgrundlage.	Innerhalb des mehr als 14 km von der Verbringstelle entfernten FFH-Gebiets kommt es zu keinen Auswirkungen auf die Meeressäuger. Im Fahrwasser und auf der Verbringstelle erhöht sich das Kollisionsrisiko der Meeressäuger mit dem Baggerschiffsverkehrs aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und einer verbringungsbedingten erhöhten Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtiung der Sediment- und Wasserqualität kann außerhalb des Verbringungs- und Nahbereich ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungs- und Nahbereich
1351 Schweinswal (*Phocoena phocoena*) (C)	Erhaltung ▷ lebensfähiger Bestände und eines natürliches Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, ▷ von naturnahen Gewässern der Nordsee, insbesondere von produktiven Flachwasserzonen bis 20 m Tiefe, ▷ von störungsarmen Bereichen mit geringer Unterwasserschallbelastung als Kalbungs- und Aufzuchtsgebiete, ▷ der Nahrungsfischbestände, insbesondere Hering, Makrele, Dorsch, Wittling und Grundeln, ▷ einer möglichst geringen Schadstoffbelastung der Küstengewässer.	

1365 Seehund (*Phoca vitulina*) (A)	Erhaltung > lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, > naturnaher Meeresgewässer mit Flachwasserzonen, > der natürlichen Meeresdynamik, einer artenreichen Fauna (Fische, Muscheln, Krabben) als Nahrungsgrundlage.	beschränken. Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände der Meeressäuger können ausgeschlossen werden. Das Vorhaben ist nicht geeignet Flachwasserzonen und die natürliche Meeresdynamik zu beeinträchtigen. Erhebliche Auswirkungen auf Kegelrobbe, Seehund und Schweinswal können ausgeschlossen werden.

Erhaltungsziele aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-1714-391.pdf

6.1.4.4 FFH-Gebiet Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2306-301) und EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2210-401) [23]

Da die Erhaltungsziele für das Vogelschutzgebiet (DE-2210-401) und das FFH-Gebiet (DE-2306-301) nicht getrennt, sondern zusammen in Anlage 5 des NWattNPG und den Dokumenten des NLWKN aufgeführt sind, werden sie auch hier gemeinsam in einer Tabelle betrachtet.

Art/LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet LRT	Erhaltung > des Verbreitungsgebiets und Gesamtbestands (Flächengröße) im Rahmen der natürlichen Schwankungen stabil oder zunehmend, > langfristig geeignete Strukturen und Funktionen, > günstiger Erhaltungszustand der charakteristischen Arten.	Die mess- und beobachtbaren Wirkungen der Baggergutverbringung beschränken sich auf die Verbringstelle und den Nahbereich (vgl. Kapitel 5.2), also mindestens in 20 km Entfernung zu dem FFH-Gebiet Niedersächsisches Wattenmeer. Die Prognose für die vorhabensbedingten Schwebstofferhöhungen beschreibt eine Größenordnung von max. 2 - 5 mg/l, beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Die damit verbundene Abnahme der Lichteindringtiefe ist gering (vgl. Kapitel 5.3.3.). Die Langfristigprognose beschreibt kleinräumig das Auftreten von Sedimentablagerungen, welche in einer Größenordnung von << 1 Millimeter liegen. Damit sind die Wirkungen insgesamt so gering, dass erhebliche Auswirkungen auf die Lebensraumtypen deren charakteristischen Tier- und Pflanzenarten und Arten des Anhangs II der Richtlinie 92/43/EWG ausgeschlossen werden können.
Gesamtgebiet Arten	Erhaltung > 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 Teillebensräumen, auch in der Umgebung des Nationalparks.	

[23] entspricht in Set 1 den BZR 123, 124, 126 und 130 (nur DE-2210-401)

Gesamtgebiet Lebensräume und Arten der Meeresgebiete 1103 Finte (Alosa fallax) (C) 1099 Flußneunauge (Lampetra fluviatilis) (B) 1095 Meerneunauge (Petromyzon marinus) (C) 1364 Kegelrobbe (Halichoerus grypus) (B) 1365 Seehund (Phoca vitulina) (B) 1351 Schweinswal (Phocoena phocoena) (B)	Erhaltung > von störungsarmen, großflächigen, mit der Umgebung verbundenen Lebensräumen für beständige Populationen von Schweinswal, Kegelrobbe, Seehund, Finte, Meerneunauge und Flussneunauge, > von störungsarmen Meeresflächen als Nahrungs-, Rast- und Mausergebiete für Seevogelarten wie Sterntaucher, Eiderente, Trauerente und Brandseeschwalbe.	Die Auswirkungen auf die Seevögel sind auf die Verbringstelle und den Nahbereich begrenzt, die Individuendichte dort ist relativ gering. Die große Gewässertiefe ist nur bedingt zur Jagd geeignet und es stehen zahlreiche Ausweichflächen zur Verfügung, so dass es keine negativen Auswirkungen der Nahrungsverfügbarkeit und durch Schadstoffbelastung gibt. Mausergebiete werden nicht beeinträchtigt. Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Zudem hat das Gebiet um die Tonne E3 keine besonderen fischökologischen Funktionen. Das Kollisionsrisiko des Baggerschiffsverkehrs mit Meeressäugern erhöht sich aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und einer verbringungsbedingten erhöhten Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Da negative Auswirkungen auf Fische und Makrozoobenthos räumlich auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Schweinswale ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken. Erhebliche Auswirkungen auf die Lebensräume und Arten der Meeresgebiete können ausgeschlossen werden.
1160 Flache Meeresarme und -buchten (B) 1110 Überspülte Sandbänke (A) 1170 Geogene und biogene Riffe (C)	Gute Wasserqualität, natürliche Strukturen, natürliche dynamische Prozesse und beständige Populationen der charakteristischen Arten. Dies beinhaltet > natürliche hydrodynamische und morphologische Bedingungen, > natürliche Sandbankstrukturen mit Kämmen und Tälern, > 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	Eine Beeinträchtigung der Wasserqualität kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5). Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse der Nordsee werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt und die verbringbedingte geringmächtige Sedimentauflage von wenigen Millimetern und zeitlich beschränkten Schwebstofferhöhungen von max. 2 bis 5 mg/l sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um Sandbankstrukturen, sublitorale Muschelbänke, Verteilung der verschiedenen Fein- und Grobsubstrate des Meeresgrunds oder die Neuentstehung von Bänken der Europäischen Auster, Sabellaria-Riffen und Seegras-Wiesen erheblich zu beeinträchtigen. Potenzielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Der LRT 1160 adressiert ausschließlich die sublitoralen Seegrasvorkommen,

	Europäischen Auster, Sabellaria-Riffen und sublitoralen Seegras-Wiesen.	die seit den 1930er Jahren entlang der deutschen Küste ausgestorben sind (vgl. Kapitel 5.6). Eine Wiederbesiedlung wird unabhängig von der weiteren Nutzung der Verbringstelle als unrealistisch eingeschätzt.
Lebensräume und Arten der Wattgebiete einschließlich der Ästuare	Erhaltung > störungsarmer, großflächiger, mit der Umgebung verbundener Lebensräume für beständige Populationen von Kegelrobbe, Seehund, Finte, Meerneunauge und Flussneunauge, > störungsarme Nahrungs-, Rast- und Mausergebiete für typische Brut- und Gastvogelarten der Wattflächen wie Säbelschnäbler, Alpenstrandläufer, Pfuhlschnepfe, Großer Brachvogel, Brandgans.	Die prognostizierten sehr geringmächtigen Sedimentauflagen (wenige Millimeter) und geringen Schwebstofferhöhungen (max. 2 - 5 mg/l für wenige Wochen, s.o.) führen in den morphodynamisch hoch aktiven Watten zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik. Der Lebensraum Watt mit seinen Laich-, Liege-, Aufzuchtsgebieten, Brut- und Rastplätzen sowie dem Nahrungsangebot wird nicht erheblich beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf die Lebensräume und Arten der Wattgebiete einschließlich der Ästuare können ausgeschlossen werden.
1130 Ästuarien (B) 1140 Vegetationsfreies Schlick-, Sand und Mischwatt (B) 1310 Pionier-vegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt) (A) 1320 Schlick-grasbestände	Erhaltung > naturnaher Salz- und Brackwasser-Wattflächen mit guter Wasserqualität, natürlichen Strukturen, natürlichen dynamischen Prozessen und beständigen Populationen der charakteristischen Arten. Dies beinhaltet die Erhaltung > der natürlichen Hydrodynamik und ungestörte Sedimentversorgung, > der natürlichen Verteilung von Sand-, Misch-und Schlicksedimenten sowie von Flächen mit Seegras-, Queller- und Schlickgras-Vegetation, > der natürlichen Prielsysteme, > der natürlichen eulitoralen Muschelbänke mit allen Altersphasen und intakten Lebensgemeinschaften.	Eine Beeinträchtigung der Wasserqualität kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5). Die berechneten verbringungsbedingten gering-mächtigen Sedimentauflagen von wenigen Millimetern und geringen Schwebstofferhöhungen (2 - 5 mg/l für wenige Wochen, s.o.) führen in den morphodynamisch hoch aktiven Watten zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen und deren ungestörten natürlichen Entwicklungsdynamik. Die Sedimentverteilung und -zufuhr wird nicht verändert. Im sensitivsten Zeitraum des Seegraswachstums werden für alle Szenarien verbringbedingte geringe Schwebstoffgehaltserhöhungen unterhalb von 1 mg/l im Maximum prognostiziert, die messtechnisch nicht nachweisbar wären. Daraus wird eine nur geringfügig und zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert. Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes und der eher überschätzenden Wirkung werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen. Ein nicht gänzlich auszuschließender, geringer Lebensraumverlust der Art *Z. marina* im künftigen Besiedlungsvorgang (Prognose 10 Jahre) wird gleichfalls vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglichen“ Ansatzes (vgl. Kapitel 5.6) als nicht erheblich gewertet. Diese Aussage gilt nur im Zusammenhang mit einem Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen.

		Andere charakteristische Arten, wie z. B. Muscheln werden nicht beeinträchtigt. Die Vegetation des Quellerwatts und der Schlickgrasbestände ist gegenüber den als maßgeblich identifizierten Wirkpfaden weitesgehend unempfindlich (vgl. Kapitel 5.6). Eine messtechnisch nachweisbare Schadstofferhöhung (in Sedimenten und im Wasser) in dem Schutzgebiet kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.4.1, 6.5 und 0). Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
Lebensräume und Arten der Salzwiesen	Erhaltung > störungsarmer Brut- und Rastgebiete für charakteristische Brut- und Gastvogelarten der Salzwiesen wie Rotschenkel, Austernfischer, Ringelgans, Ohrenlerche. Dies beinhaltet das Fehlen von nicht natürlicherweise vorkommenden Prädatoren.	Die Vögel der Salzwiesen werden durch die Verbringung nicht gestört oder in sonstiger Weise erheblich beeinträchtigt. Das Vorkommen von Prädatoren wird nicht durch die Maßnahme beeinflusst.
1330 Salzwiesen (B) sowie darin gelegene 1150 Lagunen (B)	Erhaltung > natürlicher, naturnaher und vielfältiger Strukturen, natürlichen dynamischen Prozessen und beständigen Populationen der charakteristischen Arten. Dies beinhaltet > natürliche Abläufe der Erosion, Sedimentation und Prielbildung, > regelmäßige Überflutung durch unbelastetes Meerwasser, > natürliche Ausprägung von Relief, Salinität und Wasserhaushalt, > natürliche Vegetationsentwicklung auf den überwiegenden Flächenanteilen, > ausgewählte Teilflächen mit den besonderen Lebensgemeinschaften extensiv beweideter oder gemähter Salzwiesen.	Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die prognostizierten Wirkungen infolge langfristiger Sedimentablagerungen (wenige Millimeter) und erhöhter Schwebstoffgehalte (max. 2 - 5 mg/l für wenige Wochen, s.o.) sind zu gering, um die Lebensräume der nur temporär vom Meer überfluteten Salzwiesen und darin gelegenen Lagunen und charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erheblich zu beeinträchtigen.
Vorkommende europäische Vogelarten (siehe Kapitel 6.1.3.13)	Für die vorkommenden Vogelarten wurden keine spezifischen Erhaltungsziele aufgeführt, es gilt somit das allgemeine Ziel der Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der vorkommenden Vogelarten.	Die Auswirkungen auf die Seevögel sind auf die Verbringstelle begrenzt, die Individuendichte dort ist relativ gering, es ist kein Mausergebiet. Die große Gewässertiefe ist nur bedingt zur Jagd geeignet und es stehen zahlreiche Ausweichflächen zur Verfügung, so dass es keine negativen Auswirkungen der Nahrungsverfügbarkeit und durch Schadstoffbelastung gibt. Das Vogelschutzgebiet befindet sich in einer Entfernung von mehr als 20 km zur Verbringstelle, so dass innerhalb des Schutzgebiets erhebliche Auswirkungen auf die Avifauna ausgeschlossen werden können.

Erhaltungsziele aus „Erhaltungsziele für die FFH-LRT und Arten im FFH 001 Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer“, Stand 10.2021 (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/ffh-gebiet-001-nationalpark-niedersachsisches-wattenmeer-197123.html#Sicherung), sowie § 2 (Schutzzweck) des Gesetzes über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) (vom 11. Juli 2001, zuletzt geändert im Februar 2010) in Verbindung mit Anlage 5 selbigen Gesetzes.

6.1.4.5 FFH-Gebiet NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)[24]

Art/LRT (Erhaltungsgrad)	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Das Wattenmeer einschließlich bestimmter angrenzender Offshore- Bereiche ist als ein durch den ständigen Wechsel zwischen Ebbe und Flut geprägter Übergangsbereich vom Land zum Meer in den überwiegenden Teilen vorrangig durch Gewährleistung ungestörter Abläufe der Naturvorgänge, insbesondere auch als Lebensraum für Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale sowie Rundmäuler und mehrere Fischarten zu erhalten. Ziel ist dabei auch die Erhaltung der Beziehungen zwischen den Teilgebieten des Gesamtgebietes und den angrenzenden Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung, die auf den Inseln und an der Festlandsküste liegen, insbesondere der biotische und abiotische Stoffaustausch und -transport, der Austausch von Sand und Schwebstoffen z. B. für die Erhaltung von Lebensraumtypen wie Dünen und Salzwiesen sowie der biogene Austauschprozess zwischen den Teilgebieten von u.a. Plankton, Wirbellosen, Fischen und Vögeln.	Aufgrund der großen Ausdehnung des FFH Gebietes nach Norden, sind die Flächen unterschiedlich betroffen. Die stärksten verbringungsbedingten Wirkungen sind auf den unmittelbar an der Tideelbe angrenzden Flächen zu finden. Die Langfristigprognose (10 Jahre) beschreibt für diese Flächen Sedimentablagerungen von maximal 2 - 5 mm. Für alle Flächen weiter nördlich werden weiter abnehmende bis zu keinen Ablagerungen prognostiziert. Die Prognose für Schwebstofferhöhungen zeichnet ein ähnliches Bild mit den größten Erhöhungen auf den Flächen, die nordlich der Tideelbe anschließen. Die mögliche Erhöhung liegt hier im Bereich von maximal 2 – 5 mg/l, beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Weiter nördlich sinkt die prognostizierte Erhöhung erst auf unter 2 mg/l und weiter auf Werte unter 1 mg/l. Auch in den am stärksten betroffenen Bereichen nördlich der Tideelbe werden die zuvor beschriebenen verbringungsbedingten Wirkungen in dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer (morphologischer Raum um mindestens eine Größenordnung größer, vgl. Kapitel 4.1.und 5.2.3.) zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen, deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik und damit auch der Lebensräume von Seehund, Kegelrobbe und Schweinswal sowie Rundmäuler und Fischen führen. Die Beziehung und der Austausch zwischen den Teilgebieten und angrenzenden Natura 2000 Gebieten wird nicht beeinflusst.
Teilgebiet 1: Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und	Ein möglichst ungestörter Ablauf der Naturvorgänge ist zu gewährleisten. Erhaltung > der weitgehend natürlichen geomorphologischen Dynamik,	Auch auf den am stärksten von Sedimentablagerungen sowie Schwebstofferhöhungen betroffenen Flächen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) werden diese

[24] Entspricht in Set 1 den BZR 105, sowie der darin enthaltenen BZR aus Set 3, hier v.a. BZR 332, 333, 346 (teilweise), 347 und 355

angrenzender Küstenstreifen	> der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse und Prozesse, > der weitgehend natürlichen Sediment- und Strömungsverhältnisse im Küstenbereich, > der Biotopkomplexe sowie der lebensraumtypischen Strukturen und Funktionen, insbesondere von Flachwasserbereichen, Wattströmen, Prielen, Watten, Außensänden, Sandstränden, Strandwällen, Nehrungen, Spülsäumen, Muschelschillflächen, Salzwiesen, Dünen, Heiden, Seegraswiesen, Riffen, Sandbänken, Lagunen und Ästuar-Lebensräumen in natürlicher Ausprägung und Halligen, > einer möglichst hohen Wasserqualität, > von weitgehend unbeeinträchtigten Bereichen.	verbringungsbedingten Wirkungen in dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer (siehe morphologischer Raum) zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (Priele, Sande, Nehrungen, Spülsäume usw.), deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik führen. Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen in Sedimenten an der Gewässersohle sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen. Eine Beeinträchtiung der natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5).
1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser (A)	Erhaltung > der weitgehend natürlichen Sedimentstruktur und Morphodynamik (Strömungs- und Sedimentverhältnisse), > der biotopprägenden hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, > der sublitoralen Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen sowie ihrer Lebensgemeinschaften insbesondere auch im Zusammenhang mit den LRT 1160 und LRT 1170.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um Sedimentstrukturen erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Eine Beeinträchtiung der natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5).
1130 Ästuarien (A)	Erhaltung > des Tideeinflusses mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung der Lebensgemeinschaften, > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Watten, Brackwasser- und Salzwiesen, Priel- und Grabensystemen, Spülsäumen, Röhrichten, Stränden, > der biotopprägenden hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässer-verhältnisse und Prozesse des Küstenmeeres, des Ästuars und seiner Zuflüsse, > der Sedimentations- und Strömungsverhältnisse sowie der	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering um Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen (z. B. Wanderstrecke für Organismen) sowie die hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Eine Beeinträchtiung der natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5).

	natürlichen Dynamik im Flussmündungs- und Uferbereich, > der Funktion als Wanderstrecke für an Wasser gebundene Organismen, > der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld.	
1140 Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt (A)	Erhaltung > der weitgehend natürlichen Morphodynamik des Meeresbodens mit Sand-, Schlick- und Mischwatten, > der lebensraumtypischen Strukturen und Funktionen der Watten und Priele.	Die prognostizierten verbringungsbedingten Sedimentablagerungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) werden in den morphodynamisch hoch aktiven Watten (morphologischer Raum um mindestens eine Größenordnung größer, vgl. Kapitel 4.1.4 und 5.2.3) auch auf den am stärksten betroffenen Flächen zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (Sande, Watten und Priele) und deren Funktionen führen. Im sensitivsten Zeitraum des Seegraswachstums werden für alle Szenarien verbringbedingte geringe Schwebstoffgehaltserhöhungen unterhalb von 1 mg/l im Maximum prognostiziert, die messtechnisch nicht nachweisbar wären. Daraus wird eine nur geringfügig und zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert (hier BZR 332 und 331). Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes und der eher überschätzenden Wirkung werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen . Ein nicht gänzlich auszuschließender, geringer Lebensraumverlust der Art *Zostera marina* im künftigen Besiedlungsvorgang (Prognose 10 Jahre) wird gleichfalls vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglichen“ Ansatzes (vgl. Kapitel 5.6) als nicht erheblich gewertet. Diese Aussage gilt nur im Zusammenhang mit einem Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen.
1150* Lagunen des Küstenraumes (Strandseen) (B)	Erhaltung > vom Meer beeinflusster ausdauernd oder zeitweise vorhandener Gewässer und deren Verbindungen zur Nordsee, > der hydrologischen Bedingungen in der Umgebung der Gewässer, > der prägenden Sediment-, Strömungs- und Wellenverhältnisse im Küstenbereich sowie der durch diese bewirkten Morphodynamik, > weitgehend störungsfreier Küstenabschnitte,	Erhebliche Beeinträchtigungen dieses Lebensraums und der genannten Erhaltungsziele sind auszuschließen, da dieser LRT ausschließlich temporär bei Sturmfluten mit dem Meerwasser in Kontakt steht.

	> der lebensraumtypischen Strukturen und Funktionen v.a. der ökologischen Wechselwirkungen mit amphibischen Kontaktlebensräumen wie Salzwiesen, Stränden, Hochstaudenfluren, Röhrichten, Pioniergesellschaften und Mündungsbereichen.	
1160 Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen) (A)	Erhaltung > der weitgehend natürlichen Morphodynamik des Meeresbodens, der Flachwasserbereiche und der Uferzonen, > der sublitoralen Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen (u.a. auch als Nahrungshabitate für Fische, Meeressäuger sowie See- und Küstenvögel und als Wanderstrecke für an Wasser gebundene Organismen) sowie ihrer Lebensgemeinschaften insbesondere auch im Zusammenhang mit den LRT 1110 Sandbank und LRT 1170 Riff.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um die sublitoralen Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen sowie ihre Lebensgemeinschaften erheblich zu beeinträchtigen.
1170 Riffe (B)	Erhaltung > natürlicher, von mechanischer (anthropogener) Schädigung weitgehend freier und morphologisch ungestörter Bereiche des Meeresgrundes mit Hartsubstraten wie Findlingen, Steinen und natürlichen biogenen Riffen und der zu Sandbänken vermittelnden Mischbestände, > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen sowie ihrer Lebensgemeinschaften insbesondere auch im Zusammenhang mit den LRT 1110 Sandbank und LRT 1160 Meeresarme und Buchten.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um Riffe, sowie die Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen, Funktionen und ihre Lebensgemeinschaften erheblich zu beeinträchtigen.
1210 Einjährige Spülsäume (B) 1220 Mehrjährige Vegetation der Geröll-, Kies- und Blockstrände (B)	Erhaltung > der natürlichen Überflutungen, > der weitgehend natürlichen Dynamik an Küstenabschnitten mit Spülsäumen und an ungestörten Kies- und Geröllstränden und Strandwalllandschaften, > der ungestörten Vegetationsfolge (Sukzession), > unbeeinträchtigter Vegetationsdecken.	Strukturen und Funktionen partiell terrestrischer Lebensraumtypen (Spülsäume, Stränden und deren Vegetation) sowie die dortigen Sediment- und Strömungsverhältnisse sind von den Auswirkungen der Baggergutverbringung wenn überhaupt nur kurzzeitig bei Flutwasserständen betroffen. Die Langfristprognose für die Sedimentablagerungen auf diesen Flächen wird nochmals deutlich unter der für das Gesamtgebiet gegebene Prognose von bis zu maximale 2 - 5 mm (detaillierte Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) liegen. Es kann wenn überhaupt minimal, aber nicht erheblich beeinträchtigt. Die Vegetation der Spülsäume und Geröll-, Kies- und Blockstrände ist gegenüber den

		als maßgeblich identifizierten Wirkpfaden weitesgehend unempfindlich (vgl. Kapitel 5.6). Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
1310 Pioniervegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt) (A/B)	Erhaltung der natürlichen Vorkommen der Quellerarten.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in zu gering, um die Vorkommen und die charakteristischen Pflanzen- und Tierarten des Quellerwatts erheblich zu beeinträchtigen.
1320 Schlickgrasbestände (Spartinion maritimae) (A/B)	Erhaltung der Bereiche mit Vorkommen von Schlickgras.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in zu gering, um die Standorte und die charakteristischen Pflanzen- und Tierarten der Schlickgrasbestände erheblich zu beeinträchtigen.
1330 Atlantische Salzwiesen (Glauco-Puccinellietalia maritimae) (A/B)	Erhaltung > der Salzwiesen mit charakteristisch ausgebildeter Vegetation und ihrer ungestörten Vegetationsfolgen (Sukzession), > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen (u. a. auch als Nahrungs-, Rast-, und Bruthabitate für See- und Küstenvögel) sowie ihrer Lebensgemeinschaften.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind in zu gering, um die Strukturen und Funktionen und damit die Pflanzen und Tierarten dieses partiell terrestrischen Lebensraumtyps zu beeinträchtigen.
1103 Finte (Alosa fallax) (B)	Erhaltung > des Tideeinflusses mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung im Ästuarbereich, > der weitgehend natürlichen hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerzustände des Küstenmeeres und der Fließgewässer im Bereich der Flussmündungen, > von weitgehend natürlichen Sedimentations- und Strömungsverhältnissen sowie einer natürlichen Dynamik im Flussmündungs- und Uferbereich, > barrierefreier Wanderstrecken zwischen Meer und Flussunterläufen, > bestehender Populationen.	Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie den Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Außerhalb dieses Bereiches werden weder die Lebensräume der Fische, mit ihren Strukturen, Gewässereigenschaften und Funktionen, noch die Fische selbst durch die verbringungsbedingten Wirkungen beeinträchtigt. Eine Beeinträchtiung der Sediment- und Wasserqualität (Hydrochemie) kann außerhalb des Verbringungs- und Nahbereich ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Erhebliche Auswirkungen auf die Finte können ausgeschlossen werden.

1095 Meerneunauge (Petromyzon marinus) (C)	Erhaltung des Wattenmeeres als barrierefreies Durchzugsgebiet vom Meer in die Flussoberläufe und bestehender Populationen.	Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie den Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Außerhalb dieses Bereiches werden weder die Lebensräume der Fische und Neunaugen, mit ihren Strukturen, Gewässereigenschaften und Funktionen, noch die Fische und Neunaugen selbst durch die verbringungsbedingten Wirkungen beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf Meer- und Flußneunauge können ausgeschlossen werden.
1099 Flußneunauge (Lampetra fluviatilis) (B)	Erhaltung des Wattenmeeres als barrierefreies Durchzugsgebiet vom Meer in die Flussoberläufe.	
1365 Seehund (Phoca vitulina) (B) 1364 Kegelrobbe (Halichoerus grypus) (B)	Erhaltung > lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, > naturnaher Meeres- und Küstengewässer mit Flachwasserzonen und sandigen Küsten, > der natürlichen Meeres- und Küstendynamik, > einer möglichst geringen Schadstoffbelastung der Meeres- und Küstengewässer, > von störungsarmen Ruheplätzen, > von sehr störungsarmen Wurfplätzen, > von störungsarmen Bereichen mit geringer Unterwasserschallbelastung, > einer artenreichen Fauna (Fische, Garnelen, Muscheln, Krabben u.ä.) als Nahrungsgrundlage.	Innerhalb des > 20 km vom Verbringbereich entfernten FFH-Gebiets kommt es zu keinen Auswirkungen auf die Meeressäuger. Im Fahrwasser und auf der Verbringstelle erhöht sich das Kollisionsrisiko der Meeressäuger mit dem Baggerschiffsverkehr aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und einer verbringungsbedingten erhöhten Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtiung der Sediment- und Wasserqualität kann außerhalb des Verbringungs- und Nahbereich ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken. Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände von Kegelrobbe, Seehund und Schweinswal können ausgeschlossen werden.
1351 Schweinswal (Phocoena phocoena) (B)	Erhaltung > lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, > von naturnahen Küstengewässern der Nordsee, insbesondere von produktiven Flachwasserzonen bis 20 m Tiefe, > von störungsarmen Bereichen mit geringer Unterwasserschallbelastung als Kalbungs- und Aufzuchtsgebiete, > der Nahrungsfischbestände, insbesondere Hering, Makrele, Kabeljau, Wittling und Grundeln sowie > Sicherstellung einer möglichst geringen Schadstoffbelastung der Küstengewässer, > vermeiden von Kollisionen mit Schiffen, > Vermeidung von walgefährdenden Fischereiformen.	

Erhaltungsziele aus „Erhaltungsziele für das gesetzlich geschützte Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung DE-0916-391 „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-0916-391.pdf)

6.1.4.6 FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392) [25]

Art/LRT (Erhaltungsgrad)	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Erhaltung > des Gebietes mit seinen dort vorkommenden FFH-Lebensraumtypen und Arten zur langfristigen Gewährleistung der biologischen Vielfalt und der Kohärenz des europäischen ökologischen Netzes „Natura 2000“. Für die Lebensraumtypen Code 6430, 6510, 91E0* und 91F0 sowie die Arten 1103 und 1601*soll ein günstiger Erhaltungszustand im Einklang mit den Anforderungen von Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur sowie den regionalen und örtlichen Besonderheiten wiederhergestellt werden, > des Elbästuars mit seinen Salz-, Brack- und Süßwasserzonen und angrenzender Flächen als möglichst naturnahes Großökosystem mit allen Strukturen und Funktionen, > der ungestörten Zonation von Flußwatten bis Hartholzauenwälder unter unbeeinträchtigtem Tideneinfluss, tide- und fließdynamikgeprägten Prielen und Nebenelben vor und hinter Deichen sowie Grünlandflächen im ungehinderten Hochwassereinfluss.	Für das FFH-Gebiet „Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen“ wurden verbringbedingt und den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren nur geringmächtige Sedimentablagerungen von maximal einem Millimeter prognostiziert. Im Bereich des Neufelder Sands kann es jedoch lokal auch Ablagerungen von bis zu 2 cm geben (95. Perzentil). Für die Schwebstoffgehalte wurde nur Erhöhungen von maximal 2 - 5 mg/l bei zugleich sehr hohen Hintergrundgehalten (Brackwasserzone) prognostiziert. Diese maximale Wirkung ist jedoch beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. In Summe werden diese prognostizierten Wirkungen auch langfristig zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen, deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik, der Tidedynamik, der Salz-, Brack- und Süßwasserzonen führen.
Teilgebiet Neufelder Vorland und Medemgrund	Erhaltung und ggfs. Wiederherstellung: > des Tideeinflusses mit der charakteristischen Salz- und Brackwasserzonierung, > der weitgehend natürlichen Bodenstruktur und Morphodynamik insbesondere im Bereich der Watten und Sandbänke, > der biotopprägenden hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse des Küstenmeeres und des Ästuars, > der weitgehend natürlichen Sedimentations- und Strömungsverhältnisse sowie die weitgehend natürliche Dynamik im Küsten-, Fluss- und Uferbereich,	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringungen und die prognostizierten Wirkungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) nicht beeinträchtigt. Es handelt sich hier um einen morphodynamisch hoch aktiven Bereich, der berechnete morphologische Raum liegt um mindestens eine Größenordnung über den prognostizierten Wirkungen (vgl. Kapitel 4.1.4 und 5.2.3) Die prognostizierten Wirkungen sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um die hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, sowie die Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen (z. B. Wanderstrecke für Organismen) des Ästuars erheblich zu beeinträchtigen (vgl. Kapitel 5.5). Potentielle

[25] Nicht in Set 1 enthalten, aber abgedeckt in Set 3 durch die BZR 353 und 356

	> der Funktion als barrierefreie Wanderstrecke für an Wasser gebundene Organismen.	Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert.
1130 Ästuarien (C)	Erhaltung > der natürlichen Überflutungen, > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Watten, Salzwiesen, Priel- und Grabensystemen, Spülsäumen, Röhrichten, Riedern, Schlammbänken und Stränden, > der weitgehend unbeeinträchtigten Bereiche, > der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld, > der natürlichen Vorkommen von Quellerarten und Schlickgras, > von Salzwiesen mit charakteristisch ausgebildeter Vegetation und ihrer ungestörten Vegetationsfolgen (Sukzession), > von charakteristischen Röhrichten.	Die dynamischen hydrologischen (z.B. Wasserstände und Überflutungshäufigkeit) und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind zu gering, um Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Eine vorhabenbedingte erhebliche Beeinträchtigung der Salzwiesen, Röhrichte, Quellerarten und Schlickgras kann ausgeschlossen werden.
1160 Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen) (C)	Erhaltung > der weitgehend natürlichen Morphodynamik des Bodens, der Flachwasserbereiche und der Uferzonen, > der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. eingelagerten kleinen Riffen, Sandbänken und Seegrasbeständen und ihrer Dynamik.	Die dynamischen hydrologischen (z. B. Wasserstände und Überflutungshäufigkeit) und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind zu gering, um die hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, sowie die Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen (z. B. Wanderstrecke für Organismen) erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Der LRT 1160 adressiert ausschließlich die sublitoralen Seegrasvorkommen, die seit den 1930er Jahren entlang der deutschen Küste ausgestorben sind (vgl. Kapitel 5.6). Eine Wiederbesiedlung wird unabhängig von der weiteren Nutzung der Verbringstelle als unrealistisch eingeschätzt.
1095 Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) (B) 1099 Flußneunauge (*Lampetra fluviatilis*) (B)	Erhaltung > sauberer Fließgewässer, > unverbauter oder unbegradigter Flussabschnitte insbes. der Elbe ohne Ufer- und Sohlenbefestigung, Stauwerke, Wasserausleitungen o. ä., > weitgehend störungsarmer Bereiche,	Die prognostizierten Schadstoffkonzentrations-änderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen. Das Vorhaben ändert nicht die Gewässerstrukturen und

	> eines der Größe und Beschaffenheit des Gewässers entsprechenden artenreichen, heimischen und gesunden Fischbestandes in den Neunaugen-Gewässern, > bestehender Populationen.	führt zu keinen Störungen, die in das FFH-Gebiet hineinreichen. Die Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen / Fischbeständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2). Die fischökologischen Funktionen des FFH-Gebietes werden daher duch verbringungsbedingte Auswirkungen nicht erheblich beeinträchtigt.
1103 Finte (*Alosa fallax*) (C)	Erhaltung und ggfs. Wiederherstellung der Populationen.	Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie den Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2). Zudem hat das Gebiet um die Tonne E3 keine besonderen fischökologischen Funktionen. Die fischökologischen Funktionen des FFH-Gebietes werden daher duch verbringungsbedingte Auswirkungen nicht erheblich beeinträchtigt.
1365 Seehund (*Phoca vitulina*) (A)	Erhaltung > lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere, > naturnaher Küstengewässer mit Flachwasserzonen und sandige Küsten, > der natürlichen Meeres- und Küstendynamik, > von störungsarmen Ruheplätzen, > von sehr störungsarmen Wurfplätzen in der Zeit zwischen Mai und Juli, > einer artenreichen Fauna (Fische, Muscheln, Krabben) als Nahrungsgrundlage.	Das Kollisionsrisiko des Baggerschiffsverkehrs mit Meeressäugern erhöht sich aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und verbringungsbedingte erhöhter Schwebstoffgehalte auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben (vgl. Kapitel 5.5.4). Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände des Seehunds können ausgeschlossen werden.
Teilgebiet 2: Elbe mit Deichvorland und Inseln	Erhaltung und ggfs. Wiederherstellung > des Tideeinflusses mit der charakteristischen Brack- und Süßwasserzonierung der Lebensgemeinschaften, > der natürlichen Überflutungsdynamik, > der weitgehend natürlichen Bodenstruktur und Morphodynamik, insbesondere im Bereich der Watten, Sandbänke und Nebenelben, aber auch im terrestrischen Bereich, > der biotopprägenden hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse des Ästuars und seiner Zuflüsse, > die weitgehend natürlichen Sedimentations- und Strömungsverhältnisse sowie die	Terrestrische Bereiche und die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) nicht beeinträchtigt. Die verbringungsbedingten Wirkungen sind in dem Bereich des FFH-Gebiets zu gering, um die hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, sowie die Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen (z. B. Wanderstrecke für Organismen) des Ästuars erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert.

	weitgehend natürliche Dynamik im Fluss- und Uferbereich, > der weitgehend unbeeinträchtigten Bereiche, > der unverbauten, unbegradigten oder sonst wenig veränderten oder regenerierten Flussabschnitte ohne Ufer- und Sohlenbefestigung, Stauwerke, Wasserausleitungen, > der Funktion als barrierefreie Wanderstrecke für an Wasser gebundene Organismen.	
1130 Ästuarien (C)	Erhaltung > der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Watten, Grünland mit und ohne Tideeinfluss, Altwassern, Priel- und Grabensystemen, Spülsäumen, Röhrichten, Riedern, Schlammbänken, Stränden und Auwäldern, > der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld.	Die dynamischen hydrologischen (z.B. Wasserstände und Überflutungshäufigkeit) und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung und deren Wirkungen nicht beeinträchtigt. Sowohl die verbringungsbedingt prognostizierten Sedimentablagerungen als auch Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind zu gering, um Biotopkomplexe und ihre charakteristischen Strukturen und Funktionen erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Eine vorhabenbedingte erhebliche Beeinträchtigung der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld kann ausgeschlossen werden.
1095 Meerneunauge (Petromyzon marinus) (B) 1099 Flußneunauge (Lampetra fluviatilis) (B) 1103 Finte (Alosa fallax) (C) 1106 Lachs (Salmo salar) (C) 1130 Rapfen (Aspius aspius) (C)	Erhaltung und ggfs. Wiederherstellung > sauberer Fließgewässer > möglichst geringer anthropogener Feinsedimenteinträge in die Laichgebiete, > eines der Größe und Beschaffenheit des Gewässers entsprechenden artenreichen, heimischen und gesunden Fischbestandes in den Neunaugen-Gewässern, insbesondere ohne dem Gewässer nicht angepaßten Besatz, > eines natürlichen Beutefischspektrums, > der Populationen, > der Nebenfluss-Mündungtrichter mit einer natürlichen Dynamik.	Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sediment- und Wasserqualität ausschließen lassen (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Die verbringungsbedingten sehr geringen Schwebstofferhöhung in die Laichgebiete entfalten keine Relevanz bzw. können dort keine Beeinträchtigungen hervorrufen. Potentielle Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie deren Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2). Die fischökologischen Funktionen des FFH-Gebietes werden daher duch verbringungsbedingte Auswirkungen nicht erheblich beeinträchtigt.
1601* Schierlings-Wasserfenchel (Oenanthe conioides) (C)	Erhaltung und ggfs. Wiederherstellung > von Süßwasser-Tidegebieten, > weitgehend natürlicher hydrologischer, hydrochemischer und hydrophysikalischer Bedingungen,	Der vom Aussterben bedrohte Schierlings-Wasserfenchel (Oenanthe conioides) ist mit seinen Vorkommen weltweit auf den Süßwasser-Tidebereich der Elbe und den Mündungsbereich einiger Nebenflüsse zwischen Glückstadt und

	> von tidebeeinflußten Vorlandbereichen mit Prielen und Gräben.	Geesthacht beschränkt. Aufgrund der Entfernung zur Tonne E3 können Effekte aus den als maßgeblich identifizierten Wirkfaktoren für die Art ausgeschlossen werden ((vgl. Kapitel 5.6). Eine Beeinträchtiung der natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse kann ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 6.5).
1145 Schlammpeitzger (Misgurnus fossilis) (C)	Erhaltung > stehender, verschlammter Gewässer wie z. B. Altwässer oder Gräben, > von größeren, zusammenhängenden Rückzugsgebieten, in denen die notwendige Gewässerunterhaltung räumlich und zeitlich versetzt durchgeführt wird, > bestehender Populationen.	Die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkungen sind nicht geeignet, stehende, also z.B. Altwässer oder Gräben, zu beeinträchtigen. Potentielle Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie den Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2). Die fischökologischen Funktionen des FFH-Gebietes werden daher duch verbringungsbedingte Auswirkungen nicht erheblich beeinträchtigt.
1149 Steinbeißer (Cobitis taenia) (C)	Erhaltung > sauberer Fließgewässer mit kiesig-steinigem Substrat, > vegetationsarmer sandig-kiesiger Brandungsufer in Seen, > barrierefreier Wanderstrecken zwischen Seen und ihren Zuflüssen, > möglichst geringer anthropogener Feinsedimenteinträge, > zeitlich und räumlich versetzter Gewässerunterhaltungsmaßnahmen, so dass immer größere zusammenhängende Rückzugsgebiete verbleiben, > bestehender Populationen.	Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellnwert= Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sediment- und Wasserqualität ausschließen lassen (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Die verbringungsbedingte sehr geringe Erhöhung der Schwebstoffgehalte (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) führen nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen. Die Vegetation und die Wanderstrecken der Fische werden nicht beeinträchtigt. Potentielle Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie deren Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus (vgl. Kapitel 5.5.2).
1365 Seehund (Phoca vitulina) (A)	Erhaltung > lebensfähiger Bestände und eines natürlichen Reproduktionsvermögens, einschließlich des Überlebens der Jungtiere im Gesamtgebiet, > von störungsarmen Ruheplätzen, insbesondere des bevorzugten Ruheplatzes Bishorster Sand, > einer artenreichen Fauna (Fische und Muscheln) als Nahrungsgrundlage.	Das Kollisionsrisiko des Baggerschiffsverkehrs mit Meeressäugern erhöht sich aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und einer verbringungsbedingten erhöhten Trübung auf Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da die Tiere sich bei

		der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie die Verbringstelle und deren Nahbereich beschränken und außerhalb dieses Bereichs also auch in der Tideelbe keine messbaren Schadstofferhöhungen zu erwarten sind (vgl. Kapitel 5.5.4). Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände des Seehunds können ausgeschlossen werden.

Erhaltungsziele aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-2323-392.pdf

6.1.4.7 FFH-Gebiet Unterelbe (DE-2018-331) [26]

Art/LRT (Erhaltungsgrad)	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Erhaltung oder Wiederherstellung > naturnaher Ästuarbereiche und ihrer Lebensgemeinschaften mit einem dynamischen Mosaik aus Flach- und Tiefwasserbereichen, Stromarmen, Wattflächen, Prielen und Sanden sowie mit möglichst naturnaher Verteilung der ästuartypischen Biotoptypen und mit möglichst naturnahen hydrologischen und morphologischen Verhältnissen (Tidewasserstände, Strömungsverhältnisse, Sedimenthaushalt, Wasser- und Sedimentqualität, Sauerstoffgehalt sowie Flächenverteilung der verschiedenen morphologischen Strukturelemente), > der funktionalen Beziehungen der Watt- und Wasserflächen zu den angrenzenden tidegeprägten Vorlandbereichen und den eingedeichten Marschen, > der ökologischen Verbindungsfunktion zwischen dem Wattenmeer, der tidebeeinflussten Unterelbe und den Elbenebenflüssen.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Wirkungen der Verbringungen nicht beeinträchtigt. Für den Bereich Altenbrucher Bogen (BZR 351) können rechnerisch im Nachgang zu einer Verbringkampagne lokale Sedimeentablagerungen in der Größenordnung von bis zu 5 mm nicht ausgeschlossen werden. Langfristig kann eine fortlaufende Akkumlation dieser Ablagerungen jedoch ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.2.3, dort u.a. Absatz zu BZR 351). Zugleich finden die natürliche Entwicklungsdynamik sowie die hier wirkenden Prozesse in einer ganz anderen Größenordnung, Intensität und wesentlich kürzeren Zeiträumen statt (vgl. morphologischer Raum, Kapitel 4.1.4.und 5.2.3). Die prognostizierte Erhöhung der Schwebstoffgehalte liegt bei maximal bis zu 1 mg/l (BZR 351) bzw. im Bereich des Fahrwassers der Tideelbe (BZR 352) bei maximal 2 – 5 mg/l im Winterzeitraum, was beides angesichts der Hintergrundgehalte im Bereich der Brackwasserzone vernachlässigbar ist. Es kann daher ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten verbringungsbedingten Wirkungen die natürliche Entwicklungsdynamik morphologischer Strukturen (wie z. B. Watten, Priele, Sandbänke und damit ästuartypische Biotoptypen) und der Sedimentverteilung und damit der sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können. Je nach Mengenszenario können sich für einzelne Parameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen ergeben, die den Schwellenwert (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit) der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen. Diesem

[26] Nicht in Set 1 enthalten, aber abgedeckt in Set 3 durch den BZR 351

		formalisierten Vorgehen lag eine Extrapolation der Jahreswerte für mögliche Sedimentablagerungen zu Grunde. Aufgrund der besonderen Randbegingungen dieses BZR 351 wird die auf diese Weise erstellte Langfristprognose für Sedimentablagerungen als nicht geeignet für die weitere Verwendung in dieser Auswirkungsprognose eingeschätzt. Die Auswertung zur Verfügung stehender Messwerte zeigt, dass die seit 2014 kontinuierliche Baggergutverbringung bei Tonne E3 zu keinen erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Bereich stromauf von Cuxhaven führten. Daher wird auch für zukünftige Verbringungen mit ähnlichen Baggergutmengen und -zusammensetzung keine messbaren Schadstofferhöhungen und keine erheblichen Auswirkungen auf die Bioakkumulation erwartet. Eine Beeinträchtigung der Wasserqualität wurde nicht prognostiziert (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5). Die ökologischen Verbindungsfunktionen und funktionalen Beziehungen zu Watt- und Wasserflächen, tidegeprägten Vorlandbereichen, dem Wattenmeer, der tidebeeinflussten Unterelbe und den Elbenebenflüssen wird nicht beeinträchtigt.
Aquatische Lebensgemeinschaften	Erhaltung oder Wiederherstellung > der Eignung als Laich-, Aufwuchs- und Nahrungsgebiet der ästuartypischen Fischarten sowie als (Teil-) Lebensraum aquatischer Lebensgemeinschaften.	Vorhabenbedingte Auswirkungen auf die Eignung als Laich-, Aufwuchs- und Nahrungsgebiet der ästuartypischen Fischarten sowie aquatischer Lebensgemeinschaften werden ausgeschlossen. Potentielle Auswirkungen auf die Fauna beschränken sich auf die Verbringstelle und deren unmittelbare Umgebung (Entfernung zum FFH-Gebiet > 50 km) und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/ Beständen aus.
Vögel	Erhaltung oder Wiederherstellung > der Bedeutung der Watt- und Wasserflächen als Nahrungs-, Aufzucht-, Sammlungs- und Mausergebiet für zahlreiche Gänse, Schwäne, Enten, Säger, Taucher, Rallen, Limikolen, Möwen und Seeschwalben, als Brutgebiet für Röhrichtbrüter, > ungehinderter Wechselmöglichkeiten in angrenzende Teillebensräume (Vorländer, Marschen).	Die Watt- und Wasserflächen als Lebensraum für die Vögel werden verbringbedingt nicht beeinträchtigt, da es keine relevanten Auswirkungen auf die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse und deren Strukturen und Funktionen gibt. Die Baggerschiffe fahren relativ langsam auf dem viel befahrenen Fahrwasser der Tideelbe, so dass mit keiner relevanten Zunahme von Störungen und Vergrämungen der Vögel zu rechnen ist (vgl. Kapitel 5.5.3).
1130 „Ästuarien (C)	Erhaltung und Förderung > naturnaher, von Ebbe und Flut geprägter, vielfältig strukturierter Flussunterläufe und Flussmündungsbereiche mit Brackwassereinfluss (im Komplex. ggf. auch Süßwasser-Tidebereiche) mit Tief- und Flachwasserzonen, mit Muschelbänken und anderen artenreichen	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt. Die verbringungsbedingten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhung (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind bereits in den am stärksten betroffenen Teilflächen des FFH-Gebiets zu gering, um die vielfältigen Strukturen

	Hart-substratlebensräumen, Wattflächen, Tideröhrichten, Sandbänken, Inseln, Prielen, Neben- und Altarmen, > naturnaher Ufervegetation, meist im Komplex mit extensiv genutztem Marschengrünland, einschließlich ihrer typischen Tier- und Pflanzenarten sowie naturnahen Standortbedingungen (Wasser- und Sedimentqualität, Tideschwankungen, Strömungsverhältnisse).	und Prozesse des Flussökosystems, sowie dessen typische Tier- und Pflanzenarten und deren Lebensraumbedingungen erheblich zu beeinträchtigen. Je nach Mengenszenario und angenommener Baggergutqualität können sich für einzelne Parameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen ergeben, die den Schwellenwert (Schwellenwert = Ausgangkonzentration + erweiterte Messunsicherheit) der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen. Diesem formalisierten Vorgehen lag eine Extrapolation der Jahreswerte für mögliche Sedimentablagerungen zu Grunde. Aufgrund der besonderen Randbegingungen dieses BZR 351 wird die auf diese Weise erstellte Langfristprognose für Sedimentablagerungen als nicht geeignet für die weitere Verwendung in dieser Auswirkungsprognose eingeschätzt (vgl. Kapitel 5.2.3, dort u. a. Absatz zu BZR 351). Die Auswertung zur Verfügung stehender Messwerte zeigt, dass die seit 2014 kontinuierliche Baggergutverbringung bei Tonne E3 zu keinen erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Bereich stromauf von Cuxhaven führten. Daher wird auch für zukünftige Verbringungen mit ähnlichen Baggergutmengen und -zusammensetzung keine messbaren Schadstofferhöhungen und keine erheblichen Auswirkungen auf die Bioakkumulation erwartet. Eine Beeinträchtigung der Wasserqualität wurde nicht prognostiziert (vgl. Kapitel 6.5).
1140 „Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt“ (B)	Erhaltung und Förderung > großflächiger, zusammenhängender und störungsarmer Brackwasser-Wattbereiche mit einer typischen Verteilung der Sand-, Misch- und Schlickwatten, einschließlich der lebensraumtypischen Tier- und Pflanzenarten sowie naturnaher Standortbedingungen (Wasser- und Sedimentqualität, Tideschwankungen, Strömungsverhältnisse).	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) führen in den morphodynamisch hoch aktiven Watten führen in den morphodynamisch hoch aktiven Watten (siehe morphologischer Raum) zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (Sand-, Misch- und Schlickwatten) und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik. Seegräser kommen in diesem Bereich nicht vor. Wasser- und Sedimentqualität siehe LRT 1130.
Schierlings-Wasserfenchel (Oenanthe conioides) – prioritäre Art (B)	Erhaltung und Förderung > langfristig überlebensfähiger Populationen mit Bestandszunahme und Ausbreitung in geeignete Habitate der Umgebung, u. a. durch Erhalt und Schaffung lückig bewachsener Süßwasser-Wattflächen aus Schlick oder Sand einschließlich Prielsystemen mit weitgehend natürlichen Tideschwankungen, durch Erhalt dynamischer Prozesse wie Tidegeschehen	Die prognostizierten geringen Sedimentauflagen (wenige mm) und Trübungserhöhungen (max. 2 – 5 mg/l) führen zu keiner erheblichen Beeinträchtigung der Süßwasser-Wattflächen und Priele. Eisschur und Lichteinfall werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Der vom Aussterben bedrohte Schierlings-Wasserfenchel (Oenanthe conioides) ist mit seinen Vorkommen weltweit auf den Süßwasser-Tidebereich der Elbe und den Mündungsbereich einiger Nebenflüsse zwischen

	und Eisschur sowie durch Gewährleistung von ausreichendem Lichteinfall während der Vegetationsperiode.	Glückstadt und Geesthacht beschränkt. Aufgrund der Entfernung zur Tonne E3 können Effekte aus den als maßgeblich identifizierten Wirkfaktoren für die Art ausgeschlossen werden.
Finte (*Alosa fallax*) (C)	Erhaltung und Förderung > einer vitalen, langfristig überlebensfähigen Laichpopulation, > ungehinderte Aufstiegsmöglichkeiten aus dem marinen Bereich in die Flussunterläufe in enger Verzahnung mit naturnahen Laich- und Aufwuchsgebieten.	Potentielle Auswirkungen auf die Fischfauna sind beschränkt auf die Verbringstelle sowie deren Nahbereich und wirken sich nicht auf der Ebene von Populationen/Beständen aus. Außerhalb dieses Bereiches werden weder die Lebensräume der Fische (inklusive der Laich- und Aufwuchsgebiete), mit ihren Strukturen, Gewässereigenschaften und Funktionen, noch die Fische selbst erheblich durch die verbringungsbedingten Wirkungen beeinträchtigt (vgl. Kapitel 5.5.2). Erhebliche Auswirkungen auf die Fischfauna können ausgeschlossen werden.
Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*) (B)	Erhaltung und Förderung > einer vitalen, langfristig überlebensfähigen Population in bis zu den Laichgewässern durchgängigen, unverbauten und unbelasteten, von Ebbe und Flut geprägten, vielfältig strukturierten Flussunterläufen und -mündungsbereichen.	
Lachs (*Salmo salar)* (C)	Erhalt und Förderung > einer vitalen, langfristig überlebensfähigen Population in durchgängigen, großen zusammenhängenden Stromsystemen mit intakten Flussauen.	
Meerneunauge (*Petromyzon marinus*) (C)	Erhaltung und Förderung > einer vitalen, langfristig überlebensfähigen Population in bis zu den Laichgewässern durchgängigen, unverbauten und unbelasteten, von Ebbe und Flut geprägten, vielfältig strukturierten Flussunterläufen und -mündungsbereichen.	
Rapfen (*Aspius aspius*) (C)	Erhaltung und Förderung > einer vitalen, langfristig überlebensfähigen Population in durchgängigen, großen zusammenhängenden Stromsystemen mit intakten Flussauen mit kiesigen, strömenden Abschnitten und strukturreichen Uferzonen sowie naturraumtypischer Fischbiozönose.	
Seehund (*Phoca vitulina*) (B)	Erhalt und die Entwicklung > geeigneter störungsarmer Liegeplätze im Rahmen der natürlich ablaufenden Prozesse und einer ausreichenden Nahrungsverfügbarkeit sowie durch die Gewährleistung der unbehinderten Wechselmöglichkeit zu angrenzenden Teillebensräumen.	Das Kollisionsrisiko des Baggerschiffsverkehrs mit Meeressäugern und der Unterwasserschall erhöht sich in dem bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens in der Tideelbe nicht. Die Wechselmöglichkeit zu angrenzenden Teillebensräumen sowie Ruhe- und Wurfplätze werden dadurch nicht erheblich beeinträchtigt. Die verbringungsbedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalt ist zu gering, um sich auf die Orientierung der Meeressäuger erheblich auszuwirken. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich auf die Verbringstelle und deren Nahbereich begrenzt sind,
Schweinswal (*Phocoena phocoena*) (C)	Erhalt > geeigneter Lebensräume mit ausreichender Nahrungsverfügbarkeit sowie die Gewährleistung der	

	unbehinderten Wechselmöglichkeit zu angrenzenden Teillebensräumen.	ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben (vgl. Kapitel 5.5.4). Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände des Seehunds und des Schweinswals können ausgeschlossen werden.

Erhaltungsziele aus https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/ffh-gebiet-003-unterelbe-197098.html und den Verordnung der Naturschutzgebiet „Niedersächsischer Mündungstrichter der Elbe“ und „Elbe und Inseln“) und Hadelner und Belumer Außendeich.

6.1.4.8 EU-Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-401)[27]

Art/LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen
Gesamtgebiet	Schutz der Lebensräume der Vögel des Anhangs I und der Vermehrungs-, Mauser- und Überwinterungsgebiete regelmäßig auftretender Zugvogelarten sowie der Rastplätze in ihren Wanderungsgebieten.	Die Lebensräume der Vögel in dem Vogelschutzgebiet werden durch die vorhabenbedingten Wirkungen nicht erheblich beeinträchtigt. Die Langfristprognose (10 Jahre) für Sedimentablagerungen beschreibt kleinräumig Mächtigbkeiten von weniger als 1 mm. Die Prognose für den Schwebstoffgehalt geht von einer Zunahme von max. 2 – 5 mg/l aus, beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Diese Wirkungen in Summe werden in den morphodynamisch hoch aktiven Watten (vgl. morphologischer Raum, Kapitel 4.1.4 und 5.2.3.) zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik und damit der Lebensräume der Vögel führen.
Falco peregrinus Wanderfalke	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Wanderfalken als europäisch besonders zu schützende Vogelart mit seinen vorkommenden Lebensphasen in seinen als Brut- und Aufzuchtgebiet genutzten Lebensstätten aus terrestrischen Lebensräumen.	Die mit dem Vorhaben bedingten Wirkungen sind nicht geeignet den Wanderfalken und die Sumpfohreule und die von ihnen genutzten terrestrischen Lebensräume zu beeinträchtigen.
Asio flammeus Sumpfohreule	Günstiger Erhaltungszustand der Population der Sumpfohreule als europäisch besonders zu schützende Vogelart mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Brut- und Aufzuchtgebiet genutzten Lebensstätten aus Dünen.	
Branta leucopsis Weißwangengans	Günstiger Erhaltungszustand der Population der Weißwangengans als europäisch besonders zu schützende Vogelart mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Wattflächen sowie Salzwiesen, Salzweiden und	Die Gänse nutzen zur Brut, Aufzucht und Nahrungsaufnahme fast ausschließlich terrestrische Habitate, die nicht von den Wirkungen des Vorhabens erreicht werden. Aber auch auf den Wattflächen werden die Gänse vorhabensbedingt nicht erheblich beeinträchtigt.

[27] Nicht in Set 1 enthalten, aber abgedeckt in Set 3 durch BZR 344, 334 (teilweise) und 341 (teilweise)

	landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen.	Erhebliche Auswirkungen auf die Weißwangengans, Ringelgans und Brandgans können ausgeschlossen werden.
Branta bernicla Ringelgans	Günstiger Erhaltungszustand der Population der Ringelgans mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Wattflächen sowie Salzwiesen, Salzweiden und landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen.	
Tadorna tadorna Brandgans	Günstiger Erhaltungszustand der Population der Brandgans mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Brut-, Aufzucht-, Mauser- und Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen sowie landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen.	
Charadrius hiaticula Sandregenpfeifer	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Sandregenpfeifers mit seinen vorkommenden Lebensphasen in seinen als Brut- und Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen,	Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf einer viel befahrenen Schifffahrtsroute an dem Vogelschutzgebiet vorbei, so dass mit keinen Störungen und Vergrämungen der Vögel zu rechnen ist. Die geringe Zunahme der Schwebstoffgehalte (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) hat keine erheblichen Auswirkungen auf den Jagderfolg und auf das Nahrungsangebot der Vögel in dem Schutzgebiet. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung (rechnerisch keine Konzentrationsänderungen) als relativ gering eingeschätzt werden. Selbst wenn einige der Vögel zeitweise Nahrung auf der Verbringstelle und deren Nahbereich aufnehmen, wo es zu einer räumlich begrenzten geringen Beeinträchtigung der benthischen Organismen und Fische kommen kann, wird das keine erheblichen Auswirkungen auf die Vögel und deren Populationen haben. Die prognostizierten Wirkungen (beschrieben im Eintrag „Gesamtgebiet“) werden in den aquatischen Lebensräumen der Vögel zu keinen relevanten Änderungen führen, die terrestrischen Lebensräume der Vögel sind von den Wirkungen des Vorhabens nicht betroffen (vgl. Kapitel 5.5.3). Erhebliche Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele für diese Vogelarten können ausgeschlossen werden.
Calidris alba Sanderling	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Sanderlings, Alpenstrandläufers und Knutts mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen.	
Recurvirostra avosetta Säbelschnäbler	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Säbelschnäblers, der Zwergseeschwalbe, Flussseeschwalbe, Küstenseeschwalbe und Brandseeschwalbe als europäisch besonders zu schützende Vogelarten mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Brut-, Aufzucht- und Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen sowie landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen,	
Numenius arquata Großer Brachvogel	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Großen Brachvogels und Kiebitzregenpfeifers mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Rastgebieten genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen sowie landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen.	
Haematopus ostralegus Austernfischer	Günstiger Erhaltungszustand der Population des Austernfischers mit seinen	

	vorkommenden Lebensphasen in seinen als Brut-, Aufzucht- und Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen sowie landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen.	
Limosa lapponica Pfuhlschnepfe	Günstiger Erhaltungszustand der Population der Pfuhlschnepfe und des Goldregenpfeifers als europäisch besonders zu schützende Vogelarten mit ihren vorkommenden Lebensphasen in ihren als Rastgebiet genutzten Lebensstätten aus Salzwiesen, Wattflächen, Strandflächen, Dünen und Spülsäumen sowie landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen,	
Pluvialis apricaria Goldregenpfeifer	Für diese Vogelarten wurden keine spezifischen Erhaltungsziele aufgeführt, es gilt somit das allgemeine Ziel der Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands.	
Sterna albifrons Zwergseeschwalbe)		
Sterna hirundo Flussseeschwalbe		
Sterna paradisaea Küstenseeschwalbe		
Sterna sandvicensis Brandseeschwalbe		
Calidris alpina Alpenstrandläufer		
Calidris canutus Knutt		
Pluvialis squatarola Kiebitzregenpfeifer		

Aus dem Gesetz über den Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer, WattMG HA

6.1.4.9 EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel (DE-2323-401) [28]

Art/LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Erhaltung > der besonderen Bedeutung der Unterelbe bis Wedel als Brutgebiet für Greifvögel, Blaukehlchen, Flussseeschwalben und Vögel des Grünlands und der Röhrichte und als Rastgebiet insbesondere für Limikolen, Seeschwalben und Enten (die Grünlandflächen sind als ein wichtiges Überwinterungsgebiet für verschiedene Gänse zu erhalten), > einer strukturreichen, vielfältigen, naturnahen Landschaft als Lebensraum für die o. g. Vogelarten. > Von besonderer Bedeutung ist der Erhalt der Flachwasser-, Watt- und Röhrichtflächen. Die Ausweitung des Tideeinflusses auf weitere Gebietsteile ist anzustreben. > Weiterhin ist die den Erfordernissen des Vogelschutzes angepasste, extensive Nutzung bzw. Pflege der Grünlandflächen als Brutgebiet für Wiesenvögel und Äsungsfläche für Schwäne, Gänse und Enten wichtig.	Für das VSG-Gebiet „Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel“ wurden nur in dem Bereich unmittelbar stromauf von Brunsbüttel geringmächtige Sedimentablagerungen prognostiziert. Kleinräumig und langfristig über 10 Jahre können diese gemäß Prognose auf bis zu 2 cm (95. Perzentil) aufwachsen. Für die Erhöhung der Schwebstoffgehalt liegt die Prognose bei weniger als 1 mg/l (Vegetationsperiode) bzw. 1 - 2 mg/l (Winterzeitraum). Beide Wirkungen – zudem noch geringe Wirkungen - können nicht im Sinn einer zusätzlichen Belastung beurteilt werden. Durch die Verbringung von Baggergut auf die Stelle Tonne E3 wird eine Entlastung der Feinsedimenthaushalts der Tideelbe erreicht, einzig wird durch diesen rücktransportierten Anteil die entlastende Wirkung reduziert. Daher können nachteilige Änderungen der morphologischen Strukturen, deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik ausgeschlossen werden. Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
Teilgebiet Neufelder Vorland		
Rastende und überwinternde Gänse und Enten wie Graugans, Nonnengans, Ringelgans, Brandgans, Krickente und Spießente	Erhaltung > von störungsarmen Rast- und Nahrungsgebieten insbesondere in Salzwiesen, Gewässern, Überschwemmungsflächen und Wattflächen, > von störungsarmen Schlafplätzen, i.d.R. Flachwasserbereichen, Sandbänken, Wattflächen oder Überschwemmungsflächen > von weitgehend unzerschnittenen Räumen zwischen Nahrungs- und Schlafplätzen im Gebiet, insbesondere keine hohen vertikalen Fremdstrukturen, > günstiger Nahrungsverfügbarkeit.	Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf der viel befahrenen Schifffahrtsroute der Tideelbe an dem Vogelschutzgebiet vorbei, so dass mit keinen relevanten Störungen und Vergrämungen der Vögel in den Rast-, Schlaf- und Nahrungsgebieten zu rechnen ist. Relevante Auswirkungen auf die Fisch- und Benthosfauna und damit auf die Nahrungsverfügbarkeit können ausgeschlossen werden. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung der Sedimente (rechnerisch keine Konzentrationsänderungen > Schwellenwert) als so gering eingeschätzt werden (vgl. Kapitel 5.5.3), dass erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele ausgeschlossen werden können.
Rastende Limikolen wie Alpenstrandläufer, Dunkler Wasserläufer, Kampfläufer, Goldregenpfeifer, Kiebitzregenpfeifer, Pfuhlschnepfe,	Erhaltung > von extensiv genutztem bzw. gepflegtem, salzbeeinflußtem Grünland, > von Offenflächen, die eine hohe Bodenfeuchte, niedrige Vegetation und geringe Zahl von Vertikalstrukturen aufweisen, > der bevorzugten Rastgebiete wie Schlick- und Schlammflächen, Schlick- und	Terrestrische Lebensräume werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtes Gebiet“ entnommen werden) beeinflussen die Schlammflächen, Schlick- und Mischwattflächen als Rastplatz nicht. Relevante Auswirkungen auf die Fisch- und Benthosfauna und damit auf die Nahrungsverfügbarkeit können

[28] Nicht in Set 1 enthalten, aber abgedeckt durch BZR 359 sowie weiter stromauf der BZR 363

Säbelschnäbler, Sanderling und Sandregenpfeifer	Mischwattflächen, nassen, kurzrasigen Wiesen und Flachwasserzonen, > weitgehend ungestörter Rast- bzw. Mausergebiete und Hochwasserrastplätze, > günstiger Nahrungsverfügbarkeit.	ausgeschlossen werden. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung der Sedimente (rechnerisch keine Konzentrationsänderungen) als relativ gering eingeschätzt werden. Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
Brütende und rastende Seeschwalben (Fluss-, Lach- und Trauerseeschwalbe)	Erhaltung > der Brutlebensräume der Lachseeschwalbe in den Vorländern der Unterelbe, > von kurzrasigen oder kiesigen Arealen in den Brutgebieten der Flussseeschwalbe, > von Gewässern mit reichen Kleinfischvorkommen im Umfeld der Brutkolonien der Flussseeschwalben, > von nahrungsreichen, extensiv bewirtschafteten Flächen im Binnenland im weiteren Umfeld der Kolonien der Lachseeschwalbe, insbesondere Wiesen und Weiden, > naturnaher Salzwiesen und naturnaher Flußläufe, > von pflanzenreichen, flachen Kleingewässern, z. B. Prielstrukturen, Überschwemmungsbereichen, Gräben u.ä., > der Störungsarmut im Bereich der Kolonien während Ansiedlung und Brut zwischen dem 15.04. und 31.08., > ungestörter Rastgebiete.	Die terrestrischen Brutlebensräume der Seeschwalbe werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Relevante Auswirkungen auf die Fisch- und Benthosfauna und damit auf die Nahrungsverfügbarkeit können ausgeschlossen werden. Auch in Bezug auf Schadstoffgehalte und Bioakkumulation (vgl. Kap 5.5.3) können relevante Auswirkungen auf die Seeschwalbenkolonien ausgeschlossen werden, da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt auf die Verbringstelle und deren Nahbereich sind. Prielstrukturen, Überschwemmungsbereiche, Gräben u.ä. werden von den prognostizierten Sedimentablagerungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) nicht beeinträchtigt. Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf der viel befahrenen Schifffahrtsroute der Tideelbe an dem Vogelschutzgebiet vorbei, so dass mit keinen relevanten Störungen und Vergrämungen der Vögel im Bereich der Kolonien und der Rastgebiete zu rechnen ist.
Brutvögel des Grünlandes wie Uferschnepfe, Rotschenkel und Kiebitz	Erhaltung > von großflächigen, extensiv genutzten Marschwiesen, Elbevorländern und Verlandungszonen mit kurzrasiger bzw. lückiger Vegetation und geringer Zahl von Vertikalstrukturen sowie unbeweideten Salzwiesen, > von hohen (Grund)Wasserständen, kleinen offenen Wasserflächen, Blänken und Mulden und einer geringen Nutzungsintensität, > der Störungsarmut in den Brutgebieten zwischen dem 01.03. und 31.07.	Die terrestrischen Lebensräume werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf der viel befahrenen Schifffahrtsroute der Tideelbe an dem Vogelschutzgebiet vorbei, so dass mit keinen relevanten Störungen und Vergrämungen der Vögel zu rechnen ist.
Säbelschnäbler als Brutvogel	Erhaltung > von Schlick- und Mischwattflächen im Ästuar zum Nahrungserwerb, > von angrenzenden, vegetationsarmen Flächen mit einzelnen dichteren Pflanzenbeständen wie Salzwiesen als Brutplätze.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) führen zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (Schlick- und Mischwattflächen), deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik.

Erhaltungsziele aus „Auszug aus: Auswahl des Europäischen Vogelschutzgebietes DE 2323-402 Unterelbe bis Wedel sowie des Erhaltungszieles einschließlich Übersichtskarte vom 26. April 2019 Fundstelle: Amtsblatt für Schleswig-Holstein. – Ausgabe Nr. 20, Seite 486 ff.“

6.1.4.10 EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe (DE-2121-401) [29]

Art/LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamte Gebiet	Erhaltung und Wiederherstellung > einer weitgehend ungestörten, offenen, gehölzarmen und unverbauten Marschenlandschaft, > von Brack- und Süßwasserwatten, > von der natürlichen Gewässerdynamik geprägten Standorten, > einer natürlichen Vegetationszonierung im Uferbereich von Fließ- und Stillgewässern, > eines Strukturmosaiks mit enger Verzahnung offener Wasserflächen, Flachwasser- und Verlandungszonen und strukturreicher Priele und Gräben, > von großflächigen, zusammenhängenden, ungenutzten und störungsarmen Röhrichtflächen, > von Hochstaudensäumen und Hochstaudenfluren an Prielen und Grabenrändern, > extensiv genutzten Marschengrünlandes wechselfeuchter und feuchter Standorte.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Wirkungen der Verbringungen nicht beeinträchtigt. Für den Bereich Altenbrucher Bogen (BZR 351) können rechnerisch im Nachgang zu einer Verbringkampagne lokale Sedimeentablagerungen in der Größenordnung von bis zu 5 mm nicht ausgeschlossen werden. Langfristig kann eine fortlaufende Akkumlation dieser Ablagerungen jedoch ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 5.2.3, dort u.a. Absatz zu BZR 351). Zugleich finden die natürliche Entwicklungsdynamik sowie die hier wirkenden Prozesse in einer ganz anderen Größenordnung, Intensität und wesentlich kürzeren Zeiträumen statt (vgl. morphologischer Raum, Kapitel 4.1.4 und 5.2.3). Die prognostizierte Erhöhung der Schwebstoffgehalte liegt bei maximal bis zu 1 mg/l (BZR 351) bzw. im Bereich des Fahrwassers der Tideelbe (BZR 352) bei maximal 2 – 5 mg/l im Winterzeitraum, was beides angesichts der Hintergrundgehalte im Bereich der Brackwasserzone vernachlässigbar ist. Es kann daher ausgeschlossen werden, dass die prognostizierten verbringungsbedingten Sedimentablagerungen die natürliche Entwicklungsdynamik, morphologischer Strukturen (wie z. B. Brack- und Süßwasserwatten, Priele, Gräben) und der Sedimentverteilung und damit der sedimentologischen Verhältnisse der Gewässersohle maßgeblich beeinflussen, verändern oder beeinträchtigen können. Die Vegetation der Ufer und des Grünlandes werden nicht von den Vorhabenwirkungen beeinträchtigt.
Rohrdommel (*Botaurus stellaris*)	> Reduzierung der Gewässerbelastung und Eutrophierung, Verbesserung der Wasserqualität. > Erhalt und Wiederherstellung naturnaher, strukturreicher Verlandungszonen, Röhrichte und Gewässerränder.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhung (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind nicht geeignet die Wasserqualität (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5) der Tideelbe, die Uferstrukturen und die dortige Vegetation

[29] Nicht in Set 1 enthalten, aber abgedeckt in Set 3 durch die BZR 351 und 352.

	> Schutz und Förderung strukturreicher Schilfbestände an den Gewässern mit hohem Altschilfanteil. > Förderung der Fischpopulationen (Fischschongebiete). > Bereitstellung von störungsarmen Brut-, Nahrungs- und Ruheräumen.	(Röhrichte, Seggenrieder usw.), die Fischfauna oder die Brut-, Nahrungs- und Ruheräume der Avifauna erheblich zu beeinträchtigen.
Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus*)	> Erhalt und Wiederherrichtung von Röhricht und Seggenriedern in Feuchtgebieten. > Erhalt und Wiederherrichtung von strukturreichen Verlandungszonen mit dichter Krautschicht (und Gebüschen). > Erhalt von Schilfstreifen an Still- und Fliessgewässern, auch im Grünland. > Schaffung von Flachwasserzonen in Bodenabbaugebieten im Rahmen der Rekultivierungsplanung (und damit Verlandungszonen, Schilfröhrichte). > Schutz vor Störungen an den Brutplätzen. > Erhalt strukturreicher Graben-Grünland-Acker-Komplexe.	
Weißstorch (*Ciconia ciconia*) – als Brutvogel wertbestimmend	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von großräumigen feuchten Grünlandarealen, natürlichen, > halboffenen Auen und weiteren geeigneten Nahrungshabitaten. > Verbesserung der Wasserstandsverhältnissen, vor allem im Umfeld der Brutplätze zur Förderung der Nahrungstiere. > Extensivierung der Landnutzung auf großen Flächen. > Pflege bzw. Wiederherrichtung geeigneter Horststandorte.	Die (terrestrischen) Lebensräume des Weißstorchs werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.
Rohrweihe (*Circus aeruginosus*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von naturnahen Lebensräumen (großflächige Röhrichte, Verlandungszonen, aber auch kleinflächigere Feuchtbiotope mit Röhrichtbeständen) > Sicherung der Bruten auf Ackerflächen. > Erhalt der offenen Kulturlandschaften im Umfeld. > Erhalt und Entwicklung strukturreicher Röhrichte. > Sicherung beruhigter Brut- und Nahrungshabitate.	Die auch langfristig geringmächtigen Sedimentablagerungen und die geringe Schwebstofferhöhung (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind nicht geeignet die Röhrichte der Tideelbe und damit das Bruthabitat der Rohrweihe erheblich zu beeinträchtigen.
Wiesenweihe (*Circus pygargus*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung großflächig offener Niederungslandschaften und Niedermoore als Brut und Nahrungsgebiet. > Erhalt bzw. Wiederherstellung geeigneter Nisthabitate (lückige Röhrichte, Feuchtbrachen, ungenutzte Randstreifen etc.) in diesen Lebensräumen. > Ruhigstellung der Brutplätze.	Die (terrestrischen) Lebensräume der Wiesenweihe werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.

	> Sicherung der Brutplätze vor Raubsäugern. > Sicherung der Bruten auf Ackerflächen.	
Wachtelkönig (*Crex crex*)	> Erhaltung und Entwicklung ausreichend großer, strukturreicher halboffener Grünland und Brachekomplexe in der Kulturlandschaft mit breiten Säumen, Gehölzstrukturen in Buschgruppen, Einzelbüschen und Hecken mit begleitenden Hochstaudenfluren. > Erhaltung und Entwicklung eines oberflächennahen Wasserstandes bis ins späte Frühjahr. > Erhaltung und Entwicklung ausreichend hoher Vegetation lichter Ausprägung, die ausreichend Deckung bereits bei der Ankunft als auch noch bei der späten Mauser bietet. > Erhaltung und Entwicklung eines Nutzungsmosaiks aus aneinandergrenzenden deckungsreichen Strukturen und extensiv genutzten Mähwiesen mit zeitlich versetzter Mahd. > Erhaltung und Entwicklung spät (August) gemähter Bereiche um die Brut-/Rufplätze. > Erhaltung und Entwicklung weitgehender Störungsfreiheit.	Die (terrestrischen) Lebensräume des Wachtelkönigs werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.
Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*)	> Erhalt und Wiederherrichtung von Feuchtgebieten mit oberflächennahem Wasserstand und lockerer bis dichter Vegetation (Röhrichte und Großseggenrieder). > Erhalt und Wiederherstellung von Feuchtwiesen, feuchten Flussniederungen und Nassbrachen. > Erhalt von ungestörten Brut- und Rufplätzen an geeigneten Gewässern. > Gewährleistung stabiler, hoher Wasserstände während der gesamten Brutzeit.	Die Lebensräume des Tüpfelhuhns werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt, da die Wasserstände nicht verändert werden und die Vögel nicht in ihren Brut- und Rufplätzen gestört werden.
Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*)	> Erhalt bzw. Förderung der natürlichen Dynamik im Elbeästuar (Entstehung von potenziellen Brutplätzen). > Sicherung des Nahrungsangebotes (Reduzierung der Gewässerbelastung mit Schadstoffen). > Sicherung von störungsarmen Brutgebieten > Erhalt von ungestörten Bereichen im Flussästuar. > Erhalt ungestörter Rast- und Mausergebiete > Reduzierung der Gefahren einer Gewässerverschmutzung (Gefährdung durch Verölung etc.). > Erhaltung freier Sichtverhältnisse im Umfeld der bedeutsamen Gastvogelgebiete.	Die auch langfristig geringmächtigen Sedimentablagerungen und die geringe Schwebstofferhöhung (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) führen zu keinen Änderungen der Entwicklungsdynamik in den morphodynamisch hoch aktiven Tideelbeästuar. Damit werden auch nicht die von Säbelschnäbler, Kampfläufer, Goldregenpfeifer, Sandregenpfeiffer, Regenbrachvogel, Großer Brachvogel, Dunkler Wasserläufer und Grünschenkel als Nahrungsgebiet genutzten Wattflächen erheblich beeinträchtigt. Je nach Mengenszenario und angenommener Baggergutqualität ergeben sich für einzelne Parameter rechnerisch Konzentrationserhöhungen, die den Schwellenwert (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte

		Messunsicherheit) der messtechnischen Nachweisbarkeit übersteigen. Diesem formalisierten Vorgehen lag eine Extrapolation der Jahreswerte für mögliche Sedimentablagerungen zu Grunde. Aufgrund der besonderen Randbegingungen dieses BZR 351 wird die auf diese Weise erstellte Langfristprognose für Sedimentablagerungen als nicht geeignet für die weitere Verwendung in dieser Auswirkungsprognose eingeschätzt. (vgl. Kapitel 5.2.3, dort u.a. Absatz zu BZR 351). Die Auswertung zur Verfügung stehender Messwerte zeigt, dass die seit 2014 kontinuierliche Baggergutverbringung bei Tonne E3 zu keinen erhöhten Schadstoffkonzentrationen im Bereich stromauf von Cuxhaven führten. Daher wird auch für zukünftige Verbringungen mit ähnlichen Baggergutmengen und -zusammensetzung keine messbaren Schadstofferhöhungen und keine erheblichen Auswirkungen auf die Bioakkumulation erwartet. Die terrestrischen Lebensräume des Säbelschnäblers, des Kampfläufers und Goldregenpfeifers, von Sandregenpfeiffer, Regenbrachvogel, Großer Brachvogel, Dunkler Wasserläufer und Grünschenkel werden nicht beeinträchtigt.
Kampfläufer (*Philomachus pugnax*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von feuchten Grünlandflächen. > Sicherung von störungsarmen Bruthabitaten und Balzplätzen. > Kurz- und mittelfristig: ggf. Management der Raubsäuger in von der Art besiedelten Gebieten. > Sicherung der Brutvorkommen (ggf. Nestschutz).	
Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria)*	Erhalt von > feuchten Grünlandflächen. > offenen Kulturlandschaften. > der unzerschnittenen, großräumig offenen Acker-Grünlandkomplexen mit freien Sichtverhältnissen.	
Sandregenpfeifer (*Charadrius hiaticula*)	> Erhalt ausgedehnter Watt- und Vorlandgebiete im Elbeästuar. > Erhalt von ungestörten Rastplätze (außen- und binnendeichs). > Freihaltung des Umfeldes der bedeutsamen Gastvogelgebiete von baulichen Anlagen mit Störwirkung.	
Regenbrachvogel (*Numenius phaeopus*)	> Erhalt von ungestörten, unbelasteten und nahrungsreichen Flächen im Elbeästuar (außen- und binnendeichs). > Erhalt von ungestörten Ruhe- und Schlafplätzen (außen- und binnendeichs).	

	> Freihaltung der Ruhe- und Hochwasserrastplätze (außen- und binnendeichs). > Erhalt von Feuchtgrünland.	
Großer Brachvogel (*Numenius arquata*)	> Erhalt von störungsarmen Bereichen im Wattenmeer (Ruhezonen). > Erhalt von feuchten bis nassen Grünlandflächen. > Erhalt von offenen Grünlandräumen im Elbeästuar. > Bereitstellung ungestörter Ruhe- und Hochwasserrastplätze. > Erhalt der unzerschnittenen, großräumig offenen Acker-Grünlandkomplexe mit freien Sichtverhältnissen.	
Dunkler Wasserläufer (*Tringa erythropus*)	> Erhalt von beruhigten und unbelasteten Wattenbereichen. > Erhalt von beruhigten Ruhe- und Hochwasserrastplätzen. > Erhalt freier Sichtverhältnisse im Bereich der Ruhe- und Hochwasserrastplätze. > Erhalt bzw. Wiederherrichtung von binnenländischen Feuchtgebieten.	
Grünschenkel (*Tringa nebularia*)	> Erhalt von ungestörten und unbelasteten Wattenbereichen. > Erhalt von ungestörten Ruhe- und Hochwasserrastplätzen, außen- und binnendeichs. > Freihaltung der Ruhe- und Hochwasserrastplätze außen- und binnendeichs. > Erhalt bzw. Wiederherstellung von binnenländischen Feuchtgebieten (v. a. Feuchtwiesen, Flussauen).	
Lachseeschwalbe (*Gelochelidon nilotica*) Flussseeschwalbe (*Sterna hirundo*)	> Schutz der Nistplätze (Kolonien) von April bis Juli. > Erhalt von nahrungsreichen Kulturlandflächen (v. a. Grünland, Moore). > Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung. > Erhalt beruhigter Salzwiesen und Außendeichsflächen mit vegetationslosen oder schütter bewachsenen Bereichen. > Wiederherstellung der natürlichen Dynamik der Elbe und Nebengewässern. > Reduzierung der Schadstoffbelastung in der Elbe. > Verbesserung des Nahrungsangebotes (Förderung der Nahrungsfische). > Kurz- und mittelfristig an Binnengewässern: Angebot von Nestflößen.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhung sind zu gering (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden), dass es zu Änderungen bei der natürlichen Dynamik des zugleich morphodynamisch hoch aktiven Tideelbeästuar kommen kann.. Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen und damit auch erhebliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation nicht zu erwarten sind. Da negative Auswirkungen auf die Fische und das Makrozoobenthos räumlich begrenzt auf die Verbringstelle und deren Nahbereich sind, wird sich vorhabenbedingt das Nahrungsangebot der

	> Besucherlenkung im Umfeld von Brutkolonien zur Schaffung von Ruhezonen. > Beruhigung der von der Art besiedelter Gewässer.	Vögel im VSG nicht ändern. Salzwiesen und Grünlandflächen werden von den Vorhabenwirkungen nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf die Lachseeschwalbe und die Flussseeschwalbe können ausgeschlossen werden.
Sumpfohreule (*Asio flammeus)*	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtwiesen und naturnaher Flussniederung. > Erhalt von naturnahen Grabenstrukturen und Vegetationsbeständen in offenen Landschaften. > Förderung nahrungsreicher Grünland- und Außendeichsgebiete.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhung sind zu gering (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet" entnommen werden), dass die Röhrichte der Tideelbe und damit einen Lebensraum der Sumpfohreule erheblich zu beeinträchtigt werden können. Grünländer, Flussniederungen und Gräben werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf die Sumpfohreule und das Blaukehlchen können ausgeschlossen werden.
Blaukehlchen (*Luscinia svecica*)	> Erhaltung bzw. Neuschaffung primärer, natürlicher Lebensräume des Blaukehlchens in den Flussauen, an sonstigen Gewässern, in strukturreichen Grünland- Grabenkomplexen. > Unterhaltungsmaßnahmen an den Grabensystemen unter Berücksichtigung der Habitatansprüche der Art. > Erhalt und Wiederherstellung strukturreicher Grabensysteme mit Röhrichtanteilen.	
Zwergschwan (*Cygnus columbianus bewickii)*	> Erhalt der von geeigneten und störungsarmen Nahrungsflächen für rastende und überwinternde Vögel (v. a. feuchtes Grünland, Überschwemmungsflächen, auch Acker). > Sicherung von störungsfreien Schlafgewässern im Umfeld der Nahrungsgebiete. > Freihalten der Verbindungsräume zwischen Nahrungsflächen und Schlafgewässern.	Die Tideelbe wird von den Schwänen nur selten genutzt. Eine relevante Erhöhung der Vergrämungen durch den Baggerschiffverkehr ist nicht gegeben. Die terrestrischen und Binnengewässer werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf den Zwergschwan, den Höckerschwan und den Singschwan können ausgeschlossen werden.
Singschwan (*Cygnus cygnus*)	> Erhalt von geeigneten und störungsarmen Nahrungsflächen für rastende und überwinternde Vögel (v. a. feuchtes Grünland, Überschwemmungsflächen, auch Acker). > Sicherung von störungsfreien Schlafgewässern im Umfeld der Nahrungsgebiete. > Erhalt großräumiger, offener Landschaften mit freien Sichtverhältnissen.	
Höckerschwan (*Cygnus olor*)	> Erhalt der großräumigen offenen Landschaften ohne störende Sichthindernisse und potentielle Gefährdungsquellen. > Erhalt geeigneter störungsarmer Schlafgewässer in unmittelbarer Nähe zu den Nahrungsgründen.	

	> Erhalt und Wiederherstellung vegetationsreicher Flachwasserbereiche. > Jagdruhe.	
Nonnengans (*Branta leucopsis)*	> Erhalt unzerschnittener, großräumiger, offener Acker-Grünlandkomplexe mit freien Sichtverhältnissen. > Erhalt von geeigneten Nahrungsflächen für rastende und überwinternde Vögel (v. a. Salzwiesen im Vorland und deichnahes Grünland). > Sicherung von störungsfreien Schlafgewässern im Umfeld der Nahrungsgebiete. > Erhalt unverbauter Flugkorridore und Erhalt störungsfreier Ruhezonen.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen sind zu gering, so dass Änderungen der Entwicklungsdynamik in dem morphodynamisch hoch aktiven Tideelbeästuar ausgeschlossen werden können. Damit werden auch nicht die von den Gänsen teilweise als Nahrungsgebiet genutzten Wattflächen erheblich beeinträchtigt. Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen und damit auch erhebliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation nicht zu erwarten sind. Die terrestrischen Lebensräume werden nicht von beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf Nonnengans, Blässgans, Graugans und Brandgans können ausgeschlossen werden.
Blässgans (*Anser albifrons*)	> Erhalt von nahrungsreichen Habitaten im Grünland für rastende und überwinternde Vögel (v. a. feuchtes Grünland, Überschwemmungsflächen, hohe Wasserstände). > Erhalt unzerschnittener, großräumiger, offener Landschaften mit freien Sichtverhältnissen. > Erhalt bzw. Wiederherstellung eines hohen Grünlandanteils. > Sicherung von beruhigten Schlafgewässern im Umfeld der Nahrungsgebiete. > Erhalt von Flugkorridoren.	
Graugans (*Anser anser*)	> Erhalt von unzerschnittenen, großräumigen, offenen Landschaften mit hohen Grünlandanteilen und freien Sichtverhältnissen. > Erhalt geeigneter Schlafgewässer in Nähe zu den Nahrungsgebieten. > Erhalt unverbauter Flugkorridore. > Bereitstellung ungestörter Rast- und Nahrungsräume ohne jagdliche Nutzung.	
Brandgans (*Tadorna tadorna*)	> Erhalt großräumig ungestörter und nahrungsreicher Wattenbereiche und Flachküsten mit Schlamm- und Sandflächen im Elbeästuar. > Ruhigstellung der Gebiete im Umfeld bekannter Rastplätze.	

	> Erhalt offener, unverbauter Räume im Umfeld der großen Gastvogelgebiete.	
Schnatterente (*Anas strepera*)	> Erhalt von grundwassernahen, seichten stehenden und vegetationsreichen Binnengewässern, auch von Brackwasserzonen. > Schutz der Brutplätze vor Störungen.	Die Tideelbe wird von den Entenvögel nur selten genutzt. Eine relevante Erhöhung der Vergrämungen durch den Baggerschiffverkehr ist nicht gegeben. Die terrestrischen und Binnengewässer werden von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf Schnatterente, Krickente, Knäkente, Löffelente, können ausgeschlossen werden.
Krickente (*Anas crecca)*	> Renaturierung der Flussauen. > Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtwiesen und anderen Feuchtgebieten. > Schaffung und Erhalt beruhigter Brutplätze. > Reduzierung der Bleischrotbelastung der Gewässer.	
Knäkente (*Anas querquedula*)	> Erhalt von grünlandreichen Niederungen und Überschwemmungsbereichen, Ausdeichung von Flächen. > Erhalt von ungestörten und deckungsreichen Binnenseen. > Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtwiesen mit kleinen Blänken, Tümpeln etc. > Schutz vor Gewässerausbau und Meliorationsmaßnahmen. > Erhalt und Wiederherstellung strukturreicher, unverbauter Gewässer und Erhalt hoher Grundwasserstände. > Nutzungsextensivierung von Grünlandflächen. > Ruhigstellung der Brutgewässer.	
Löffelente (*Anas clypeata*)	> Erhalt und Wiederherstellung von periodisch überschwemmten Flußauen, Feuchtwiesen, Grünland-Graben-Komplexen sowie Verlandungszone eutropher Binnengewässer. > Erhalt und Wiederherstellung von Sumpfgebieten mit freien Wasserflächen als auch von Altwässern. > Erhalt und Wiederherstellung von störungsfreien Brutplätzen.	
Pfeifente (*Anas penelope*)	> Erhalt der Nahrungshabitate im Elbeästuar Freihaltung der Lebensräume einschließlich der Verbindungskorridore zwischen Rast- und Nahrungshabitaten. > Jagdruhe sowie Schutz vor Vergrämungsmaßnahmen.	
Krickente (*Anas crecca*)	> Erhalt von flachen, eutrophen Binnengewässern und Feuchtwiesen als Nahrungshabitate.	

	> Sicherung von Ruhe-, Schutz- und Nahrungsräumen, insbesondere im Wattenmeer- und den Flussästuaren. > Schutz der Gewässer vor Verschmutzung (z. B. Verölung im Wattenmeer). > Wiedervernässung von Abtorfungsflächen. > Bereitstellung ungestörter Rast- und Nahrungsräume ohne jagdliche Nutzung.	
Stockente (*Anas platyrhynchos*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von naturnahen Gewässern und Überschwemmungsflächen. > Bereitstellung beruhigter Rastgebiete. > Jagdruhe.	
Spießente (*Anas acuta)*	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von weiträumigen Überschwemmungsflächen in den Flußauen mit hohen Grundwasserstände. > Erhalt und Schaffung von Flachwasserbereichen mit hohem Nahrungsangebot. > Erhalt von Feuchtwiesen. > Bereitstellung beruhigter Rastgebiete (Schaffung von Ruhezonen).	
Löffelente (Anas clypeata)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von Überschwemmungsflächen an den Flüssen, Ausdeichung von Flächen. > Erhalt von Flachwasserlebensräumen mit einem hohen Nahrungsangebot. > Bereitstellung ungestörter Rast- und Nahrungsräume ohne jagdliche Nutzung.	
Wasserralle (*Rallus aquaticus*)	> Erhalt und Wiederherrichtung von großflächigen Röhrichten und Großseggenrieder in Feuchtgebieten mit oberflächennahem Wasserstand. > Erhalt auch von kleineren Röhrichten an Fließgewässern und in Erlen-/ Weidenbruchwäldern (mindestens 200 m²), Feuchtwiesen und feuchten Flussniederungen. > Erhalt von ungestörten Brut- und Rufplätzen an geeigneten Gewässern. > Gewährleistung stabiler, hoher Wasserstände während der gesamten Brutzeit.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhung (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) sind nicht geeignet die Gewässerqualität der Tideelbe, die Uferstrukturen und die dortige Vegetation (z. B. Röhrichte, Großseggenrieder), noch die Brut-, Nahrungs- und Ruheräume der Avifauna erheblich zu beeinträchtigen. Erhebliche Auswirkungen auf die Wasserralle können ausgeschlossen werden.
Kiebitz (*Vanellus vanellus)*	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von feuchten Grünlandflächen und kleinen offenen Wasserflächen (Blänken, Mulden etc.). > Nutzungsextensivierung auf den Grünlandflächen. > Entwicklung eines Nutzungskonzeptes (Mosaik aus Wiesen- und Weidenutzung). > Schaffung nahrungsreicher Flächen; Förderung von Maßnahmen zur Erhöhung des Nahrungsangebots. > Sicherung und Beruhigung der Bruten (ggf. Gelegeschutz).	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen sind zu gering (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) , so dass Änderungen der Entwicklungsdynamik in dem morphodynamisch hoch aktiven Tideelbeästuar ausgeschlossen werden können. Damit werden auch nicht die von dem Kiebitz, Bekassine, Uferschnepfe und Rotschenkel teilweise als Nahrungsgebiet genutzten Wattflächen erheblich beeinträchtigt. Die prognostisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind

	> Schutz vor anthropogen verursachten erhöhten Verlustraten von Gelegen und Küken (Schutz vor Beutegreifern).	unterhalb des Schwellenwertes (= größer erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen und damit auch erhebliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation nicht zu erwarten sind. Die terrestrischen Lebensräume werden nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf Kiebitz, Bekassine, Uferschnepfe und Rotschenkel können ausgeschlossen werden.
Bekassine (*Gallinago gallinago*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von feuchten Grünlandflächen und Flussniederungen. > Extensive Flächenbewirtschaftung. > Sicherung von störungsarmen Bruthabitaten.	
Uferschnepfe (*Limosa limosa*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von feuchten Grünlandflächen und Flussniederungen. > Extensive Flächenbewirtschaftung (extensive Grünlandnutzung). > Sicherung von störungsarmen Bruthabitaten. > Sicherung der Brutvorkommen (ggf. Gelegeschutz). > Erhalt und Wiederherstellung nahrungsreicher Habitate. > Erhalt und Wiederherstellung von kleinen offnen Wasserflächen (Blänken, Mulden).	
Rotschenkel (*Tringa totanus*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von feuchten Grünlandflächen und Flussniederungen (Flussrenaturierung, Ausdeichungen). > Wiedervernässung von Hochmooren und anderen Feuchtgebieten. > Extensive Flächenbewirtschaftung (Reduzierung der Salzwiesenbeweidung, extensive Grünlandnutzung). > Sicherung von störungsarmen Bruthabitaten. > Erhalt und Wiederherstellung nahrungsreicher Habitate. > Erhalt und Wiederherstellung von kleinen offnen Wasserflächen (Blänken, Mulden).	
Feldlerche (*Alauda arvensis*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung einer vielfältigen, reich strukturierten Feldlandschaft (Feldfruchtvielfalt, Nutzungsmosaik, Sonderstrukturen, Magerstellen, Feld-/Wegränder). > Erhalt bzw. Wiederherstellung von extensiv genutzten Kulturlandflächen (v. a. auch Grünland). > Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtgrünland. > Erhalt und Wiederherstellung nahrungsreicher Habitate (Förderung von	Die (terrestrischen) Lebensräume der Feldlerche werden von den Vorhabenwirkungen nicht beeinträchtigt.

	Flächenbewirtschaftung mit Verzicht auf Einsatz von Pestiziden und Herbiziden und Minimierung des Düngemitteleinsatzes). > Schaffung eines Nutzungsmosaiks im Grünland (zeitlich unterschiedliche Mahdtermine bzw. Verteilung Mahdtermine über einen längeren Zeitraum).	
Schafstelze (*Motacilla flava*)	> Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtwiesen, feuchten Brachen etc. (Wiedervernässung). > Erhalt bzw. Wiederherstellung von Feuchtgrünland. > Erhalt und Wiederherstellung nahrungsreicher Habitate. > Schaffung lückiger Strukturen im Grün- und Ackerland (Minimierung des Düngemitteleinsatzes). > Schaffung eines Nutzungsmosaiks im Grünland mit ausreichend langen Ruhezeiten zwischen Nutzungsterminen. > Entwicklung spät gemähter Wegränder (Mahd ab August) Erhalt bzw. Wiederherstellung von nährstoffarmen Säumen. > Förderung einer extensiven Viehhaltung (Mutterkuhhaltung).	Die (terrestrischen) Lebensräume der Schafstelze werden von den Vorhabenwirkungen nicht beeinträchtigt
Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*)	> Erhalt bzw. Wiederausdehnung extensiv genutzten Grünlandes. > Erhöhung der Wasserstände in Grünlandgebieten. > Erhalt bzw. Entwicklung von saumartigen Ruderal- und Brachstrukturen in Auen. > Strukturanreicherung im Grünland u. a. durch blüten- und insektenreichen Randstreifen. > Schaffung von Grünland-Brachflächen mit reichhaltigem Nahrungsangebot. > Erhalt und Förderung nahrungsreicher Habitate mit vielfältigem Blüh-Horizont. > Entwicklung spät gemähter Säume und Wegränder. > Sicherung und Entwicklung von Sonderstrukturen in der Agrarlandschaft (Randstreifen etc.).	Die (terrestrischen) Lebensräume des Braunkehlchens werden von den Vorhabenwirkungen nicht beeinträchtigt.
Lachmöwe (*Larus ridibundus*)	> Erhalt von unbelasteten, nahrungsreichen Wattflächen. > Erhalt von feuchten bis nassen Grünlandflächen. > Erhalt der offenen Grünlandkomplexen. > Erhalt von Feuchtgebieten aller Art mit Flachwasser- und Schlammzonen. > Bereitstellung ausreichend beruhigter Rast- und Nahrungshabitate.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen sind zu gering (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden) , so dass Änderungen der Entwicklungsdynamik in den morphodynamisch hoch aktiven Tideelbeästuar ausgeschlossen werden können. Damit werden auch nicht die von Lachmöwe und Sturmmöwe teilweise als Nahrungsgebiet genutzten Wattflächen, Flachwasser- und Schlammzonen erheblich beeinträchtigt. Die rechnerisch ermittelten

	> Schutz vor Vergrämungsmaßnahmen in Rasthabitaten. > Jagdruhe.	Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sedimentqualität ausschließen lassen und damit auch erhebliche Auswirkungen auf die Bioakkumulation nicht zu erwarten sind. Die terrestrischen Lebensräume werden nicht beeinträchtigt. Erhebliche Auswirkungen auf Lachmöwe und Sturmmöwe können ausgeschlossen werden.
Sturmmöwe (*Larus canus*)	> Erhalt von ungestörten und unbelasteten, nahrungsreichen Wattflächen. > Erhalt von offenen Grünland- und Ackerlandschaften, v. a. an der Küste, in den Flussmarschen und im Tiefland. > Erhalt von Feuchtgebieten aller Art mit Flachwasser- und Schlammzonen. > Schaffung und Erhalt nahrungsreicher Flächen. > Bereitstellung wichtiger Nahrungshabitate mit freien Sichtverhältnissen. > Schutz vor Vergrämungsmaßnahmen in Rasthabitaten. > Jagdruhe.	

Erhaltungsziele aus https://www.landkreis-stade.de/buergerservice/dienstleistungen/natura-2000-900000253-0.html?myMedium=1

6.1.4.11 EU-Vogelschutzgebiet Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491) [30]

Art/LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen /Bewertung
Gesamtgebiet	Das Gesamtgebiet und die engen Beziehungen zwischen den Teilbereichen des Gesamtgebietes sind zu erhalten.	Die Beziehung und der Austausch zwischen den Teilgebieten und angrenzenden Natura 2000 Gebieten wird nicht beeinflusst.
Teilgebiet „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzender Küstenstreifen“	Erhaltung der standorttypischen Vogelwelt in ihrer natürlichen Dynamik und der natürlichen Prozesse im Gebiet.	Die standorttypische Vogelwelt in ihrer natürlichen Dynamik und die natürlichen Prozesse im Gebiet werden nicht erheblich beeinträchtigt (Begründung siehe folgende Ausführungen).

[30] Entspricht in Set 1 den BZR 105, sowie der darin enthaltenen BZR aus Set 3, hier v.a. BZR 332, 333, 346 (teilweise), 347 und 355.

	Erhaltung > der weitgehend natürlichen geomorphologischen Dynamik. > der lebensraumtypischen Strukturen und Funktionen, insbesondere von Flachwasserbereichen, Wattströmen, Prielen, Watten, Außensänden, Sandstränden, Primärdünen, Strandwällen, Nehrungen, Spülsäumen, Muschelschillflächen, Salzwiesen, Dünen, Heiden, Lagunen und Flussmündungs-Lebensräumen in natürlicher Ausprägung und Halligen.	Die Langfristprognose (10 Jahre) beschreibt geringmächtige und kleinräumige Sedimentablagerungen in einer Größenordnung von maximal 2 - 5 mm. Die mögliche Erhöhung von Schwebstoffgehalten liegt im Bereich von maximal 2 - 5 mg/l, beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Die stärksten verbringungsbedingten Wirkungen sind auf den unmittelbar an der Tideelbe angrenzenden Flächen zu finden. Weiter nördlich nehmen diese ab. In dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer (morphologischer Raum um mindestens eine Größenordnung größer, siehe Kapitel 4.1.4 und 5.2.3.) werden diese Wirkungen auch langfristig keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (z. B. Flachwasserbereichen, Wattströmen, Prielen, Watten usw.) und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik bewirken können. Terrestrische Lebensräume (Dünen, Heiden usw.) werden nicht von dem Vorhaben beeinträchtigt.
	Erhaltung > der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld,	Die Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.
	Erhaltung > der weitgehend natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse, > einer möglichst hohen Wasserqualität.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff. entnommen werden) werden in dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer zu keinen erheblichen Beeinträchtigungen der hydrophysikalischen und hydrochemischen Gewässerverhältnisse und Prozesse führen. Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sediment- und Wasserqualität ausschließen lassen (vgl. Kapitel 5.4.1 und 6.5).
	Erhaltung von weitgehend unbeeinträchtigten Bereichen, des Tideeinflusses mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung der Lebensgemeinschaften im Eider- und Elbmündungsbereich.	Der Tideeinfluss mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung wird von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt. Kein Bereich oder Lebensgemeinschaften im Eider- und Elbmündungsbereich wird durch die geringmächtigen und kleinräumigen Sedimentablagerungen sowie die geringen und zeitlich begrenzten Schwebstofferhöhungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff. entnommen werden) erheblich beeinträchtigt.
Ziele für Vogelarten	Erhaltung von geeigneten Brut-, Aufzucht-, Mauser-, Durchzugs-, Rast-,	Die Baggerschiffe fahren relativ langsam, auf einer viel befahrenen Schifffahrtsroute und in

	Überwinterungs- und Nahrungsgebieten von ausreichender Größe bei Gewährleistung natürlicher Fluchtdistanzen.	ausreichendem Abstand, so dass mit keinen relevanten Störungen und Vergrämungen der Vögel in den Brut-, Aufzucht-, Mauser-, Durchzugs-, Rast-, Überwinterungs- und Nahrungsgebiete des Vogelschutzgebietes zu rechnen ist. Die geringe Zunahme der Trübung (max. 2 - 5 mg/l) hat keine erheblichen Auswirkungen auf den Jagderfolg und auf das Nahrungsangebot der Vögel in dem Schutzgebiet. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung (rechnerisch keine Konzentrationsänderungen) als relativ gering eingeschätzt werden. Die berechneten verbringungsbedingten geringmächtigen Sedimentauflagen von wenigen Millimetern führen in den aquatischen Lebensräumen der Vögel zu keinen relevanten Änderungen, die terrestrischen Lebensräume der Vögel sind von den Wirkungen des Vorhabens nicht betroffen. Erhebliche Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele für diese Vogelarten können ausgeschlossen werden.
	Erhaltung von weitgehend unzerschnittenen Räumen zwischen Brut-, Nahrungs-, Mauser- und Rastplätzen, insbesondere Freihaltung von hohen vertikalen Fremdstrukturen.	
	Erhaltung von störungsfreien Hochwasserrastplätzen für Wat- und Wasservögel sowie Mausergebieten, insbesondere für Brandgans, Eiderente und Trauerente.	
	Erhaltung des natürlichen Bruterfolgs.	
	Erhaltung der natürlichen Nahrungsverfügbarkeit (d.h. Erhaltung der natürlichen Vorkommen von Benthosorganismen als Nahrung für Wat- und Wasservögel, der natürlichen Vorkommen der Seegraswiesen und ihrer Dynamik als Nahrungsgebiete, für Ringelgänse und Pfeifenten, der natürlichen Vorkommen der Quellerbestände als Nahrung für Gänse, Enten und Singvögel, der Salzwiesen mit charakteristisch ausgebildeter Vegetation und ihrer ungestörten Vegetationsfolge (Sukzession) als Nahrungsgebiet für Gänse und Enten, von natürlich vorkommenden Muschelbeständen mit standortgerechter Begleitfauna, u.a. als Nahrungsgrundlage für Trauer- und Eiderente, einer natürlichen Fischfauna als Nahrungsgrundlage für Seetaucher und andere fischfressende) Arten.	Relevante Auswirkungen auf die Fisch- und Benthosfauna und damit auf die Nahrungsverfügbarkeit können ausgeschlossen werden. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung der Sedimente (rechnerisch keine Konzentrationsänderungen) als relativ gering eingeschätzt werden. Im sensitivsten Zeitraum des Seegraswachstums werden für alle Szenarien verbringbedingte geringe Schwebstoffgehaltserhöhungen unterhalb von 1 mg/l im Maximum prognostiziert, die messtechnisch nicht nachweisbar wären. Daraus wird eine nur geringfügig und zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert (hier BZR 332 und 331). Vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglich“ gewählten Ansatzes und der eher überschätzenden Wirkung werden erhebliche Auswirkungen auf die rezenten Seegrasvorkommen ausgeschlossen . Ein nicht gänzlich auszuschließender, geringer Lebensraumverlust der Art *Z. marina* im künftigen Besiedlungsvorgang (Prognose 10 Jahre) wird gleichfalls vor dem Hintergrund des „hoch vorsorglichen“ Ansatzes (vgl. Kapitel 5.6) als nicht erheblich gewertet. Diese Aussage gilt nur im Zusammenhang mit einem Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen. Die dynamischen Prozesse der Nordsee werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die morphologischen vorhabenbedingten Wirkungen

		(Sedimentablagerungen und -verteilung) sind zu gering um die Vorkommen von Quellerbeständen erheblich zu beeinträchtigen. Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
	Erhaltung der Salzwiesen mit charakteristisch ausgebildeter Vegetation und ihrer ungestörten Vegetationsfolge (Sukzession) als Brut- und Rastgebiet von Küstenvögeln.	Die dynamischen Prozesse der Nordsee und der Küstengewässer werden durch die Maßnahme nicht beeinträchtigt und die vorhabenbedingten Wirkungen (Sedimentablagerungen, erhöhte Schwebstoffgehalte, Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff. entnommen werden) sind zu gering um die Strukturen und Funktionen und damit die Pflanzen und Tierarten dieses partiell terrestrischen Lebensraumtypen zu beeinträchtigen.
	Erhaltung von störungsfreien vegetationsarmen Sand-, Kies- und Muschelschillflächen durch Gewährleistung der natürlichen geomorphologischen Küstendynamik, insbesondere als Brutplatz für Seeregenpfeifer, Sandregenpfeifer, Zwergseeschwalbe, Fluss- und Küstenseeschwalbe.	Strukturen und Funktionen partiell terrestrischer Lebensraumtypen sowie die dortigen Sediment- und Überflutungsverhältnisse werden von den Auswirkungen der Baggergutverbringung z. B. durch die prognostizierten kleinräumigen Sedimentablagerungen (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff. entnommen werden) wenn überhaupt minimal, aber nicht erheblich und nicht als Störung der Vögel beeinträchtigt.
	Erhaltung der marinen und limnischen Durchzugs- und Rastlebensräume für die Zwergmöwe in der Elbmündung.	Die potentiell mit dem Vorhaben verbundenen Wirkungen sind nicht geeignet limnische , terrestrische oder marine Bereiche zu beeinträchtigen.
	Erhaltung der Brutlebensräume der Lachseeschwalbe in den Vorländern der Unterelbe.	
	Erhaltung der Brutlebensräume für den Alpenstrandläufer (Calidris alpina schinzii) in den Sandsalzwiesen bei St. Peter-Ording.	
	Erhaltung des Offshore-Bereiches als wichtiges Nahrungs-, Mauser- und Rastgebiet für Seevogelarten wie Seetaucher und Meeresenten.	Benthische Organismen und Fische werden durch die Verbringung räumlich begrenzt beeinflusst, diese Räume spielen als Nahrungsquelle, aufgrund der großen Gewässertiefen, für Vögel jedoch kaum eine Rolle. Da für die Seevögel zudem zahlreiche Ausweichflächen zur Nahrungssuche existieren, sind in Bezug auf den Faktor Nahrungsverfügbarkeit praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten. Die Hydrologie und Dynamik werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.
	Erhaltung der Möglichkeit, dass sich die Seevogel- und Entenbestände entsprechend der hydrografischen Bedingungen, der Dynamik des Wasserkörpers und der Benthosbestände sowie des wechselnden Nahrungsangebotes verlagern können.	
	Vermeidung von zusätzlicher Vogelmortalität durch Beifang in der Fischerei.	Das Vorhaben gehört nicht zu der Fischerei, es werden keine Fische oder andere Tiere gefangen.
	Erhaltung von störungsarmen Bereichen ohne Unterwasserlärm und ohne thermische oder elektrische/ magnetische Emissionen, die zu Schädigungen der Fauna führen können.	Die Baggerschiffe fahren relativ langsam, auf einer viel befahrenen Schifffahrtsroute, so dass nur eine räumlich begrenzte und sehr geringe Zunahme von Unterwasserlärm durch die Baggerschiffe erwartet wird.

Teilgebiet Ästuare/Flussmündungen	Erhaltung des Tideeinflusses mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung der Lebensgemeinschaften.	Der Tideeinfluss mit der charakteristischen Salz-, Brack- und Süßwasserzonierung wird von dem Vorhaben nicht beeinträchtigt.
	Erhaltung der Biotopkomplexe und ihrer charakteristischen Strukturen und Funktionen mit z. B. Watten, Süss- und Salzwiesen, Altwassern, Priel- und Grabensystemen, Spülsäumen, Röhrichten, Riedern, Schlammbänken, Stränden.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Erhöhungen der Schwebstoffgehalte (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff. entnommen werden) führen in dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer (morphologischer Raum um mindestens eine Größenordnung größer, vgl. Kapitel 4.1.4 und 5.2.3) zu keinen Änderungen der morphologischen Strukturen (Priele, Watten usw.) und deren ungestörten und natürlichen Entwicklungsdynamik.
	Erhaltung der ökologischen Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld.	Die Wechselbeziehungen mit dem terrestrischen, limnischen und marinen Umfeld werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.
	Erhaltung der Sedimentations- und Strömungsverhältnisse sowie der natürlichen Dynamik im Flussmündungs- und Uferbereich. Erhaltung der biotopprägenden hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse und Prozesse des Küstenmeeres, der Flussmündungen und seiner Zuflüsse.	Die dynamischen hydrologischen und morphologischen Prozesse werden durch die Verbringung nicht beeinträchtigt. Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Erhöhungen der Schwebstoffgehalte (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff entnommen werden) sind zu gering um die hydrochemischen und hydrophysikalischen Gewässerverhältnisse erheblich zu beeinträchtigen. Potentielle Wirkungen werden durch die natürlichen Prozesse vollständig überlagert. Erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
	Erhaltung der weitgehenden Ungestörtheit der Flächen und der größeren Gewässer. Erhaltung ungestörter Zugwege für Wat- und Wasservögel. Insbesondere sind die weitgehend ungestörten Flugbeziehungen zwischen dem Eiderästuar und den anderen Teilbereichen des Vogelschutzgebietes, insbesondere des Wattenmeeres zu erhalten. Zum Schutz der vorkommenden (Groß-)Vögel ist das Eiderästuar von vertikalen Strukturen, wie Windkraftanlagen und Hochspannungsleitungen freizuhalten, sowie sein unverbauter Zustand und die ungestörten Ruhezonen zu erhalten.	Die Zugwege und Flugbeziehungen zwischen den Lebensräumen der Vögel werden durch das Vorhaben nicht beeinträchtigt.
	Erhaltung einer guten Wasserqualität und einer möglichst naturnahe Gewässerdynamik.	Die prognostizierten Sedimentablagerungen und Erhöhungen der Schwebstoffgehalte (Prognose kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ und ff entnommen werden) führen in dem morphodynamisch hoch aktiven Wattenmeer (morphologischer Raum um mindestens eine Größenordnung größer, vgl. Kapitel 4.1.4 und

		5.2.3) zu keinen Änderungen der Gewässerdynamik. Die rechnerisch ermittelten Schadstoffkonzentrationsänderungen sind unterhalb des Schwellenwertes (Schwellenwert = Ausgangskonzentration + erweiterte Messunsicherheit), so dass sich verbringungsbedingte Beeinträchtigungen der Sediment- und Wasserqualität (vgl. Kapitel 5.4.1 und Kapitel 6.5) ausschließen lassen.
Ziele für Vogelarten	Erhaltung eines günstigen Erhaltungszustandes der im Teilgebiet vorkommenden Arten und ihrer Lebensräume.	Der Erhaltungszustand der Vögel wird durch das Vorhaben nicht erheblich beeinträchtigt.
Arten der Sukzessionsflächen wie Tüpfelsumpfhuhn, Rohrweihe, Blaukehlchen, Schilfrohrsänger, Bartmeise	Erhaltung > der Sukzession der Vegetation > der weitgehend unbeeinträchtigten Bereiche > der möglichst natürlichen geomorphologischen Dynamik > der möglichst natürlichen hydrophysikalischen und hydrochemischen Verhältnisse und Prozesse > als störungsarme Gebiete, die frei von Vertikalstrukturen sind	Die aufgeführten Vögel und ihre Lebensräume (inklusive der Strukturen und Funktionen) werden von den Wirkungen des Vorhabens nicht beeinträchtigt.
Arten des Feuchtgrünlands wie Nonnengans, Pfeifente, Spießente, Krickente, Knäkente, Säbelschnäbler, Goldregenpfeifer, Kiebitz, Alpenstrandläufer, Kampfläufer, Bekassine, Uferschnepfe, Großer Brachvogel, Rotschenkel, Trauerseeschwalbe, Feldlerche, Wiesenpieper, Schafstelze (Dithmarscher Eidervorland, Grüne Insel und Oldensworter Vorland)	> Ziel ist der Erhalt der offenen Feuchtwiesenlandschaft mit Management als Bruthabitat für Wiesen- und Küstenvögel und als Nahrungsflächen sowie Rastflächen für Gänse, Schwäne und Enten. Erhaltung > von großen, zusammenhängenden, offenen Grünlandflächen mit ausreichend Wasser gesättigtem Boden (feuchtes Grünland) in extensiver landwirtschaftlicher Nutzung sowie kleinflächigen Bereichen mit Schilf und Hochstaudenfluren als Brut- und Nahrungshabitat kleiner offener Wasserflächen wie Blänken und Mulden in Verbindung mit dem Grünland, > eines ganzjährigen hohen Wasserstandes in den Gräben und alten Prielen sowie eines hohen Grundwasserstandes, mit im Winter zum Teil überstauten Teilflächen > von störungsfreien Brutbereichen während der Ansiedlung und Brut,	

	> von pflanzenreichen, flachen Kleingewässern wie Tränkekuhlen und Gräben als Bruthabitate, > der Trauerseeschwalbe.	
Arten der Röhrichte wie Blaukehlchen, Schilfrohrsänger, Rohrdommel, Rohrweihe, Tüpfelsumpfhuhn, Bartmeise (Eidervorländer bei Friedrichstadt)	Erhaltung > von naturnahen Bruthabitaten wie Röhrichten, Weidengebüschen und Verlandungszonen sowie vielfältigen und großen Übergangsbereichen, > weitgehend ungestörter Brutbereiche während der Ansiedlung und Brut, > von Verlandungszonen, Gewässerflächen und extensiv genutztem Feuchtgrünland als Nahrungsgebiete, insbesondere in der Umgebung der Brutplätze, > weitgehend natürlicher Wasserstandsschwankungen, > lückiger Schilfbestände mit langen Grenzlinien und mit z.T. geringer Halmdichte (Schilfrohrsänger), > von großflächigen und wasserständigen Altschilfbeständen ohne oder mit nur gelegentlicher Schilfmahd (Rohrdommel, Bartmeise, Rohrschwirl), > eines möglichst störungsfreien Umfeldes der Brutplätze während der Ansiedlung und Brut (Rohrdommel), > von Brackwasser-Röhrichten und Gewässerverlandungszonen früher Sukzessionsstadien mit einem Mosaik aus feuchtem Schilfröhricht, Hochstauden, einzelnen Weidenbüschen sowie vegetationsarmen Flächen (Weißstern-Blaukehlchen).	
Arten der Godelniederung wie Brandgans, Säbelschnäbler, Sandregenpfeifer, Alpenstrandläufer, Knutt, Pfuhlschnepfe, Rotschenkel, Lachmöwe, Sturmmöwe, Zwergmöwe	Erhaltung > der Salzwiesenkomplexe, Strandwälle und Nehrungshaken als Brut-, Nahrungs- und Rastgebiete, > ungestörter Brutbereiche während der Ansiedlung und Brut, > als störungsarmes Rast- und Nahrungsgebiet, frei von Vertikalstrukturen, > weitgehend natürlicher Wasserstandsschwankungen, > der möglichst natürlichen geomorphologischen Dynamik.	

Erhaltungsziele aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/mplan_inet/0916-391/tgspeicherkoognord/0916-391Mplan_TGSpeicherkoogNord_Erhaltungsziel2006_SPA.pdf

6.1.4.12 EU-Vogelschutzgebiet Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)[31]

Art /LRT von besonderer und Bedeutung	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen
Gesamtgebiet	Erhaltung > eines günstigen Erhaltungszustandes des Lebensraumes für Seevögel und die Aufrechterhaltung stabiler, sich innerhalb natürlicher Bestandsschwankungen langfristig selbst tragender Populationen sowie der Verbreitungsgebiete. Zum Erhalt der Populationen soll den Vögeln insbesondere durch das Vorhandensein günstiger Rast- und Ernährungsbedingungen die Möglichkeit gegeben sein, die artspezifische Tragfähigkeit des Gebietes auszuschöpfen, erhöhte Mortalität zu vermeiden und einen natürlichen Bruterfolg in ihren Brutgebieten zu erzielen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Möglichkeit, dass die Vögel eine gute Kondition erreichen bzw. erhalten. Ziel ist auch die Erhaltung der besonderen Bedeutung für den Vogelzug regelmäßig auftretende Zugvogelarten, > natürlicher Bestandsdichten, Alters- und Größenklassenverteilungen und räumlichen wie zeitlichen Verbreitungsmuster der als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen (Fischfauna und der pelagialen und insbesondere oberflächennahen Wirbellosenfauna sowie der standorttypischen Benthosfauna, insbesondere der standorttypischen Muschelarten und ihrer Begleitfauna in den flacheren Bereichen des Gebietes) in ihrer natürlichen Dynamik.	Die prognostizierten Schwebstofferhöhungen von maximal 2 - 5 mg/l und die damit verbundene Reduzierung der Lichteindringtiefen vgl. Kapitel 5.3.3) sind nicht geeignet die Habitate und Lebensräume der Seevögel in dem Vogelschutzgebiet relevant zu beeinträchtigen. Selbst wenn einige der Vögel zeitweise Nahrung auf der Verbringstelle und deren Nahbereich aufnehmen, wo es zu einer räumlich begrenzten geringen Beeinträchtigung der benthischen Organismen und Fische kommen kann, wird das keine erheblichen Auswirkungen auf die Vogelindividuen und deren Populationen haben. Die Fisch- und Benthosfauna in dem Vogelschutzgebiet wird nicht relevant beeinträchtigt. Auch die prognostizierte geringe Abnahme der Lichteindringtiefe ist nicht geeignet den Jagderfolg der Vögel und damit ihre Nahrungsaufnahme erheblich zu beeinträchtigen. Erhebliche Beeinträchtigungen auf die Erhaltungsziele können ausgeschlossen werden.
Gesamtgebiet	Erhaltung der Möglichkeit, dass sich die Seevogel- und Entenbestände entsprechend der hydrografischen Bedingungen, der Dynamik des Wasserkörpers und der Benthosbestände sowie des wechselnden Nahrungsangebotes verlagern können.	Die hydrologischen Parameter und die Entwicklung der Benthosbestände werden durch das Vorhaben nicht beeinflusst.
Gesamtgebiet	Erhaltung nicht oder wenig gestörter Bereiche, um eine effiziente	Da die Verbringstelle mehr als 12 km von dem Vogelschutzgebiet entfernt ist, werden hier die

[31] Entspricht BZR 121 inkl. 122 (Steingrund)

	Nahrungsaufnahme zu ermöglichen und unnötigen Energieverbrauch durch wiederholte Aufflugbewegungen zu vermeiden und der Hindernisfreiheit des Gebietes, um Wechsel- und Ausweichbewegungen zwischen Teilbereichen und den angrenzenden Schutzgebieten im Küstenmeer und in der AWZ und den Zug insbesondere in den hauptsächlich genutzten unteren Höhenbereichen gefahrlos und ohne unnötige Energieverluste auf direktem Wege zu ermöglichen.	Seevögel weder durch den Baggerschiffsverkehr noch durch die Verbringung gestört.
Gesamtgebiet	Erhaltung einer hohen Wasserqualität, insbesondere ohne Verschmutzung von See und Land und eines weitgehend unbeeinträchtigten Meeresbodens und der dortigen Lebensgemeinschaften, u. a. mit Laichplätzen von Fischen.	Der Meeresboden, die dortigen Lebensgemeinschaften und ihre Lebensräume werden durch das Vorhaben nicht erheblich beeinträchtigt. Es kommt zu keiner Verschlechterung der Wasserqualität (vgl. Kapitel 6.5).
Brutbestände von Seevogelarten (wie Eissturmvogel, Basstölpel, Dreizehenmöwe, Trottellumme, Tordalk)	Erhaltung störungsfreier Brutmöglichkeiten auf der Insel Helgoland als einzigem deutschen Brutplatz dieser Arten und eines direkten ungehinderten Zugangs zum Meer für die Jungvögel beim Verlassen der Brutplätze (Lummensprung).	Da die Verbringstelle mehr als 12 km von dem Vogelschutzgebiet entfernt ist, werden hier die Seevögel weder durch den Baggerschiffsverkehr noch durch die Verbringung gestört und nicht an ihrem Zugang zum Meer gehindert.
Rastende, überwinternde und mausernde Arten sowie Nahrungsgäste wie Stern- und Prachttaucher, Trauerente, Zwergmöwe und Brandseeschwalbe	Erhaltung > der Störungsarmut des Gebietes als Teil des wichtigsten Überwinterungsgebietes für Stern- und Prachttaucher in der Nordsee, > der besonderen Bedeutung als Überwinterungs-, Rast- und Mausergebiet für die Trauerente, > der besonderen Bedeutung als Zug- und vor allem auch Nahrungsgebiet für die Zwergmöwe, insbesondere während des Frühjahrszuges und der Bedeutung als Nahrungsgebiet während der Brut- und Nachbrutzeit insbesondere der Brandseeschwalbe.	Da die Verbringstelle mehr als 12 km von dem Vogelschutzgebiet entfernt ist, werden hier die Seevögel weder durch den Baggerschiffsverkehr noch durch die Verbringung gestört. Das Nahrungsangebot wird nicht reduziert und erhebliche Auswirkungen aus der potentiellen Schadstoffanreicherungen infolge prognostizierter Erhöhung der Schwebstoffgehalte (für Prognose siehe Eintrag bei „Gesamtgebiet“ in erster Zeile I) können ausgeschlossen werden.
Regelmäßig durchziehende Vogelarten	Vermeidung von Lichtemissionen, die zur Beeinflussung des Vogelzuges führen können.	Die Lichtemissionen des Baggerschiffsverkehrs reichen nicht bis zu dem mehr als 12 km entfernten Vogelschutzgebiet.

Erhaltungsziele aus http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/erhaltungsziele/DE-1813-491.pdf

6.1.4.13 EU-Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht (1011-401)[32]

Art /LRT	Erhaltungsziel	Mögliche Beeinträchtigungen
Gesamtgebiet	Erhaltung und Wiederherstellung der spezifischen ökologischen Werte und Funktionen des Gebietes, insbesondere > seiner charakteristischen Morphodynamik sowie der durch den Tidestrom und den Einstrom von Elbewasser geprägten Hydrodynamik, > einer natürlichen oder naturnahen Ausprägung artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgründe sowie die Entwicklung von Schlickgründen mit bohrender Bodenmegafauna, > der Bestände der Schweinswale, Kegelrobben, Seehunde und Seevogelarten sowie ihrer Lebensräume und der natürlichen Populationsdynamik, > der vielfältigen, artenreichen und eng miteinander vernetzten Benthoslebensgemeinschaften im zentral-westlichen Bereich des Schutzgebietes (Unterbereich Ia), der durch eine besondere ökologische Verzahnung von Riffen, Grob- und Mittelsanden gekennzeichnet ist, und nicht oder sehr wenig durch menschliche Nutzungen beeinflusster Benthoslebensgemeinschaften im Bereich der Amrumbank (Unterbereich Ib) sowie > der Funktion für die Vernetzung der benthischen Lebensgemeinschaften in der Deutschen Bucht. Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands > der den Bereich prägenden Lebensraumtypen nach Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser (EU-Code 1110) und Riffe (EU-Code 1170), > der Arten nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG Flussneunauge (Lampetra fluviatilis, EU-Code 1099), Finte (Alosa fallax, EU-Code 1103), Schweinswal (Phocoena phocoena, EU-Code 1351), Kegelrobbe (Halichoerus grypus, EU-Code 1364) und Seehund (Phoca vitulina, EU-Code 1365).	Die Prognose über den Zeitraum von 10 Jahren schließt Sedimentablagerungen aus; damit können Auswirkungen auf die charakteristische Morphodynamik und die Hydrodynamik ebenfalls ausgeschlossen werden. Gleiches gilt auch für die Ausprägung der Sedimente am Meeresboden Die mögliche Erhöhung von Schwebstoffgehalten liegt im südlichen Bereich (BZR 104_S) bei maximal 1 - 2 mg/l, beschränkt auf einen mehrwöchigen Zeitraum ab September während laufender Verbringungen. Weiter nach Norden hin (BZR 104_N) verringert sich die Erhöhung auf weniger als 1 mg/l und damit auch der Einfluss auf die Lichteindringtiefe.
1110 Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser	Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands, insbesondere > der ökologischen Qualität der Habitatstrukturen und deren flächenmäßiger Ausdehnung,	Die Langfristprognose (10 Jahre) schließt Sedimentablagerungen aus; damit können Auswirkungen auf den Erhalt von morphologischen Strukturen wie Sandbänke

[32] Entspricht in Set 1 den BZR 104_N und 104_S

	> der natürlichen Qualität dieser Lebensräume mit weitgehend natürlicher Verbreitung, Bestandsdichte und Dynamik der Populationen der charakteristischen Arten und der natürlichen Ausprägung ihrer Lebensgemeinschaften, > der Unzerschnittenheit der Lebensräume und ihrer Funktion als Regenerationsraum insbesondere für die benthische Fauna sowie > der Funktion des Gebietes als Startpunkt und Ausbreitungskorridor für die Wiederbesiedlung umliegender Gebiete durch die benthischen Arten und Lebensgemeinschaften.	ausgeschlossen werden. Aufgrund zeitweise erhöhter Schwebstoffgehalte wird sich die Lichteindringtiefe um bis zu < 20 cm verringern können. Die Prognose im Detail kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden.
1170 Riffe	Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands, insbesondere > der ökologischen Qualität der Habitatstrukturen und deren flächenmäßiger Ausdehnung, > der natürlichen Qualität dieser Lebensräume mit weitgehend natürlicher Verbreitung, Bestandsdichte und Dynamik der Populationen der charakteristischen Arten und der natürlichen Ausprägung ihrer Lebensgemeinschaften, > der Unzerschnittenheit der Lebensräume und ihrer Funktion als Regenerationsraum insbesondere für die benthische Fauna sowie > der Funktion des Gebietes als Startpunkt und Ausbreitungskorridor für die Wiederbesiedlung umliegender Gebiete durch die benthischen Arten und Lebensgemeinschaften.	Die Langfristprognose (10 Jahre) schließt Sedimentablagerungen aus; damit können Auswirkungen auf den Erhalt von morphologischen Strukturen wie Riffe ausgeschlossen werden. Aufgrund zeitweise erhöhter Schwebstoffgehalte wird sich die Lichteindringtiefe um bis zu < 20 cm verringern können. Die Prognose im Detail kann dem Eintrag „Gesamtgebiet“ entnommen werden.
Tordalk Eissturmvogel Prachttaucher Sterntaucher Silbermöwe Sturmmöwe Heringsmöwe Mantelmöwe Zwergmöwe Lachmöwe Trauerente Basstölpel Dreizehenmöwe Flussseeschwalbe Küstenseeschwalbe Brandseeschwalbe Trottellumme Skua Spatelraubmöwe	Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung > der Lebensraumtypen in der Funktion als Nahrungs-, Überwinterungs-, Mauser-, Durchzugs- und Rastgebiet; > der qualitativen und quantitativen Bestände der Vogelarten mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands; > Erhalt der wesentlichen Nahrungsgrundlagen der Vogelarten, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster der den Vogelarten als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen; > der für den Bereich charakteristischen erhöhten biologischen Produktivität an den vertikalen Frontenbildungen und der geo- und hydromorphologischen Beschaffenheit mit ihren artspezifischen ökologischen Funktionen und Wirkungen; > der natürlichen Qualität der Lebensräume mit ihren jeweiligen artspezifischen ökologischen Funktionen, ihrer Unzerschnittenheit und	Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf einer viel befahrenen Schifffahrtsroute und nicht durch das Vogelschutzgebiet , so dass mit keinen Störungen und Vergrämungen der Vögel zu rechnen ist. Die Unzerschnittenheit wird nicht beeinflusst. Die geringe Abnahme, der Lichteindringtiefe um zeitweise < 20 cm im BZR (104) wird keine erheblichen Auswirkungen auf den Jagderfolg der Vogelarten im Schutzgebiet haben. Auswirkungen auf die Nahrungsverfügbarkeit für die Vogelarten werden ausgeschlossen, da die Abundanz der Makroinvertebratenfauna und der Fische nur im Nahbereich der Verbringstelle sehr geringfügig und temporär beeinflusst wird. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung

	räumlichen Wechselbeziehungen sowie des ungehinderten Zugangs zu angrenzenden und benachbarten Meeresbereichen.	(Bioakkumulation) kann als relativ gering eingeschätzt werden (erhöhte Schadstoffwerte bei Makroinvertebraten und Fischen nur im 3 km-Umkreis der Verbringstelle). Selbst wenn einige der Tiere zeitweise Nahrung auf der Verbringstelle sowie im Nahbereich aufnehmen, wird das keine erheblichen Auswirkungen auf die Vogelarten und deren Population haben. Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele für die Vogelarten des Schutzgebietes können ausgeschlossen werden.
Finte Flußneunauge	Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands, insbesondere > der natürlichen Bestandsdichten dieser Arten mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands, ihrer natürlichen räumlichen und zeitlichen Verbreitung, ihres Gesundheitszustands und ihrer reproduktiven Fitness unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik, der natürlichen genetischen Vielfalt innerhalb des Bestandes im Bereich sowie der genetischen Austauschmöglichkeiten mit Beständen außerhalb des Gebietes, > einer hohen Vitalität der Individuen und arttypischen Altersstruktur des Bestandes der Fische und Rundmäuler sowie der räumlichen und zeitlichen Verbreitungsmuster und Bestandsdichten ihrer natürlichen Nahrungsgrundlagen.	Die im Gebiet anzutreffenden Finten und Flussneunaugen gehören Beständen an, die in Nordseezuflüssen wie insbesondere der Elbe reproduzieren und als heranwachsende und adulte Tiere weiträumig in der Nordsee umherwandern. Innerhalb des Schutzgebietes kommt es zu keinen Beeinträchtigungen. Beeinträchtigungen an der Verbringstelle und deren unmittelbarer Umgebung wie insbesondere Störungen durch den Verbringbetrieb sind auf einzelne Tiere beschränkt und wirken sich voraussichtlich nicht nachteilig auf Bestandsniveau dieser Arten aus. Eine erhöhte Schadstoffaufnahme, die bei einzelnen am Boden lebenden, anderen Fischarten im Verbringbereich und dessen näherer Umgebung in geringem Umfang möglich ist, ist bei diesen beiden sehr mobilen und überwiegend pelagischen lebenden Arten nicht zu erwarten. Daher ist auch im EU-Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht nicht mit nachteiligen Auswirkungen oder einer Behinderung der Wiederherstellung günstiger Erhaltungszustände von Finte und Flussneunauge zu rechnen.
Kegelrobbe Seehund Schweinswal	Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands, insbesondere	Innerhalb des Schutzgebiets kommt es zu keinen Auswirkungen auf Seehunde, Kegelrobben oder

	> der natürlichen Bestandsdichten dieser Arten mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands, ihrer natürlichen räumlichen und zeitlichen Verbreitung, ihres Gesundheitszustands und ihrer reproduktiven Fitness unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik, der natürlichen genetischen Vielfalt innerhalb des Bestandes im Bereich sowie der genetischen Austauschmöglichkeiten mit Beständen außerhalb des Gebietes, > des Bereiches als weitgehend störungsfreies und von lokalen Verschmutzungen unbeeinträchtigtes Habitat der in Absatz 1 Nummer 2 genannten Säugetiere und insbesondere als besonders bedeutsames Fortpflanzungs-, Aufzuchts-, Nahrungs- und Migrationshabitat für Schweinswale im Bereich der südlichen Nordsee, > unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration der in Absatz 1 Nummer 2 genannten Säugetiere in dänische Gewässer, in das unmittelbar angrenzende Schweinswalschutzgebiet des Landes Schleswig-Holstein und in die Schutzgebiete des Wattenmeeres und vor Helgoland, > der wesentlichen Nahrungsgrundlagen der in Absatz 1 Nummer 2 genannten Säugetiere, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster der diesen marinen Säugetierarten als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen sowie > einer hohen Vitalität der Individuen und arttypischen Altersstruktur des Bestandes der Fische und Rundmäuler sowie der räumlichen und zeitlichen Verbreitungsmuster und Bestandsdichten ihrer natürlichen Nahrungsgrundlagen.	Schweinswale. Im Fahrwasser und auf der Verbringstelle erhöht sich das Kollisionsrisiko der Meeressäuger mit dem Baggerschiffsverkehr aufgrund des bereits vorherrschenden hohen Schiffsverkehrsaufkommens nicht; Baggerschiffe bewegen sich auf vielbefahrenen Schifffahrtsrouten. Migrationsbewegungen werden dementsprechend nicht behindert. Relevante negative Auswirkungen durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe oder einer verbringungsbedingt erhöhten Trübung auf die Meeressäuger werden nicht erwartet. Ruhe- und Wurfplätze von Robben werden nicht gestört. Da negative Auswirkungen auf die Abundanz von Makrozoobenthos und Fischen äußerst gering und temporär sind und räumlich auf den Nahbereich der Verbringstelle begrenzt sind, ist vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit nicht gegeben. Eine Beeinträchtigung durch die Schadstoffbelastung wird als gering eingeschätzt, da sich die Tiere bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Nahbereich der Verbringstelle beschränken, in dem erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Nährtieren gemessen wurden. Erhebliche Auswirkungen auf Bestände, Gesundheitszustand, Vitalität und Fitness von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen können ausgeschlossen werden.

Quelle: NSGSylV - Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“ 1 (gesetze-im-internet.de)

6.1.5 Bewertung der Beeinträchtigungen von Natura 2000 Gebieten im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten (Kumulation)

Nach § 34 Abs. 1 sind Projekte auch im Zusammenwirken (im Folgenden als Kumulation bezeichnet) mit anderen Projekten oder Plänen auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen potentiell von den Vorhabenswirkungen betroffener Natura 2000-Gebiete zu überprüfen.

„*Voraussetzung für eine mögliche Kumulation von Auswirkungen durch das Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten sind mögliche Auswirkungen anderer Pläne und Projekte auf das jeweils von dem zu prüfenden Vorhaben betroffene gleiche Erhaltungsziel. Hierbei kommt es nicht darauf an, dass das Erhaltungsziel durch die gleichen Wirkungsprozesse beeinträchtigt wird, sondern nur, dass es sowohl von dem zu prüfenden Vorhaben als auch von anderen Plänen oder Projekten betroffen sein könnte*“ (BMVI 2019).

Die FFH-Vorprüfung aus dem Kapitel 6.1 hat die, aus der Verbringung von Baggergut bei Tonne E3 prognostizierten Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete

- FFH-Gebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-301)
- FFH-Gebiet Helgoland mit Helgoländer Felssockel (DE-1813-391)
- FFH-Gebiet Steingrund (DE-1714-391)
- FFH-Gebiet Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2306-301)
- FFH-Gebiet NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-391)
- FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen (DE-2323-392)
- FFH-Gebiet Unterelbe (DE-2018-331)
- EU-Vogelschutzgebiet Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)
- EU-Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer (DE-2016-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe (DE-2121-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel (DE-2323-402)
- EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer (DE-2210-401)
- EU-Vogelschutzgebiet Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE-0916-491)
- EU-Vogelschutzgebiet Östliche Deutsche Bucht (DE-1011-401)

als unerheblich bewertet. Für diese Natura 2000 Gebiete und deren Erhaltungsziele sind im Folgenden die Kumulationswirkungen mit anderen Projekten und Plänen zu betrachten und zu bewerten.

Für die Betrachtung von Wirkfaktoren anderer Maßnahmen, die sich potentiell kumulativ mit den Wirkfaktoren der Verbringung bei Tonne E3 überlagen können, wird nicht jedes Schutzgebiet und die zugehörigen Erhaltungsziele einzeln betrachtet, sondern zu jedem für die Erhaltungsziele relevanten Fachthema werden die potentiell kumulativen Wirkungen abgeleitet und bewertet.

6.1.5.1 Auswahl von summativ zu betrachtenden Projekten und Plänen

Nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts sind andere Pläne und Projekte einzubeziehen, wenn ihre Auswirkungen und damit das Ausmaß der Summationswirkung verlässlich absehbar sind. Das ist grundsätzlich erst dann der Fall, wenn die hierfür erforderliche Genehmigung erteilt ist. An der gebotenen Gewissheit fehlt es jedenfalls dann, wenn noch nicht absehbar ist, ob und wann das weitere Projekt realisiert werden wird.

Nach diesen Maßstäben fehlt es bei der Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle Hamburger Außenelbe (im Folgenden als „VS Hamburger Außenelbe“ bezeichnet) zwar an der Gewissheit ob und wann dort eine Verbringung erfolgt. Sollte die Verbringung dorthin erfolgen, würde diese neue Verbringstelle ein kumulativ zu betrachtendes Projekt darstellen, das im Folgenden deshalb vorsorglich einbezogen wird.

Eine mengenmäßig relevante Umlagerung findet seit Jahrzehnten auch im Verbringstellenbereich 730/740 in der Außenelbe (im Folgenden als „VSB 730/740“ bezeichnet) statt. Die dortige Verbringung

ist allerdings kein neues Projekt, sondern Bestandteil der Fahrrinnenunterhaltung (einheitliches Projekt mit dem Fahrrinnenausbau) und insoweit Ist-Zustand (Vorbelastung). Da sich dort im Laufe der Zeit die unterzubringende Baggergutmenge und -zusammensetzung und damit die aus der Verbringung resultierenden Umweltwirkungen verändert haben, wird im Folgenden auch die letzte Veränderung der Umlagerung in diesen Verbringstellenbereich vorsorglich kumulativ mitbetrachtet. Die Auswirkungen durch den Baggervorgang müssen nicht betrachtet werden, da diese im Planfeststellungsbeschluss und den zugehörigen Planfeststellungsunterlagen der aktuellen Fahrrinnenanpassung der Tideelbe dargestellt und abschließend bewertet wurden.

Die VS Hamburger Außenelbe befindet sich bei Elbe km 749 am südlichen Rand der Hauptrinne der Außenelbe innerhalb der Seewasserstraße des Bundes und ca. 1,2 km nördlich der Insel Scharhörn. Jährlich sollen dort im Zeitraum 1. November bis 15. März **1 Mio. t TS** Baggergut **(= 670.000 t Feinmaterial**) aus dem Hamburger Hafen und der Delegationsstrecke (BWaStr) verbracht werden.

Der VSB 730/740 liegt zwischen Elbe km 730 und 741 auf der Fahrrinnenseite des roten Tonnenstrichs. Jährlich sollen dort insgesamt **7,5 Mio. m³** Baggergut **(= 1,5 Mio. t TS Feinmaterial**) aus Baggerabschnitten der WSV und der Delegationsstrecke der HPA verbracht werden. Allerdings beschränkt sich die Verbringung vom 15.04. bis 30.09. (Vegetationsperiode) nur auf Material aus dem Baggerabschnitt 12 (**Osteriff = 1,75 Mio. m³, ca. 0,16 Mio. t TS Feinmaterial**) mit den geringsten Feinkornanteilen und geringsten Schadstoffbelastungen. Die verbleibende Baggergutmenge von **5,75 Mio. m³ (= 1,34 Mio t TS Feinmaterial)** soll im Winterzeitraum 1.10. bis 14.04. verbracht werden.

Die zugehörigen Auswirkungsprognosen zu diesen Vorhaben und die dort prognostizierten vorhabensbedingten Auswirkungen (BfG 2019 und IBL 2022) wurden für die folgende Ableitung möglicher kumulativer Wirkungen und Bewertung potentieller Beeinträchtigungen von Erhaltungszielen ausgewertet.

Mit weiteren Projekten (vgl. Anlage Tabelle 10-17), die sich im Wirkbereich des Vorhabens der Baggergutverbringung bei Tonne E3 befinden, sind nach überschlägiger Einschätzung keine kumulativen Wirkungen mit der Verbringung bei Tonnen E3 zu erwarten. Bereits durchgeführte oder laufende Projekte (z. B. Unterhaltung des NOK Vorhafens oder der Eidermündung) sind bereits im IST-Zustand abgebildet und werden daher hier nicht kumulativ betrachtet.

6.1.5.2 Schwebstofferhöhung

Da eine Verbringung von Baggergut in der Hamburger Außenelbe nur für den Winter vorgesehen ist, sind während der Vegetationsperiode kumulative Wirkungen auf den Schwebstoffhaushalt (Erhöhung der Schwebstoffgehalte), die sich mit der Wirkung ausgehend von der Stelle Tonne E3 überlagern könnten, ausgeschlossen.

Auf dem VSB 730/740 werden im Sommer Baggergutmengen mit einem nur geringen Feinkornanteil (1,75 Mio. m³ davon ca. 0,16 Mio. t TS feinkörniges Baggergut) verbracht. Die daraus resultierende schwebstofferhöhende Wirkung konzentriert sich auf die unmittelbare Fahrrinne in der Außenelbe, aber auch auf die unmittelbar südwestlich anschließenden Watten (**FFH Gebiet Hamburgisches Wattenmeer**, **EU-Vogelschutzgebiet Hamburgisches Wattenmeer**) und zusätzlich auf Watten jenseits der Wattscheide (östliche Bereiche des **FFH Gebiets Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, EU-Vogelschutzgebiet Niedersächsisches Wattenmeer**) sowie in die südlichen Bereiche des **FFH Gebiets Nationalpark „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete**“ und des **EU-Vogelschutzgebiets „Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete**“. Nur auf diesen Flächen kann es zu Kumulationswirkungen mit der Baggergutverbringung bei Tonne E3 kommen. Grundsätzlich kann aber für diese sowie alle anderen Bereiche auch im Fall der Kumulation

eine messbare Erhöhung der Schwebstofferhöhungen ausgeschlossen werden. Alle hier möglichen Kumulationswirkungen können nur mit Hilfe von numerisch-mathematischen Modellen nachgewiesen werden.
Die größten kumulativen Schwebstofferhöhungen werden in den Natura 2000 Gebieten der Nationalparke **„Hamburgisches Wattenmeer“** und **„Niedersächsisches Wattenmeer“** (nur östlicher Teil im Bereich bei Eversand und Knechtsand) im Verlauf des Septembers erwartet (bzw. errechnet), da dann die Schwebstofferhöhungen infolge der Baggergutverbringung bei Tonne E3 zunimmt und ihr Maximum erreicht. In den Monaten Juli und August liegt die erwartete Erhöhung deutlich darunter. Bis Juni kann eine kumulative Wirkung gänzlich ausgeschlossen werden, da die Verbringung von Baggergut bei Tonne E3 erst ab Juli eines jeden Jahres starten soll. Nachfolgend werden Spannweiten für die maximal prognostizierten Erhöhungen der Schwebstoffgehalte angegeben, diese maximalen Erhöhungen sind beschränkt auf einen Zeitraum von 14 Tagen (siehe Kapitel 3.1).

Im Zeitraum September kann es kumulativ für das Hamburgische Wattenmeer zu einer Verschiebung der Schwebstoffgehaltsklasse 1 - 2 mg/l (nur Tonne E3) nach 2 - 5 mg/l (kumulativ) kommen. Für den Zeitraum von Juli und August kann es zu einer Verschiebung der Schwebstoffgehaltsklasse < 1 mg/l (nur Tonne E3) nach 1 - 2 mg/l (kumulativ) kommen.

Für den östlichen Bereich des Niedersächsisches Wattenmeer bei Eversand und Knechtsand bleibt auch kumulativ, sowohl im Zeitraum September (1 - 2 mg/l) als auch im Juli und August (< 1 mg/l), die Schwebstoffgehaltsklasse wie bei alleiniger Betrachtung des VSB bei Tonne E3 gleich. Die Kumulation mit VSB 730/740 bewirkt zwar rechnerisch eine zusätzliche Erhöhung der Schwebstoffgehalte, diese ist jedoch so gering, dass sie zu keiner Verschiebung der Klasseneinstufung führt.

In den Natura 2000 Gebieten des Nationalparks **„NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“** können kumulative Wirkungen nördlich der Eidermündung ohne nähere Betrachtung ausgeschlossen werden. In den südlichen Bereichen wird kumulativ für die BZR 332 (Dithmarscher Bucht) während der Monate Juli und August eine kurzfristige Schwebstofferhöhung von < 1 mg/l (Tonne E3) auf 1 - 2 mg/l (kumulativ) prognostiziert. Im September bleibt die ursprüngliche Einstufung von 2 - 5 mg/l trotz Kumulation unverändert, die Werte liegen hier stets am unteren Rand dieser Klasse. Für den BZR 346 (Außenelbe Nord) führt die Kumulation für den Zeitraum bis August zu einer größeren Erhöhung der Schwebstoffgehalte, dennoch bleibt die ursprüngliche Einstufung von 2 - 5 mg/l weiterhin erhalten. Im September hingegen muss mit einer Höherstufung in die Klasse 5 - 10 mg/l gerechnet werden, jedoch werden die Werte dann am unteren Rand dieser Klasse liegen.

In den Natura 2000 Gebieten der **Tideelbe** kann eine relevante Erhöhung des Gesamtschwebstoffgehaltes aufgrund der hohen natürlichen Schwebstoffhintergrundgehalte und der intensiven Schwebstoffdynamik durch kumulative Wirkungen mit der Baggergutverbringung bei VSB 730/740 ausgeschlossen werden. Zugleich wird durch die gezielte Verbringung auf seewärts gelegene Verbringstellen eine Entlastung des ästuarinen Schwebstoffhaushalts erreicht, so dass trotz des Rücktransports eines bestimmten Anteils des Baggerguts weiterhin in Summe und rechnerisch eine Reduktion der Schwebstoffgehalte bewirkt wird.

Für die Flächen seewärts des Schlickfallgebiets ist keine Kumulationswirkung gegeben, da für den VSB 730/740 zusätzliche Wirkungen auf die Schwebstoffgehalte in diesem Bereich ausgeschlossen werden können.

Im Winterhalbjahr sind die grundsätzlichen Ausbreitungsmuster bzw. die Verdriftung der feinkörnigen Baggergutanteile vergleichbar zur Vegetationsperiode im Sommerhalbjahr. Damit sind weiterhin dieselben Natura 2000 Gebiete der Tideelbe von einer Erhöhung der verbringungsbedingten Erhöhung der Schwebstoffgehalte betroffen. Im Unterschied zur Vegetationsperiode werden jedoch im Winterzeitraum deutlich größere Mengen feinkörniger Baggergutsedimente verbracht. Genutzt werden

in diesem Zeitraum die Verbringstellen bei Tonne E3, Hamburger Außenelbe und im VSB 730/740. Die Gesamtmenge an feinkörnigem Baggergut liegt dann um etwa den Faktor 3 höher im Vergleich zur Vegetationsperiode. In Summe aller drei Projekte kann die verbringungsbedingte Erhöhung ebenfalls um den Faktor 3 ansteigen. Zugleich sind aber die Hintergrundschwebstoffgehalte während des Winters im äußeren Tideelbeästuar und den angrenzenden Watt- und Küstenbereiche ca. um den Faktor 2,5 bis 3 höher als im Sommerhalbjahr. Damit liegt die relative Erhöhung des Schwebstoffgehalts infolge der Verbringung von Baggergut in einer ähnlichen Größenordnung wie in der Vegetationsperiode und führt aus diesem Grund zu keinen weiteren Auswirkungen.

Kumulativ können erhebliche Auswirkungen auf die oben genannten Natura 2000 Gebiete aufgrund der geringen Erhöhung der Schwebstoffgehalte ausgeschlossen werden.

6.1.5.3 Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton

Bezogen auf den Sauerstoff sind sowohl beim Vorhaben Tonne E3 wie auch bei den Vorhaben VSB 730/740 und VS Hamburger Außenelbe keine weiträumigen Auswirkungen zu erwarten, so dass keine kumulativen Effekte auftreten werden.

Eine Kumulation der Auswirkungen bezogen auf die Nährstoffe ist nicht zu erwarten, da das Vorhaben Tonne E3 voraussichtlich keine Zunahme der Nährstoffgehalte außerhalb des 12 km-Kreises um die Verbringstelle bewirken wird. Die Vorhaben VSB 730/740 und VS Hamburger Außenelbe haben ihre Auswirkungen bezüglich Nährstoffe im Elbmündungsbereich.

Für das Phytoplankton gibt es nur sehr geringe Wechselwirkungen zwischen der Elbmündung mit dem äußeren Ästuar, dem Wattenmeer und den seewärts gelegenen Gebieten, d.h. zwischen den Wirkbereichen der hier betrachteten Verbringaktivitäten. Da zudem für die Vegetationsperiode bei den einzelnen Vorhaben keine Zunahme der Phytoplanktonbiomasse erwartet wird (vgl. Kapitel 5.3), kann eine Kumulation der Auswirkungen höchstens indirekt über die im Winterhalbjahr bedingten Nährstoffeinträge der drei Vorhaben erfolgen. Diese Erhöhungen könnten dann in der nachfolgenden Vegetationsperiode wirksam werden. Dies wird aber auf Grund des großen Wasservolumens und der damit einhergehenden starken Verdünnung der Nährstoffe weitgehend ausgeschlossen.

Kumulativ können erhebliche Auswirkungen auf alle Natura 2000 Gebiete bezüglich der Parameter Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton ausgeschlossen werden.

6.1.5.4 Sedimentauflagen und Schadstoffe

Sedimentauflagen

Für die Baggergutverbringung im **VSB 730/740** liegen die am stärksten von Sedimentauflagen betroffenen Flächen alle stromauf von Cuxhaven in der äußeren Tideelbe. Einzige Ausnahme ist der Verbringstellenbereich, welcher unmittelbar mit Baggergut beaufschlagt wird.

Vergleichbares gilt auch für die **VS Hamburger Außenelbe**. Die Prognose der HPA kommt zu dem Ergebnis, dass „*der Transport des umgelagerten Sediments vor allem entlang der Elbe erfolgt. Elbferne Bereiche bleiben weitgehend unbeeinflusst*“.

Die zusätzliche Ablagerung von feinkörnigen Baggergutsedimenten aus der Baggergutverbringung bei Tonne E3 in den Natura 2000 Gebieten der **Nationalparke „Hamburgisches Wattenmeer“ und „Niedersächsisches Wattenmeer“** ist so gering (maximale Mächtigkeit der Ablagerungen liegt in der Größenordnung von Zehntelmillimetern), dass für diese in Summe mit den prognostizierten

Baggergutablagerung aus VSB 730/740 und VS Hamburger Außenelbe eine kumulative Wirkung ausgeschlossen werden kann. Alle Sedimentablagerungen, die auf den Wattbereichen (hier v.a. BZR 334 (Hamburgisches Wattenmeer), 340 (Hamburgisches Wattenmeer S), 343 (Duhner Watt), 344 (Hamburgisches Wattenmeer O)) prognostiziert werden, sind nur kurzlebig und werden rasch erodiert und von dort weitertransportiert. Aufgrund der sich kumulativ ergebenden geringen Auflagen werden in diesen Bereichen auch keine nachweisbaren Beeinträchtigungen der Sedimentqualität durch die Schadstoffe erwartet.

In den nördlichen Bereichen der Natura 2000 Gebiete **„NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“** und **„Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“** können kumulative Wirkungen aus der zusätzlichen Ablagerung von feinkörnigen Baggergutsedimenten sowohl kurz als auch langfristig ausgeschlossen werden. In den südlichen Bereichen der Natura 2000 Gebieten des „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (hier v.a. BZR 346 (Außenelbe Nord), 347 (Hakensand), 354 (Medemrinne), 355 (SH Watten nördl.)) kommt es zwar rechnerisch zu etwas größeren Sedimentauflagen, diese werden aber keine Auswirkungen auf die morphologischen Strukturen und deren Eigendynamik haben, da diese kleinräumig in der Größenordnung von wenigen Zentimetern (95. Perzentil) bzw. großräumig wenige Millimeter (mittlere Auflage über die gesamte Fläche des BZR) liegen. Dieser Prognose steht eine wesentlich intensivere „natürliche“ Morphodynamik gegenüber, welche Veränderungen in der Morphologie bewirkt, die um Größenordnungen (Dezimeter bis zu mehr als einem Meter in wenigen Jahren) darüber liegen. Zusätzliche Sedimentauflagen von der VS Tonne E3 werden keinen Einfluss auf diese Dynamik nehmen. Auch für das FFH-Gebiet „Küstenmeer und die Wattgebiete vor Schleswig-Holstein“ zeigen sich keine durch die Nutzung der VS Tonne E3, der VS Hamburger Außenelbe oder des VSB 730/740 kumulativ messbaren Wirkungen und damit Beeinträchtigungen der Sedimentqualität.

Baggergutsedimente, welche stromauf in der Hauptrinne vor Cuxhaven in die **Tideelbe** transportiert werden, weisen ab dort dasselbe Transportverhalten unabhängig der Stelle des Einbringens (VS Tonne E3, VSB 730/740 und VS „Hamburger Außenelbe“ bei Elbe-km 749) auf. Kumulativ können die in den Modellläufen angezeigten Sedimentationstendenzen verstärkt werden. Die Auswirkungen auf die Entwicklung der morphologischen Strukturen und Eigendynamik werden rechnerisch durch das Vorhaben VS Tonne E3 geringfügig verstärkt. Aber auch diese Wirkung ist der deutlich intensiveren „natürlichen“ Morphodynamik untergeordnet. Zudem steht dem gegenüber die angestrebte Wirkung einer Entlastung und Stabilisierung des Feinsedimenthaushalts der Tideelbe, die durch die rücktransportierten Anteile lediglich verringert wird.

Schadstoffe

In der äußeren **Tideelbe** ergeben sich für die Baggergutverbringung auf der VS Tonne E3 für die Bereiche bei Cuxhaven, insbesondere BZR 349 (Grimmershoerner Bucht) und BZR 350 (Cuxhaven Hafen) sowie dem ebenfalls stromauf von Cuxhaven liegenden BZR 351 (Altenbrucher Bogen im FFH Gebiet und Vogelschutzgebiet „Unterelbe“), auf Grundlage der BAW Modellierungen rechnerisch Zunahmen der Konzentrationen verschiedener Schadstoffe. Diese Bereiche werden auch im Rahmen der Auswirkungsprognosen zu VSB 730/740 und VS Hamburger Außenelbe als Sedimentationsschwerpunkte feinkörniger Sedimente identifiziert. Damit einher geht in beiden Fällen, dass sich aus den Einzelmaßnahmen rechnerisch auf Grundlage der modellierten Baggergutauflagen verbringungsbedingte Zunahmen der Konzentrationen verschiedener Schadstoffe in den Sedimenten ergeben. Für diese Bereiche ist daher von kumulativen Effekten auf die Qualität der Sedimente auszugehen. Allerdings wurden an der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake, die im BZR 349 liegt, tendenziell rückläufige Schadstoffgehalte beobachtet. Auch Sedimente, die aus der Grimmershörner Bucht untersucht wurden, zeigen keine erhöhten Schadstoffbelastungen. Da diese Bereiche außerhalb

von Natura 2000 Gebieten liegen, können auch kumulativ erhebliche Auswirkungen auf die Erhaltungsziele von Natura 2000 Gebieten ausgeschlossen werden.

Für den BZR 356 (Neufelder Sand im FFH-Gebiet **„Schleswig-Holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen“ und VSG „Unterelbe bis Wedel**) ergeben sich, bei Zugrundelegung der als potentiell möglichen Sedimentation verstandenen Baggergutauflagen, keine den Schwellenwert der erweiterten Messunsicherheit übersteigenden Konzentrationszunahmen. Auch die berechneten Baggergutauflagen (95 Perzentil) der Verbringstellen 730/740 und Hamburger Außenelbe für diese BZR (hier BZR 351) sind gering, so dass sich auch kumulativ, rechnerisch keine Konzentrationserhöhungen ergeben.

Für die Flächen des Schlickfallgebiets und seewärts kann eine Kumulationswirkung durch die Baggergutverbringung bei VS Hamburger Außenelbe und VSB 730/740 sowohl kurz- als auch langfristig ausgeschlossen werden, da hier nur sehr geringmächtige Ablagerungen prognostiziert werden. Eine Beeinträchtigung der Qualität der Sedimente durch verbringbedingt eingebrachte Schadstoffe ergibt sich hieraus nicht.

Kumulative Wirkungen von Sedimentauflagen und Schadstoffen auf die oben genannten Natura 2000 Gebiete durch die Verbringungsmaßnahmen in die Hamburger Außenelbe, zum Verbringstellenbereich VSB 730/740 und zur Tonne E3 sind so gering, dass messbare Erhöhung der ökotoxikologischen Belastungspotenziale ausgeschlossen werden können.

6.1.5.5 Fauna

Bei allen Verbringstellen (VS Tonne E3, VS Hamburger Außenelbe VSB 730/740) kommt es im weiteren Umfeld um die Verbringstellen nicht zu nachweisbaren Beeinträchtigungen der **Makrozoobenthosfauna**. Die Überdeckung mit Baggergutsediment beschränkt sich auf die Verbringstellen und den Nahbereich.

Die Verbringstelle bei Tonne E3 und den kumulativ betrachteten VSB 730/740 und VS Hamburger Außenelbe befinden sich in einem Bereich von Außenelbe, Wattenmeer und Nordsee, in dem rd. 100 Fisch- und Neunaugenarten, Seehund, Kegelrobbe, Schweinswal und diverse Vogelarten in etablierten Beständen vorkommen (z. B. Borkenhagen et al. 2018, Brasseur et al. 2021, Galatius et al. 2020, Hammond, et al., 2017, Thiel et al. 2013). Alle vorkommenden Arten sind weiträumig verbreitet. Eine besondere Funktion für eine oder mehrere dieser Arten, z. B. als wichtiges Reproduktions- oder Hauptnahrungsgebiet, kommt den drei Verbringstellen und ihrer Umgebung nicht zu.

Beeinträchtigend auf **Fische** wirken an allen Verbringstellen insbesondere Faktoren wie Störungen/Vergrämungen, Überdeckung einzelner Individuen benthischer Arten (z. B. juvenile Plattfische) und Veränderungen des Nahrungsangebotes an der Gewässersohle (vgl. Kap. 5.5.2). Von diesen Auswirkungen sind an jeder Verbringstelle und auch kumulativ nur wenige Individuen betroffen, so dass nicht nur an der VS Tonne E3, sondern auch kumulativ keine Auswirkungen auf Bestandsebene der vorkommenden Arten prognostiziert werden. Noch geringere Effekte sind durch die sehr geringen Änderungen des Nährstoffhaushalts und der darauf aufbauenden Nahrungsketten, des Sauerstoffhaushalts sowie durch Schadstofffreisetzungen zu erwarten, die ebenfalls weder an jeder einzelnen Verbringstelle noch darüber hinaus und kumulativ geeignet sind, sich auf Bestandsebene der im Gebiet vorkommenden Fischarten negativ auszuwirken. Dies gilt auch trotz der im Kapitel Bioakkumulation dargestellten Wissenslücken.

Beeinträchtigend auf **Vögel** und **Meeressäuger** können an allen Verbringstellen insbesondere Faktoren wie Störungen/Vergrämungen, Kollisionsrisiko, Unterwasserschall, Veränderungen des

Nahrungsangebotes und Veränderung der Schwebstoffgehalte wirken (vgl. Kapitel 5.5.3 und 5.5.4). Obwohl die Anzahl der insgesamt fahrenden Baggerschiffe bei kumulativer Betrachtung deutlich höher ist, als bei alleiniger Betrachtung der VS Tonne E3, sind auch kumulativ betrachtet keine bzw. nur wenige Individuen durch Störungen/Vergrämungen, Kollisionsrisiko und Unterwasserschall betroffen, so dass auch kumulativ keine Auswirkungen auf Bestandsebene der vorkommenden Arten prognostiziert werden. Gleiches gilt für die Veränderungen der Nahrungsverfügbarkeit und der Schwebstoffgehalte. Sie sind v.a. auf die jeweiligen Verbringstellen und deren Umfeld beschränkt, so dass auch kumulativ keine Auswirkungen auf Bestandsebene der vorkommenden Arten prognostiziert werden.

Kumulative Wirkungen auf charakteristischen Arten der Makrozoobenthosfauna, Fische, Vögel und Meeressäuger können für die charakteristischen Arten sowie die Arten der Anhänge I und II der FFH-RL bzw. und Anhang I der Vogelschutz-Richtlinie in allen Natura 2000 Gebieten ausgeschlossen werden.

6.1.5.6 Vegetation (Seegras)

Kumulationseffekte aus der geplanten Verbringstelle Hamburger Außenelbe können für die Betrachtung der seegrasrelevanten Wirkfaktoren ausgeschlossen werden, da Baggergut nur in den Wintermonaten (außerhalb der Vegetationsperiode) verbracht werden soll.

Wie in Kapitel 5.6. beschrieben, wurde für die Abschätzung potenzieller Auswirkungen auf das Seegras (als charakteristische Art des LRT 1140) in der vorliegenden Auswirkungsprognose der Wirkpfad „Lichtlimitierung infolge einer verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung und/ oder Nährstoffanreicherung (Eutrophierung)“ als maßgebend beurteilt. Bei der Betrachtung der Verbringszenarien für die Stelle Tonne E3 können geringe Auswirkungen auf die lichtabhängigere Art *Zostera marina* im Prognosezeitraum von 10 Jahren insofern nicht gänzlich ausgeschlossen werden, als dass es im künftigen Besiedlungsvorgang ggf. zu einer geringfügigen Verschiebung der unteren Besiedlungsgrenze in etwas höher „lichtbevorteilt“ gelegene Wattbereiche kommen könnte, was aber als nicht wahrscheinlich erachtet wird. Es gilt weiterhin als unwahrscheinlich, dass die rezenten Seegrasvorkommen in ihrer Hauptwachstumsphase durch ein prognostiziert geringfügig schlechteres Lichtklima negativ beeinträchtigt werden – auch vor dem Hintergrund des hoch vorsorglich gewählten Ansatzes dieser AP, der die Wirkungen eher überschätzt. Unter Berücksichtigung von Kumulationseffekten mit der Verbringung auf Stellen im VSB 730/740 wird der Wirkfaktor „Verschlechterung des Lichtklimas“ infolge der weiter oben hergeleiteten schwebstofferhöhenden Gesamtwirkung in bestimmten BZR geringfügig verstärkt.

Dabei wird in den Natura 2000 Gebieten der Nationalparke **„Hamburgisches Wattenmeer“** (BZR 340) und **„Niedersächsisches Wattenmeer“** (BZR 338 und 339) in der Worst Case Betrachtung:

- einer sich maximal überlagernden Wirkung der verbringbedingten Schwebstoffgehalte (Tonne E3 und VSB 730/740) für den wachstumsrelevanten und somit photosynthetisch aktivsten Zeitraum (Juli/August)
- nur bei Annahme des kleinsten Hintergrundgehaltes von einer Änderung der Lichteindringtiefe bis etwa 15 cm ausgegangen.

Dabei liegt dieser Prognosewert nur geringfügig über dem Prognosewert, der aus der „reinen“ Tonne E3-Verbringung abgeleitet wurde. In der Kumulationsbetrachtung wird mit dem Worst Case Ansatz (Aufsummierung der Maxima und „vorsorglicher“ methodischer Ansatz bezüglich der Vegetation, vgl. Kapitel 5.6.) argumentiert, dass die Schwebstoffhintergrundgehalte in der Wassersäule der küstennahen Watten mit hoher Wahrscheinlichkeit eher im mittleren bis hohen Bereich der Schwebstoffklasse 10 - 25 mg/l liegen und die Prognosewerte in der Summe eher überschätzen. **Daher gelten auch in der**

Kumulationsbetrachtung die Fazitaussagen aus Kap. 5.6 und werden somit als nicht erheblich gewertet. Voraussetzung für diese Aussage ist jedoch ein Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen.

In den Natura 2000 Gebieten des Nationalparks „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ und „Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ können kumulative Wirkungen nördlich der Eidermündung ohne nähere Betrachtung ausgeschlossen werden. Nur in den südlichen Bereichen der Dithmarscher Bucht (BZR 332) und in der Eidermündung (BZR 331) wird kumulativ während der Monate Juli und August – sollte es zu einer Überlagerung der maximalen Wirkung kommen - eine kurzfristige Heraufstufung der Schwebstofferhöhung von < 1 mg/l auf 1 - 2 mg/l prognostiziert. Daraus ließe sich für den wachstumsrelevanten und somit photosynthetisch aktiven Zeitraum nur bei Annahme des kleinsten Hintergrundgehaltes eine geringe Änderungen der Lichteindringtiefe von < 15 cm ableiten. Auch hier liegt der Prognosewert nur geringfügig über dem Prognosewert, der aus der „reinen“ Tonne E3-Verbringung abgeleitet wurde. In der Kumulationsbetrachtung wird mit dem Worst Case Ansatz (Aufsummierung der Maxima und „vorsorglicher“ methodischer Ansatz bezüglich der Vegetation, vgl. Kapitel 5.6.) argumentiert, dass die Schwebstoffhintergrundgehalte in der Wassersäule der küstennahen Watten mit hoher Wahrscheinlichkeit eher im mittleren bis hohen Bereich der Schwebstoffklasse 10 – 25 mg/l liegen und die Prognosewerte in der Summe eher überschätzen. **Daher gelten auch in der Kumulationsbetrachtung für die Natura 2000 Gebiete „NTP S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ und „Ramsar S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ die Fazitaussagen aus Kapitel 5.6. und werden somit als nicht erheblich gewertet.**

Voraussetzung für diese Aussage ist jedoch ein Handeln nach den in Kapitel 7.2 beschriebenen Empfehlungen und Minimierungsmaßnahmen.

Fazit

Das Projekt „Baggergutverbringung auf der Verbringstelle Tonne E3“ führt weder einzeln noch im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen zu erheblichen Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele eines FFH-Gebiets (Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung) oder eines Europäischen Vogelschutzgebietes. Das Projekt „Baggergutverbringung auf der VS Tonne E3“ ist damit im Sinne des § 34 BNatSchG zulässig.

6.2 Gesetzlich geschützte Biotope

Zu den gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes, die potentiell von den Vorhabenwirkungen betroffen sein können, gehören „Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich“, „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“, „Riffe, sublitorale Sandbänke“, „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ sowie „artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“. Biotope, die zusätzlich nach Landesgesetzen geschützt sind, kommen in dem potenziellen Wirkbereich der Maßnahme nicht vor. Nach § 30 Abs. BNatSchG sind Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der gesetzlich geschützten Biotope führen können, verboten. Die folgende Prüfung dieses Verbotes erfolgt auf Grundlage der in den Fachkapiteln (vgl. Kapitel 5) hergeleiteten Wirkfaktoren und Auswirkungsprognosen.

Nach Sichtung der verfügbaren Unterlagen (z. B. LLUR 2015 und 2019, NLWKN 2018 und 2020, BfN 2019) gibt es derzeit keine Hinweise auf das Vorkommen von gesetzlich geschützten Biotopen im Nahbereich und unmittelbar auf der Verbringstelle; ein Vorkommen ist unwahrscheinlich. Lediglich auf

einer kleinen Fläche, ca. 1,5 km östlich der Verbringstelle, weist der WMS-Dienst zu den benthischen Lebensräumen für Nord- und Ostsee des BfN „Grobsedimente des Circalittorals“ aus. Aber da dieser Bereich vom BfN nicht als geschütztes Biotop ausgewiesen ist, ist davon auszugehen, dass diese Fläche nicht den Kriterien des Biotoptyps „Artenreiche Kies-, Grobsand und Schillgründe“ erfüllt (siehe auch 6.2.6). Auf weiter entfernten Flächen kommen geschützte Biotope, wie z. B. Riffe, Sandbänke, Wattflächen im Küstenbereich und Seegraswiesen vor. Mit Ausnahme der Seegraswiesen, welche bezüglich auch geringer Schwebstofferhöhung sensibel reagieren können, ist für die anderen geschützten Biotope außerhalb des unmittelbaren Verbringstellen- und Nahbereichs aufgrund der prognostizierten geringen Sedimentauflagen und geringen Schwebstofferhöhungen sowie der in dem Kapitel 5 beschriebenen Auswirkungen von keiner Zerstörung oder erheblichen Beeinträchtigung auszugehen.

6.2.1 Riffe

Nach der Kartieranleitung der gesetzlich geschützten Biotope in Schleswig-Holstein (LLUR 2022) umfassen Riffe vom Meeresboden bis in die lichtdurchflutete Zone aufragende Hartsubstrate (Stein- oder Blockvorkommen und biogener Hartsubstrate) natürlichen Ursprungs, die häufig von Großalgen und Muscheln bewachsen sind. Eingeschlossen sind sowohl das Felswatt, sublitorale Felssockel (Helgoland) als auch im freien Meer entsprechend aufragende Hartsubstratbereiche des Meeresbodens.

Der WMS-Dienst des BfN zu den benthischen Lebensräumen für Nord- und Ostsee, der als Grundlage für die Bewertung des Meeresbodens im Rahmen der Zustandsbewertung nach Art. 8 und Art. 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) im Jahr 2018 genutzt wurde, zeigt zwar um Helgoland ein großflächiges Vorkommen, aber ein Fehlen im und um den Bereich der Verbringstelle des geschützten Biotops Riffe (siehe Abbildung 6-2).

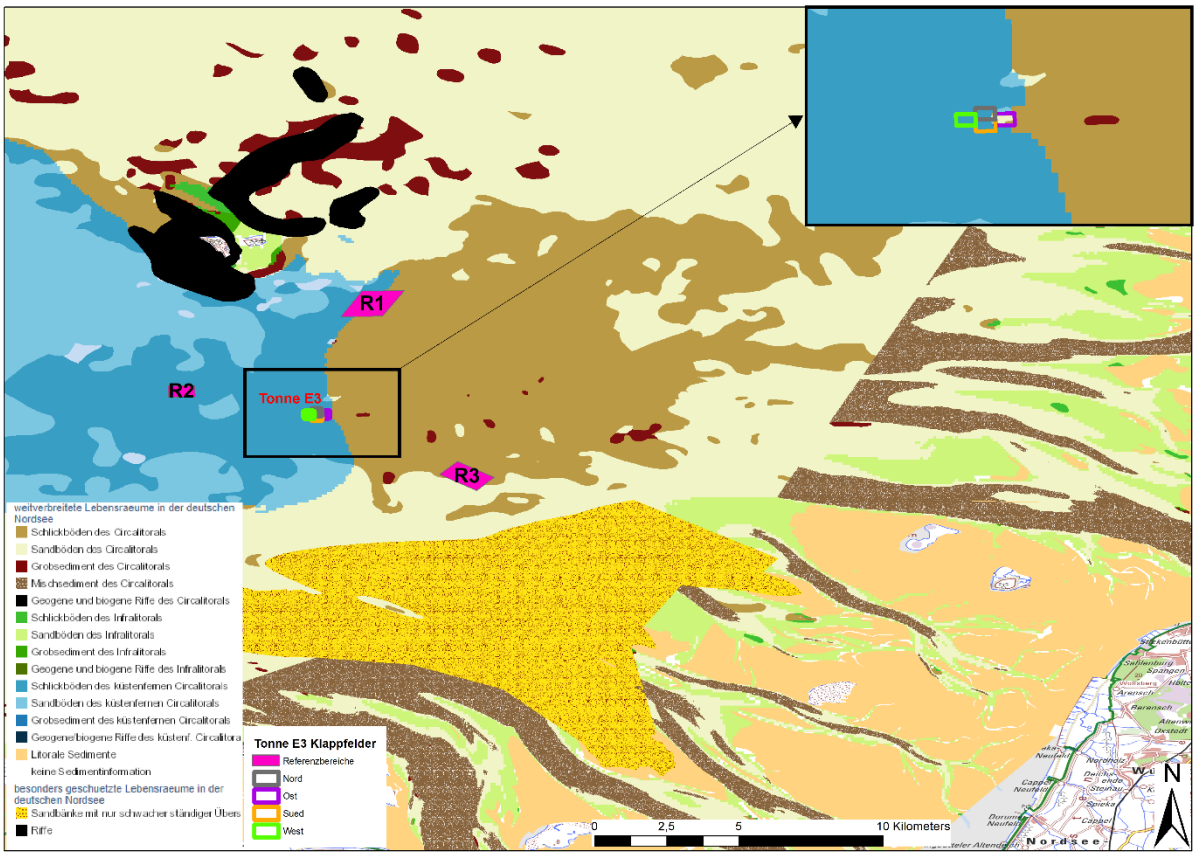


Abbildung 6-2: Benthische Lebensräume in der deutschen Nordsee (WMS-Service des BfN, einsehbar unter https://www.mdi-de.org/mapapps/resources/apps/mdide_natur_environment/index.html?lang=de)

Erhebliche Beeinträchtigungen oder eine Zerstörung des geschützten Bitops „Riffe“ durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 werden nicht erwartet.

6.2.2 Sublitorale Sandbänke

Sublitorale Sandbänke sind vegetationsfreie oder nur spärlich bewachsene, ständig wasserbedeckte, sehr unterschiedlich geformte Erhebungen des Meeresbodens, die vorwiegend von tieferem Wasser umgeben und somit als eigenständige Struktur erkennbar sind und bestehen hauptsächlich aus sandigen Sedimenten (LLUR 2022). Sublitorale Sandbänke entsprechen in ihren Charakteristika dem durch Anhang I der FFH-RL geschützten Lebensraumtyp „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ (https://www.bfn.de/sandbaenke). Besonders große Sandbänke sind die Doggerbank und die etwas kleinere Amrum-Außenbank in der Nordsee. Darüber hinaus ist der Borkum-Riffgrund ein Beispiel für eine Sandbank mit Steinfeldern oder steinig-kiesigen Arealen als riffartige Strukturen (https://www.bfn.de/sandbaenke). Der WMS-Dienst des BfN zu den benthischen Lebensräumen für Nord- und Ostsee weist südlich von der Verbringstelle in Richtung des Weser-Ästuars ein großflächiges Vorkommen des geschützten Biotops auf (siehe Abbildung 6-2).

Ein Vorkommen und damit auch erhebliche Auswirkungen oder Zerstörung des geschützten Biotoptyps „Sublitorale Sandbänke“ im Bereich der Verbringstelle und im Nahbereich dieser sind zu verneinen.

6.2.3 Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna

Nach LLUR (2022) und der BfN Kartieranleitung kommt der Biotoptyp „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ auf Flächen des küstenfernen Meeresbodens (Wassertiefe > 15 m) in der deutschen Nordsee vor. Das Vorkommen von Seefeder-Arten (Nesseltiere, Anthozoa) ist obligatorisch, ein

alleiniges Vorkommen grabender Megafauna (Decapoda) erfüllt die Kriterien für das Vorliegen dieses Biotoptyps nicht. In allen Makrozoobenthosproben bei Tonne E3 fehlte die Seefeder und die Abundanzen der als typisch für diesen Biotoptyp beschriebenen Arten *Callianassa subterranea* und *Upogebia deltaura* sind in dem Gesamtgebiet so niedrig, dass nicht vom Vorliegen dieses Biotoptyps ausgegangen werden kann. Nach BfN (2011b) zitiert in BSH (2018) „gibt es gegenwärtig keine bekannten Vorkommen von Seefedern in der deutschen Nordsee." Sollte wider Erwarten dieser Biotoptyp außerhalb der Verbringstelle bzw. des unmittelbaren Nahbereichs dennoch vorkommen, sind die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkungen nicht geeignet diese Vorkommen erheblich zu beeinträchtigen oder zu zerstören.

6.2.4 Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände

Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände kommen nur im Eulitoral der Küsten- und Wattgebiete der Nordsee vor (vgl. Kapitel 4.5) und sind somit auf weit von der Verbringstelle entfernte Bereiche beschränkt. Nach den Erläuterungen zur Kartierung der gesetzlich geschützten Biotope (LLUR 2022) bestehen Seegraswiesen entweder aus geschlossenen, zusammenhängenden Vorkommen oder aus nahe beieinanderliegenden Beständen. Der geschützte Biotoptyp kommt sowohl in den küstennahen Watten von Niedersachsen als auch Schleswig-Holstein vor, wobei die großen zusammenhängenden Seegraswiesen mit einer Seegras-Bedeckungsdichte >20% überwiegend in den schleswig-holsteinischen Watten vorzufinden sind. Im Hamburger Wattenmeer kommen hingegen rezent nur kleinere Einzelvorkommen auf den Watten der Insel Neuwerk vor (vgl. Kapitel 4.5).

In dieser Auswirkungsprognose erfolgte eine Identifizierung der für die Seegräser maßgeblichen Wirkfaktoren aus der Verbringtätigkeit bei Tonne E3 mit einer Ableitung möglicher Effekte auf die Seegrasvorkommen in einzelnen BZR (vgl. Kapitel 5.6). Vor dem Hintergrund eines „hoch vorsorglich" gewählten Ansatzes gilt es als unwahrscheinlich, dass die rezenten Seegrasvorkommen und somit gleichfalls der geschützte Biotoptyp Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände erheblich beeinträchtigt werden.

6.2.5 Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich

Nach der Kartieranleitung der gesetzlich geschützten Biotope in Schleswig-Holstein (LLUR 2022) kommen Sand- und Schlickflächen im Küsten- und Brackwasserbereich von Nord- und Ostsee und in angrenzenden Meeresarmen, Flussunterläufen, Strandseen und Salzwiesen vor und fallen regelmäßig trocken.

Je nach Substrat und Vegetation können die Wattflächen unterschiedlichen Subtypen (z. B. Quellerwatt, Sandwatt usw.) zugeordnet werden, wobei Sandbänke oberhalb der Mitteltidehochwasserlinie nicht mehr unter den gesetzlichen Biotopschutz fallen. Auf den Wattflächen lagern sich potentiell nur geringe Mächtigkeiten von Feinmaterial aus der Verbringung bei Tonne E3 ab. Diese geringen Megen sind jedoch nicht geeignet den geschützten Biotoptyp Wattflächen erheblich zu beeinträchtigen oder zu zerstören.

Die Salzwiesen als geschützter Biotoptyp werden von den Wirkfaktoren der Baggergutverbringung nicht erreicht und damit auch nicht beeinträchtigt oder zerstört.

6.2.6 Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe

Nach LLUR (2022) umfasst dieser Biotoptyp Rein- oder Grobsand- und Schillsedimente des Meeresbodens, die von einer spezifischen Gemeinschaft, bestehend aus Epi- und Endobenthos sowie artenreiche Bereiche der zeitweise überfluteten Küstenstreifen, die aus Kies, Grobsand, zerriebenen Muschelschalen (Schill) und abgestorbenen Pflanzenresten oder Spülsaumvegetation bestehen, besiedelt werden. Laut BioConsult (2017) liegen bisher nur wenige Informationen über die Verbreitung

des Biotoptyps in der AWZ vor, außer in den FFH-Gebieten Sylter Außenriff und Borkum Riffgrund (Aus den Antragsunterlagen von HPA 2019). Der WMS-Dienst des BfN zu den benthischen Lebensräumen für Nord- und Ostsee weist ca. 1,5 km östlich der Verbringstelle „Grobsedimente des Circalittorals“ auf, da dieser Bereich vom BfN aber nicht als geschütztes Biotop ausgewiesen ist, ist davon auszugehen, dass diese Fläche nicht den Kriterien des Biotoptyps „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ erfüllt. Zudem zeigen die bisherigen Monitoringergebnisse zur Verbringung bei Tonne E3 (BfG 2023) im Bereich der Verbringstelle und bis zum 2 km-Kreis kein Vorkommen von Kies-, Grobsand- und Schillgründen und kein Vorkommen der für dieses Biotop charakteristischen Makrozoobenthosarten.

Erhebliche Auswirkungen oder eine Zerstörung des geschützten Biotoptyps „Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ werden nicht erwartet.

6.2.7 Fazit

Aufgrund der prognostizierten geringen Sedimentauflagen und geringen Schwebstofferhöhungen sowie der in dem Kapitel 5 beschriebenen Auswirkungen und dem fehlenden Vorkommen im Bereich der Verbringstelle und Nahbereich, ist durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 nicht mit einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen Beeinträchtigung von potentiell im Wirkbereich der Verbringung liegenden gesetzlich geschützten Biotopen (Riffe, sublitorale Sandbänke, Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna sowie artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich, Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich, Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände) zu rechnen.

6.3 Besonderer Artenschutz

6.3.1 Grundlagen

Für die Verbringung von Baggergut bei der Tonne E3 muss sichergestellt werden, dass infolge der Durchführung die Verbotstatbestände bzw. Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) für die besonders bzw. streng geschützten Arten nicht verletzt werden.

Gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG ist es verboten:

1. wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (= **Tötungsverbot**),
2. wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert (= **Störungsverbot**),
3. Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören (= **Schädigungsverbot**),
4. wild lebende Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören (= **Schädigungsverbot bei Pflanzen**, hier nicht weiter von Belang, da besonders geschützte Pflanzenarten nicht im Wirkbereich des Vorhabens vorkommen und damit Auswirkungen auf diese und ihre Standorte ausgeschlossen werden können).

In diesem Zusammenhang wird auf Folgendes hingewiesen (BMVI 2020) „*Das Tötungsverbot ist grundsätzlich individuenbezogen. Dennoch stellt nicht jede mögliche Verletzung oder Tötung eines geschützten Tieres eine Verbotsverletzung dar. Sofern alle zumutbaren Maßnahmen zur Vermeidung von Individuenverlusten umgesetzt werden, wird das Tötungsverbot durch ein Vorhaben nur dann verletzt, wenn sich das Tötungs- und Verletzungsrisiko über das ohnehin bestehende allgemeine Lebensrisiko des Tieres hinaus signifikant erhöht. (...) Von einer Erhöhung „in signifikanter Weise" kann in der Regel ausgegangen werden, sofern es um Tiere solcher Arten geht, die aufgrund ihrer Verhaltensweisen gerade im Bereich des Vorhabens ungewöhnlich stark von den Risiken des vorhabensbedingt entstehenden Betriebs oder von den Baumaßnahmen betroffen sind [z. B. durch bedeutende Wanderwege, traditionelle Flugwege oder anderweitig bedeutende Vorkommen empfindlicher Arten (z. B. essentielle Nahrungsgebiete) im vorhabenbedingten Wirkbereich] und sich diese besonderen Risiken durch die konkrete Ausgestaltung des Vorhabens einschließlich geplanter Vermeidungsmaßnahmen nicht beherrschen lassen*."

Welche Arten zu den besonders geschützten Tier- und Pflanzenarten bzw. den streng geschützten Arten zählen, ist in § 7 Abs. 2 Nr. 13 und Nr. 14 BNatSchG geregelt:

Streng geschützte Arten: Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang A der EU-Handelsverordnung (EG Nr. 338/97), in Anhang IV der FFH-Richtlinie bzw. in der Anlage 1, Spalte 4 der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) aufgeführt sind sowie ggf. weitere Arten in einer Rechtsverordnung gemäß § 54 Abs. 2 BNatSchG[33].

Besonders geschützte Arten: Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang A und B der o.g. Verordnung (EG) Nr. 338/97 aufgeführt sind, die europäischen Vogelarten im Sinne des Artikels 1 der EU-Vogelschutz-Richtlinie sowie die Arten gemäß Anlage 1 der BArtSchV.

Diese Zugriffsverbote werden für nach § 15 BNatSchG zulässige Eingriffsvorhaben um die Regelung in § 44 Absatz 5 BNatSchG ergänzt. Danach werden die artenschutzrechtlichen Verbote des § 44 Abs. 1 BNatSchG für unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Eingriffe im Sinne der Eingriffsregelung (§ 15 BNatSchG) bzw. in der Bauleitplanung (§ 18 BNatSchG) eingeschränkt (sog. Privilegierung). Danach wäre nur zu prüfen, ob sich durch die geplante Baggergutverbringung artenschutzrechtliche Verbotstatbestände bzw. Zugriffsverbote für Arten des Anhangs IV der FFH-RL, europäische Vogelarten und nationale Verantwortungsarten ergeben und auch die Verbote sind z.T. modifiziert. Da jedoch für die Verbringung bei Tonne E3 die Einriffesregelung erst im Nachgang zu dieser Auswirkungsprognose angewandet wird (siehe auch Kapitel 6.4) und somit noch nicht bekannt ist ob ein Eingriff vorliegt oder nicht, werden hier vorsorglich für die gesamten Baggermengen alle potentiell vorkommenden besonderes geschützten Arten betrachtet.

Grundlage für die folgende Prüfung, ob möglicherweise mit der geplanten Baggergutverbringung gegen die Zugriffsverbote verstoßen wird, sind die in den Kapiteln 5 hergeleiteten Wirkfaktoren und Auswirkungsprognosen. Danach sind für die Beurteilung der Betroffenheit von geschützten Arten folgende Wirkfaktoren maßgeblich:

- Schwebstofferhöhung / Trübung,
- Überdeckung mit Baggergut oder Sediment,
- Freisetzung von Schadstoffen (Bioakkumulation) und sauerstoffzehrende Substanzen,
- Lärm und visuelle Wirkungen,
- Kollision mit Baggerschiffen die zu Individuenverlusten führen.

[33] Eine Rechtsverordnung i.S.d. § 54 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG für sogenannte „Verantwortungsarten" wurde bislang nicht erlassen.

Die Zugriffsverbote werden für die besonders geschützten Arten geprüft, die gegenüber den Wirkungen des Vorhabens empfindlich reagieren und in dem diesbezüglichen Wirkungsraum potentiell vorkommen. Dieses sind – wie dem Kapitel 4.4 zu entnehmen - die besonders geschützten Arten

- Fische und Rundmäuler: Einzelexemplare von Europäischer Stör und Flussneunauge sowie Aal, Nordseeschnäpel und Meerneunauge,
- Meeressäuger: Kegelrobbe und Schweinswal (streng geschützt),
- Avifauna: Die im Kapitel 4.4.3 „Avifauna“ aufgeführten europäischen Vogelarten.

Eine ausführliche Beschreibung des Zustandes und Vorkommens dieser Arten findet sich in den Kapiteln zur Fauna (Kapitel 4.4). Von den bisher nachgewiesenen Makrozoobenthosarten zählen keine zu den besonders bzw. streng geschützten Arten. Mangels Vorkommen auf der Verbringstelle und aufgrund des Abstands zu Standorten ihres Vorkommens ergeben sich keine Zugriffsverbote für besonders geschützte Pflanzenarten (die beiden Seegrasarten *Zostera marina* und *Z. noltii* zählen nicht zu den besonders geschützten Arten).

6.3.2 Fische und Rundmäuler

Tötungsverbot

Potenzielle Auswirkungen auf die besonders geschützten Fisch- und Rundmaularten sind beschränkt auf den Bereich der Verbringstelle und dessen unmittelbare Umgebung. Anreicherungen von Schadstoffen in Fischen wurden außerhalb der Verbringstelle bei Tonne E3 bisher nicht bzw. nur einmalig temporär beobachtet und sind auch bei erhöhten Mengen verbrachten Materials nicht oder allenfalls in sehr geringem Umfang zu erwarten (vgl. Kapitel 5.5.2) und die erwarteten Auswirkungen der Verbringungen auf Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt (vgl. Kapitel 5.3) sind ebenfalls nicht geeignet, sich erkennbar auf die im Gebiet lebenden Fische auszuwirken, das allgemeine Lebensrisiko erhöht sich nicht. Schäden durch Überdeckung (Ersticken, Kiemenschäden, etc.) werden sich sehr wahrscheinlich auf einzelne, am Boden ruhende Jung- und Kleinfische, die nicht rechtzeitig vor absinkenden Schwebstoffwolken fliehen oder sich bei sehr rascher Ablagerung verbrachten Baggergutes nicht mehr rechtzeitig aus diesem ausgraben können, beschränken. Da zudem nur extrem geringe Populationsanteile und im Vergleich zu den Siedlungs- und Streifgebieten ein sehr kleines Gebiet der vorkommenden besonderes geschützten Fische und Rundmäuler (potenziell) betroffen sind, sind Individuenverluste oder Verletzungen dieser Arten sehr unwahrscheinlich, das allgemeine Lebensrisiko wird nicht signifikant erhöht.

Störungsverbot

Da keine streng geschützten Fisch- oder Rundmaularten vorkommen, kann eine Verletzung des Störungsverbots ohne weitere Prüfung ausgeschlossen werden (vgl. auch Kapitel 5.5.2).

Schädigungsverbot

Der Bereich der Verbringstelle und dessen unmittelbare Umgebung sind keine Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der vorkommenden besonders geschützten Arten. Auch die für außerhalb dieses Gebietes prognostizierte geringmächtige Erhöhung der Sedimentation von wenigen Millimetern und die geringe Schwebstofferhöhung von bis zu 5 mg/l sind nicht geeignet, die Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der Fischfauna zu beschädigen oder zu zerstören.

6.3.3 Meeressäuger

Tötungsverbot

Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Meeressäuger Kegelrobbe und Schweinswal durch den Verbringvorgang oder durch die Kollision mit Baggerschiffen verletzt oder gar getötet werden. Die Baggerschiffe fahren relativ langsam und im Bereich mit hoher Vorbelastung durch Schiffsverkehr. Solche Bereiche werden von Meeressäugern häufig gemieden und die agilen Tiere können Schiffe und

Verbringungsmaterial i. d. R. rechtzeitig wahrnehmen und ausweichen. Insofern ist eine Erhöhung des allgemeinen Lebensrisikos auszuschließen. Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Verletzung oder Tötung von Meeressäugern durch die Schadstoffbelastung als sehr gering eingeschätzt werden, da sich die Tiere bei der Nahrungssuche nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken, das allgemeine Lebensrisiko wird nicht erhöht.

Störungsverbot

Auch von einer erheblichen Störung des Schweinswals als streng geschützte Art durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe und verbringungsbedingter erhöhter Schwebstoffgehalte ist nicht auszugehen. Der von Baggerschiffen während der Fahrt erzeugte Schall ist vergleichbar mit dem Schall anderer gleich großer Schiffe. Die Meeressäuger werden als agile Schwimmer störendem Unterwasserschall und erhöhten Schwebstoffgehalten ausweichen. Zudem orientieren sich Robben unter Wasser vor allem mit Hilfe ihrer Vibrissen und Schweinswale mit Hilfe von Ultraschalllauten, so dass erhöhte Schwebstoffgehalte keine erheblichen Auswirkungen auf ihr Orientierungsvermögen haben.

Schädigungsverbot

Die Fortpflanzungs- und Ruhestätten der beiden Meeressäugerarten sind so weit von der Verbringstelle entfernt, dass die Wirkfaktoren (siehe oben) nicht geeignet sind, diese zu beschädigen oder zu zerstören. (Siehe auch Kapitel 5.5.4)

6.3.4 Avifauna

Tötungsverbot

Weder durch den Baggerschiffsverkehr noch durch den Verbringvorgang ist davon auszugehen, dass Vögel getötet oder verletzt werden. Eine Verletzung oder Tötung durch die Schadstoffbelastung wird als sehr gering eingeschätzt, da sich die Vögel bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken und die Individuendichte der Vögel im Bereich der Verbringstelle relativ gering ist, das allgemeine Lebensrisiko wird nicht erhöht.

Störungsverbot

Die Verbringstelle befindet sich in der Nähe einer viel befahrenen Schifffahrtsroute, die Baggerschiffe fahren relativ langsam und auf relativ konstanten Routen und die Individuendichte der Seevögel ist im Bereich der Verbringstelle sehr gering, so dass nicht mit einer relevanten Erhöhung der Vergrämungen und damit Störung durch den Baggerschiffsverkehr zu rechnen ist. Da eine Erhöhung der Schwebstoffgehalte nur in begrenztem räumlichem und zeitlichem Umfang auf der Verbrinstelle und ihrem nahen Umfeldstattfindet, die Individuendichte der Seevögel im Bereich der Verbringstelle sehr gering ist, zahlreiche Ausweichflächen bestehen und negative Einflüsse der Unterbringungstätigkeiten auf die Fische und das Makrobzoobenthos nur gering sind, sind bezüglich Schwebstoffgehalte und Nahrungsverfügbarkeit nach derzeitigem Kenntnisstand praktisch keine negativen Auswirkungen auf die Seevögel zu erwarten.

Schädigungsverbot

Die mit dem Vorhaben verbundenen Wirkfaktoren (siehe oben) sind nicht geeignet, die weit von der Verbringstelle entfernten Fortpflanzungs- und Ruhestätte von Vögeln zu zerstören oder zu beschädigen (vgl. auch Kapitel 5.5.3).

6.3.5 Fazit

Zusammenfassend sind Individuenverluste oder Verletzungen der besonders und streng geschützten Arten infolge der Verbringung von Baggergut sehr unwahrscheinlich. Das allgemeine Lebensrisiko der

Tiere wird nicht signifikant erhöht. Von einer Verletzung des Störungsverbotes ist für die geplante Maßnahme nicht auszugehen, da höchstens sehr geringe Störwirkungen auftreten können, die keine Auswirkungen auf die lokalen Populationen der relevanten Arten entfalten. Die weit von der Verbringstelle entfernten Fortpflanzungs- und Ruhestätten der besonders geschützten Arten werden nicht von den Wirkungen der Baggergutverbringung beschädigt oder zerstört. Die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 BNatSchG für besonders bzw. streng geschützte Arten werden also nicht verletzt und Maßnahmen zur Vermeidung und Schadensminderung sowie zum Funktionserhalt sind nicht erforderlich.

6.4 Eingriffsregelung

Da bezüglich der Eingriffsregelung je nach Baggergutherkunft (Hafengewässer, Delegationsstrecke, Bundeswasserstraße) unterschiedliche Rechtsgrundlagen gelten, erfolgt die Prüfung eines mit der Baggergutverbringung möglicherweise verbundenen Eingriffstatbestandes gemäß der §§ 14 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in Verbindung mit den §§ 8 bis 11 des Landesnaturschutzgesetzes Schleswig-Holstein (LNatSchG) nicht in dieser Auswirkungsprognose, sondern gesondert im Antrag der HPA bzw. im Anschreiben der WSV zur Herstellung des naturschutzfachlichen Benehmens und hinsichtlich des wasserwirtschaftlichen Einvernehmens.

6.5 Wasserrahmenrichtlinie

Die Bewertung der Auswirkungen auf die Ziele der WRRL der geplanten Entnahme von Baggergut und anschließende Unterbringung an der Tonne E3 ab 2023 über einen Zeitraum von 10 Jahren erfolgt nach dem „Leitfaden zur Erstellung des Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben der WSV an BWaStr“ (BMVI, 2019). Einschlägige Grundlagen, wie die beachtlichen rechtlichen Grundlagen, Klarstellungen durch Urteile etc. sind dort beschrieben und werden an dieser Stelle nicht wiederholt. Bezugsgröße, insbesondere die Ist-Zustandsbewertung sowie Maßnahmen zur Erreichung der WRRL-Ziele, ist der dritte Bewirtschaftungsplan und die jeweils verfügbaren Messdaten sowie das dazugehörige Maßnahmenprogramm der Flussgebietseinheit (FGE) Elbe (sowie FGE Weser und Eider). Beachtlich ist zudem, dass der angestrebte Unterbringungszeitraum über den dritten Bewirtschaftungszyklus hinaus geht. Daher ist die Auswirkungsprognose für den Zeitraum nach 2027 dahingehend vorbehaltlich, dass zum derzeitigen Zeitpunkt die für die Beurteilung in dieser Auswirkungsprognose maßgeblichen Ist-Zustandsbewertungen des 4. Bewirtschaftungsplans sowie einschlägige Maßnahmen zur Zielerreichung des 4. Maßnahmenprogramms nicht vorliegen können. Auch sind ggf. wegfallende oder auch neu hinzukommende prioritäre und sonstige Schadstoffe derzeit nicht fassbar. Insofern wird bereits an dieser Stelle empfohlen, mit Veröffentlichung des Entwurfes der behördenverbindlichen Unterlagen zum 4. Bewirtschaftungszyklus, spätestens aber nach deren Veröffentlichung am 22.12.2027 die Prognosen für den verbleibenden Prognosezeitraum im Lichte der Unterlagen des 4. Bewirtschaftungszyklus zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Von den Baggerungen betroffene Oberflächenwasserkörper (OWK)

Die Baggerbereiche liegen mit jeweils unterschiedlichen Anteilen im OWK Elbe-Ost (DERW_DEHH_EL_01, kartographisch ein sehr geringer Anteil), im OWK Elbe-Hafen (DERW_DEHH_EL_02), im OWK Elbe-West (DERW_DESH_EL_03) und im OWK Nord-Ostsee-Kanal (DERW_DESH_NOK_0). Dabei handelt es sich im OWK Elbe-Ost um kleine Bereiche der Delegationsstrecke. Das Gros der Baggermengen wird im OWK Elbe-Hafen entnommen. Dabei ist

darauf hinzuweisen, dass die Landeshafengewässer im WasserBLIcK nicht zum OWK Elbe-Hafen gehörig dargestellt werden, diese aber nach Auskunft der zuständigen Wasserbehörde zum OWK Elbe-Hafen gehören. Ein kleiner Teil der Baggergutmengen werden im Bereich der Begegnungsbox am östlichen Ende des OWK Elbe-West entnommen sowie ebenfalls ein kleiner Teil im OWK Nord-Ostsee-Kanal im Bereich der elbseitigen Vorhäfen.

Eine Betroffenheit weiterer von der Baggergutentnahme betroffene OWK kann aus vernünftigen Gründen ausgeschlossen werden.

Von der Unterbringung betroffene OWK

Die Verbringstelle Tonne E3 liegt im Bereich des OWK Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-5000). Dieser umfasst eine Fläche von ca. 1.999 km² mit 5 repräsentativen Messstellen (2 Überblicks- und 3 operative Messstellen, wobei ein Standort operativ und überblicksweise beprobt wird).

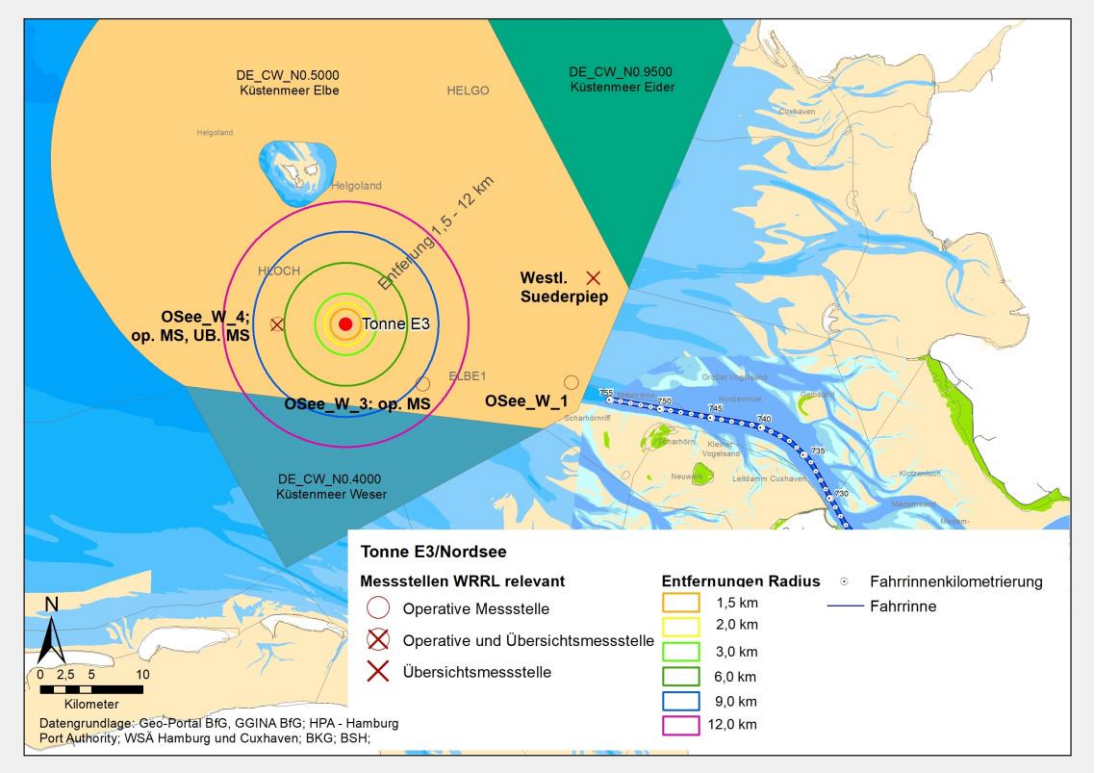


Abbildung 6-3: **Lage der repräsentativen Messstellen und der Untersuchungsradien im Umfeld der Unterbringung**

Weitere, von Wirkungen der Unterbringung möglicherweise betroffene Wasserkörper[34] welche in Abbildung 6-3 nicht dargestellt sind, umfassen von Süd-Westen nach Nord-Osten:

den OWK Offenes Küstengewässer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N3-4900-01) und umfasst eine Fläche von ca. 420 km² mit 5 repräsentativen Messstellen (4 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

[34] Wasserkörpersteckbriefe: https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB_2021/index.html?lang=de, download am 31.6.2022

den OWK Küstenmeer der Weser (Hoheitsgewässer) (DETE_DENI_N0-4000) und umfasst eine Fläche von ca. 291 km², repräsentative Messstellen nicht in diesem OWK,

den OWK Westliches Wattenmeer der Elbe (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-5900-01) und umfasst eine Fläche von ca. 118 km² mit 3 repräsentativen Messstellen (2 Überblicks- und 1 Trendmessstelle),

den OWK Östliches Wattenmeer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-4900-02) und umfasst eine Fläche von ca. 118 km² mit 5 repräsentativen Messstellen (3 Überblicks- und 2 operative Messstellen),

den OWK Hakensand (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-04-02) und umfasst eine Fläche von ca. 44 km² mit 2 repräsentativen Messstellen (1 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

den OWK Tideelbe (Übergangsgewässer) (DETW_DESH_T1-5000-01) und umfasst eine Fläche von ca. 398 km² mit 7 repräsentativen Messstellen (3 Überblicks- und 2 operative Messstellen sowie 2 Trendmessstellen),

den OWK Außenelbe Nord (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-5000-04-01) und umfasst eine Fläche von ca. 362 km² mit 3 repräsentativen Messstellen (2 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

den OWK Helgoland (Küstengewässer) (DECW_DESH_N5-5000-04-03) und umfasst eine Fläche von ca. 420 km² mit 2 repräsentativen Messstellen (1 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

den OWK Piep Tidebecken (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-9500-03-01) und umfasst eine Fläche von ca. 420 km² mit 2 repräsentativen Messstellen (1 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

den OWK Dithmarscher Bucht (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-03-02) und umfasst eine Fläche von ca. 251 km² mit 2 repräsentativen Messstellen (1 Überblicks- und 1 operative Messstelle),

den OWK Küstenmeer der Eider (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-9500) und umfasst eine Fläche von ca. 2137 km² mit 1 repräsentativen Messstellen (1 Überblicksmessstelle),

den OWK Eider Tidebecken (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-9500-02-01) und umfasst eine Fläche von ca. 95 km², repräsentative Messstellen nicht in diesem OWK,

den OWK Außeneider (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-02-02) und umfasst eine Fläche von ca. 48 km², repräsentative Messstellen nicht in diesem OWK.

Weitere OWK werden zunächst nicht betrachtet, da mess- und beobachtbare Veränderungen der Konzentrationen bewertungsrelevanter Stoffe auf Wasserkörperniveau nicht angenommen werden.

Für die OWK „Offenes Küstengewässer der Weser (Küstengewässer)“ (DECW_DENI_N3-4900-01), „Westliches Wattenmeer der Elbe (Küstengewässer)“ (DECW_DENI_N4-5900-01), „Östliches Wattenmeer der Weser (Küstengewässer)“ (DECW_DENI_N4-4900-02), „Hakensand (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N4-9500-04-02), „Außenelbe Nord (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N3-5000-04-01), „Helgoland (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N5-5000-04-03), „Piep Tidebecken (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N3-9500-03-01), „Dithmarscher Bucht (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N4-9500-03-02), „Eider Tidebecken (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N3-9500-02-01) sowie „Außeneider (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N4-9500-02-02) sind der chemische Zustand und als natürlich eingestufte OWK der ökologische Zustand mit Blick auf Einhaltung des Verschlechterungsverbots bzw. des Zielerreichungsgebots beachtlich. Im

erheblich veränderten OWK „Tideelbe (Übergangsgewässer)“ (DETW_DESH_T1-5000-01) tritt anstelle des ökologischen Zustandes die Einstufung des ökologischen Potenzials ein.

Als Bewirtschaftungsgegenstand von Wasserkörpern seewärts einer Linie, auf der sich jeder Punkt eine Seemeile seewärts vom nächsten Punkt der Basislinie befindet, ist ausschließlich der chemische Zustand und die Einhaltung des Verschlechterungsverbots bzw. das Zielerreichungsgebot zu beachten. Es handelt sich um die drei OWK „Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer)“ (DETE_DESH_N0-5000), „Küstenmeer der Weser (Hoheitsgewässer)“ (DETE_DENI_N0-4000), und „Küstenmeer der Eider (Hoheitsgewässer)“ (DETE_DESH_N0-9500)“. Wegen der Insellage davon ausgenommen ist der OWK „Helgoland (Küstengewässer)“ (DECW_DESH_N5-5000-04-03).

6.5.1 Ist-Zustandsbewertung

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Einstufung dieser OWK im dritten Bewirtschaftungsplan bezüglich des chemischen Zustandes (und listet die Stoffe mit Überschreitung einschlägiger Umweltqualitätsnormen, UQN) sowie dort, wo beachtlich, die Einstufung des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials mit den jeweiligen Einstufungen der biologischen Qualitätskomponenten (QK) auf. Sie geben die behördliche Einstufung des Ist-Zustandes des dritten Bewirtschaftungsplanes wieder und wurden den Wasserkörpersteckbriefen[35] im WasserBLIcK entnommen.

[35] Wasserkörpersteckbriefe: https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB_2021/index.html?lang=de, download am 31.6.2022

Tabelle 6-1: Chemischer Zustand und Angabe der Stoffe mit Überschreitung einer UQN im 3. Bewirtschaftungsplan (BWPl) in möglicherweise von der Unterbringung betroffenen OWK

Möglicherweise betroffene OWK im Umlagerungsbereich / Chem. Zustand / Stoffe mit UQN-Überschreitung	Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-5000)	Offenes Küstengewässer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N3-4900-01)	Küstenmeer der Weser (Hoheitsgewässer) (DETE_DENI_N0-4000)	Westliches Wattenmeer der Elbe (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-5000-01)	Östliches Wattenmeer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-4900-02)	Hakensand (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-04-02)	Tideelbe (Übergangsgewässer) (DETW_DESH_T1-5000-01)	Außenelbe Nord (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-5000-04-01)	Helgoland (Küstengewässer) (DECW_DESH_N5-5000-04-03)	Piep Tidebecken (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-9500-03-01)	Dithmarscher Bucht (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-03-02)	Küstenmeer der Eider (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-9500)	Eider Tidebecken (Küstengewässer)(DECW_DESH_N3-9500-02-01)	Außeneider (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-02-02)
Chemischer Zustand	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut
Benzo(a)pyren							X							
Benzo(b)fluoranthen							X							
Benzo(g,h,i)perylene		X					X							
Benzo(k)fluoranthen							X							
Brominated Diphenylether (BDE)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fluoranthen							X							
Cypermethrin [1)]		X												
Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X
Quecksilber u. Quecksilberverbindungen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation)							X				X			

[1)] In Wasser schlecht löslich und eher sedimentgebunden

Tabelle 6-2: Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial und Einstufung der biologischen QK im 3. BWPl in möglicherweise von der Unterbringung betroffenen OWK

Möglicherweise betroffene OWK im Umlagerungsbereich / Ökologischer Zustand / Potenzial, flussgebietsspezifische Stoffe mit Überschreitung	Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-5000)	Offenes Küstengewässer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N3-4900-01)	Küstenmeer der Weser (Hoheitsgewässer) (DETE_DENI_N0-4000)	Westliches Wattenmeer der Elbe (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-5900-01)	Östliches Wattenmeer der Weser (Küstengewässer) (DECW_DENI_N4-4900-02)	Hakensand (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-04-02)	Tideelbe (Übergangsgewässer) (DETW_DESH_T1-5000-01)	Außenelbe Nord (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-5000-04-01)	Helgoland (Küstengewässer) (DECW_DESH_N5-5000-04-03)	Piep Tidebecken (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-9500-03-01)	Dithmarscher Bucht (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-03-02)	Küstenmeer der Eider (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-9500)	Eider Tidebecken (Küstengewässer) (DECW_DESH_N3-9500-02-01)	Außeneider (Küstengewässer) (DECW_DESH_N4-9500-02-02)
Ökologischer Zustand		mäßig		mäßig	unbefriedigend	schlecht	mäßig ●	schlecht	mäßig	mäßig [1)]	unbefriedigend		mäßig	unbefriedigend
Phytoplankton		mäßig		mäßig	mäßig	schlecht		schlecht	sehr gut	gut	unbefriedigend		mäßig	unbefriedigend
Angiospermen					unbefriedigend	unbefriedigend					unbefriedigend			unbefriedigend
Makrophyten / Phytobenthos							gut und besser		gut					
Makrozoobenthos		gut		gut	mäßig	mäßig	gut und besser	gut	mäßig	gut	mäßig		gut	mäßig
Fischfauna							gut und besser							
Flussgebietsspezifi-sche Schadstoffe														

Ökologischer Zustand der Oberflächenkörper (OWK)	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Ökologisches Potenzial der Oberflächenkörper (OWK)	gut und besser		mäßig	unbefriedigend	schlecht

nicht klassifiziert
nicht klassifiziert

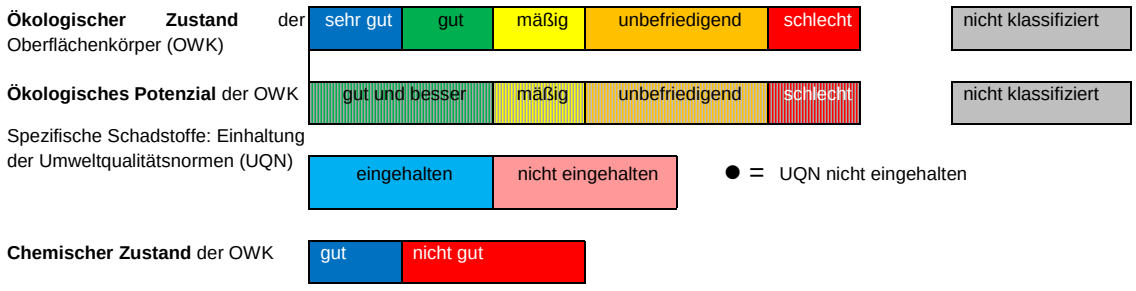
[1)] Herabstufung wegen nicht eingehaltener Phosphat- und Nitratwerte

Flussgebietsspezifische Schadstoffe: Einhaltung der Umweltqualitätsnormen (UQN)	eingehalten	nicht eingehalten

● = UQN nicht eingehalten

Tabelle 6-3: Ökologisches Potenzial und chemischer Zustand der Oberflächenwasserkörper (3. Bewirtschaftungsplan) in den Baggerbereichen

	Elbe-Ost DERW_DEHH_EL_01	Elbe-Hafen DERW_DEHH_EL_02	Elbe-West DERW_DESH_EL_03	Nord-Ostsee-Kanal DERW_DESH_NOK_0
Gesamtbewertung des ökologischen Potenzials	mäßig ●	mäßig ●	mäßig ●	
Phytoplankton	gut und besser	gut und besser		
Angiospermen	gut und besser		gut und besser	
Makrophyten/ Phytobenthos	gut und besser		gut und besser	
MZB	gut und besser	gut und besser	gut und besser	
Fischfauna	gut und besser	gut und besser	gut und besser	
Flussgebietsspezifische Schadstoffe	Imidacloprid Nicosulfuron Omethoat Zink	Imidacloprid Nicosulfuron Silber	Imidacloprid Nicosulfuron Silber	
Chemischer Zustand	Bromierte Diphenylether (BDE) Heptachlor und Heptachlorepoxid Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation)	Benzo(b)fluoranthen Benzo(ghi)perylen Bromierte Diphenylether (BDE) Cypermethrin Heptachlor und Heptachlorepoxid Hexachlorbenzen Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation)	Benzo(b)fluoranthen Benzo(ghi)perylen Bromierte Diphenylether (BDE) Cypermethrin Heptachlor und Heptachlorepoxid Hexachlorbenzen Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS) Quecksilber und Quecksilberverbindungen Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation)	Bromierte Diphenylether (BDE) Quecksilber und Quecksilberverbindungen



Zur Erstellung der Auswirkungsprognose ist die Kenntnis der aktuellen Baggergutbeschaffenheit und die Einstufung der stofflichen UQN sowohl des chemischen Zustandes als auch der flussgebietsspezifischen Schadstoffe als bewertungsrelevantes Kriterium des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials der OWK mit Baggergutentnahmen Prärequisite. Der Bericht „Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2018 bis 2020“ (BfG, 2023a) weist darauf hin, zum einen die OWK und deren Einstufung im 3. BWPl in den Baggerbereichen in den Blick zu nehmen und im Unterbringungsbereich besonderes Augenmerk auf die repräsentativen Messstellen im Wirkbereich zu legen, da das Baggergut aus dem Hamburger Raum eine höhere chemische

Belastung aufweist, als die Sedimente der OWK bei der Verbringungsstelle Tonne E3. Auch waren Baggerbereiche auftragsbedingt nicht Gegenstand einer detaillierten Beurteilung der Auswirkungsprognose zur Unterbringung der bislang genehmigten Unterbringung an der Tonne E3 (BfG 2019) gewesen, so dass hier keine fachlichen Bezüge hergestellt werden können. In der nachfolgenden Tabelle sind die Baggerszenarien mit den jeweiligen prozentualen Mengen sowie eine Zuordnung zu den OWK enthalten, in denen eine Baggergutaufnahme stattfindet.

Tabelle 6-4: Prozentuale Mengenverteilung und Szenarien mit absoluten Mengen (in Mio. t TS) sowie Zuordnung der Baggergutentnahmen zu den OWK.

	Gesamt-bedarfe Mio. t TS		**HPA** 80 %			**WSV** 20 %
		von 100 %	**LHG** 40 %	**BW** 40 %		**BW** 20 %
		von 100 %	**LHG** 40 %	**Deleg** 30 %	**BBOX** 10 + 10 %	**NOK** 10 %
Szenario A Grundbedarfe	**1,5**	Mio. t TS	0,6	0,45	0,3	0,15
Szenario B erhöhter Bedarf	**2**		0,8	0,60	0,4	0,20
Szenario C hoher Bedarf	**2,5**		1,0	0,75	0,5	0,25
Zuordnung der Baggerbereiche zu den OWK						
Baggerbereiche liegen in den Oberflächenwasserkörper:			**Elbe-Hafen DERW_DEHH_EL_02** *Hinweis: LHG münden in den OWK Hafen, gehören aber nicht dazu*	**Elbe-Ost DERW_DEHH_EL_01** **Elbe-Hafen DERW_DEHH_EL_02** **Elbe-West DERW_DESH_EL_03**	**Elbe-Hafen DERW_DEHH_EL_02** **Elbe-West DERW_DESH_EL_03**	**Nord-Ostsee-Kanal DERW_DESH_NOK_0**

(LHG = Hamburger Landeshafengewässer, BW = Bundeswasserstraße, NOK = Nordostseekanal, Deleg. = Delegationsstrecke – Hamburger Teil der BW bestehend aus den Gebieten Norderelbe, Süderelbe und Köhlbrand, BBox = Begegnungsbox – Teil der BW).

6.5.2 Auswirkungsprognose:

Baggerbereiche:

In den Baggerbereichen kommt es neben morphologischen Veränderungen insbesondere zu Trübungserhöhung und Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen. Die Beschreibung der Auswirkungen bzw. deren Bewertung erfolgten weitgehend in den Unterlagen und letztendlich im Planfeststellungsverfahren zur Vertiefung der Unter- und Außenelbe. Zu bewerten ist hier, ob diese von diesen Unterlagen abweichenden und nun anstehenden Baggerintensitäten geeignet sind, die Einstufung des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustandes in den OWK, in welchen die Baggeraktivitäten stattfinden, bewertungsrelevant betroffen werden.

Im Ergebnis ist aus vernünftigen Gründen mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot bzw. das Zielerreichungsgebot auszuschließen, da in den besagten Bereichen intensive Unterhaltungsarbeiten fortlaufend erfolgen und mögliche Wirkungen in die behördliche Zustandsbewertung eingeflossen ist. Die anstehende Erhöhung der Intensitäten ist nicht geeignet, auf Wasserkörperniveau mess- und beobachtbare Veränderungen auszulösen. Der gesteigerte Austrag von spezifisch höher belastetem Sediment/Baggergut (spezifisch höher belastet als Sedimente auf der Verbringstelle und deren Umgebung) stellt

tendenziell eine Verbesserung der Belastungssituation im Hafen dar, wird aber auf Wasserkörperniveau nicht messbar sein.

Baggergutunterbringung, Herangehensweise:

Grundlagen der Auswirkungsprognose ist die Modellierung der BAW (s. Kapitel 2 u. 3.1), wobei der Ansatz „Verbringung 100 % des Baggergutes in die Wassersäule abzüglich 30 %, die vor Ort liegenbleiben“ für die WRRL-Auswirkungsprognose verwendet worden. Als relevanter Wirkpfad werden zum einen mögliche morphologische Veränderungen durch Sedimentauflagen ggf. auch fernab der eigentlichen Verbringstelle und durch die Freisetzung und die Verlagerung von resuspendierten Feinsedimenten als Trübung und Nährstofffreisetzung sowie als Träger von anhaftenden relevanten Schadstoffen betrachtet. Anders als in Kapitel 5.2.4 ist hier nicht die Messbarkeit der durch Baggergut ausgelösten Schwebstofffahne entscheidend, sondern die chemische Zusammensetzung bzw. die Schadstoffbelastung der verdriftenden Sedimente und somit auch des Wassers bzw. die enthaltenen Nährstoffgehalte in den entsprechenden OWK. Die Methodik hierzu ist in Kapitel 3.3.1 erläutert. Für die Bewertung der Auswirkungen wurde das Bilanzierungsset 2 (Set 2: WRRL-OWK und Marine Reporting Units, s. auch Kapitel 3.1 dort Abbildung 3-1) herangezogen und zur Überprüfung einer möglichen Überschreitung der Jahresdurchschnitts UQN die Ergebnisse der Schwebstoffgehalte über ein Modelljahr verwendet. Eine Hochskalierung auf 10 Jahre wurde nicht durchgeführt (s. auch Kapitel 3.3.1).

Weiterhin sind die drei Unterbringungsszenarien: 2,5 Mio. t TS, 2 Mio. t TS, 1,5 Mio. t TS jeweils Gegenstand der Prognosen.

Referenzzustand im Lichte des Verschlechterungsverbotes bzw. des Zielerreichungsgebotes sind die behördliche Einstufung im dritten Bewirtschaftungsplan (= Ist-Zustand) und die verfügbaren Daten, welche den Einstufungen zu Grunde liegen sowie die Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmenprogrammen des dritten Bewirtschaftungszyklus. Dort, wo keine Monitoringdaten der behördlichen Einstufung zur Verfügung standen, werden hilfsweise Monitoringdaten vergleichbarer Zeiträume aus anderen behördlichen Datenquellen, insbesondere der MUDAB[36] der Ist-Zustandsbeschreibung zugrunde gelegt.

Bezugsraum bzw. Bezugsort für die Verstoßprüfung sind nach BVerwG jeweils die OWK als Ganzes, also ihre Gesamtausdehnung bzw. das Gesamtvolumen. Die Verstoßprüfung erfolgt zusätzlich auch im Lichte der Vorgaben der LAWA Handlungsempfehlung zum Verschlechterungsgebot (LAWA, 2017) an den jeweiligen repräsentativen Messstellen. Die Modellierung der BAW berechnet im Bilanzierungsset 2 eine über die Geometrie der OWK gemittelte Schwebstoffkonzentration. Daher ergibt sich für die Prognose des chemischen Zustands keine Differenzierung in Bezug auf einen „OWK als Ganzes“ und „nur an den repräsentativen Messstellen“.

In Bezug auf den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial ist zu prüfen, ob das Vorhaben geeignet ist, die Kriterien „Artenzusammensetzung“ und „Abundanz“ (bei Phytoplankton die Biomasse) der bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten (QK) auf Wasserkörperniveau bzw. an den repräsentativen Messstellen derart zu verändern, dass ein Abrutschen in die nächst schlechtere Stufe zu besorgen ist. Bei den biologischen QK, welche im Ist-Zustand bereits in der niedrigsten Stufe eingestuft sind, ist zu prüfen, ob es zu einer mess-

[36] https://geoportal.bafg.de/MUDABAnwendung/

bzw. beobachtbaren weiteren Beeinträchtigung kommt. Dabei werden auch die unterstützenden QK mit in den Blick genommen, welche aber keiner eigenständigen Verstoßprüfung zu unterziehen sind. Die jeweiligen Wirkpfade sowie die Einschätzung der Auswirkungen sind den jeweiligen Fachkapiteln zu entnehmen (Kapitel 5.3, 5.5 und 5.6). Weiterhin wird anhand der Baggergutdaten geprüft, ob das Vorhaben geeignet ist, erstmalig die UQN eines flussgebietsspezifischen Schadstoffs in einen OWK zu überschreiten bzw. die Konzentration eines Stoffes mit bereits nicht eingehaltener UQN mess- und beobachtbar weiter zu erhöhen. Daraus wird abgeleitet, ob sich Konsequenzen bezüglich des Verschlechterungsverbots bzw. des Zielerreichungsgebots ergeben.

Die Prognose beim chemischen Zustand beruht auf der Modellierung der Feinsedimentverteilung als Trübung i. V. m. den daran gebundenen mehr oder weniger wasserunlöslichen bewertungsrelevanten Schadstoffen (vgl. Kapitel 5.4). In Kenntnis der Baggergutbelastung erfolgt eine Berechnung der Gehalte in der Wassersäule anhand der BAW Schwebstoffprognosen für die drei Verbringszenarien. Dabei liegt besonderes Augenmerk auf den Stoffen, welche in den OWK jeweils für den „nicht guten“ Ist-Zustand (gemäß OGewV: JD-UQN und ZHK-UQN). verantwortlich sind. Diese Herangehensweise birgt naturgemäß ein hohes Maß an Unsicherheit. Erschwerend kommt die vergleichsweise geringe Anzahl von Messungen, die der Ist-Zustandsbewertung der OWK zu Grunde liegen, hinzu. Dies bedeutet, dass die prognostizierten Konzentrationsveränderungen und hierauf basierende Einordnungen einerseits von einer adäquaten Abbildung des Referenzzustandes sowie den verfügbaren Messdaten und andererseits von der Güte der Modellergebnisse abhängig sind. Im Modell werden Schwebstoffkonzentrationen räumlich und zeitlich hoch aufgelöst berechnet. Eine äquivalente Messdichte mittels Naturmessungen wäre selbst mit unverhältnismäßig hohem Aufwand kaum abzubilden, da in der Natur die Schwebstoffkonzentrationen einer hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität unterliegen. Da sich die Aussagen im Fachbeitrag der Auswirkungsprognose auf die WRRL-Monitoringdaten der behördlichen Einstufung im dritten Bewirtschaftungsplan beziehen, wird an dieser Stelle eine ausreichende Repräsentativität unterstellt. Um den Einfluss der Unsicherheiten auf das Prognoseergebnis zu minimieren und dem Gebot der messtechnischen Erfassbarkeit zu genügen, wird die doppelte Messunsicherheit (s. auch Hentschke, 2020) des jeweiligen Stoffes der Hintergrundkonzentration aufgeschlagen. Überschreitet die aus dem Modell errechnete Konzentration diesen Wert wird von einer voraussichtlichen Messbarkeit ausgegangen. Diese Messungenauigkeit ist ein Wert, der sich aus den Analyseverfahren der einschlägigen Stoffe ergibt und ist u. a. von der Gesamtkonzentration eines Stoffes in einer Probe abhängig.

Baggergutunterbringung, Ergebnisse:

Zielerreichungsgebot:

Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot im OWK Küstenmeer Elbe (Unterbringungsbereich) kann verneint werden, da keine Maßnahmen im Maßnahmenprogramm für diesen OWK vorgesehen sind. In den übrigen OWK werden die vorgesehenen Maßnahmen vom Vorhaben weder be- noch verhindert.

Verschlechterungsverbot:

Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potenzial: Dieses Kriterium ist für alle Küstengewässerwasserkörper und den OWK Tideelbe als Übergangsgewässer relevant.

Mit Blick auf die komplette Ausdehnung der möglicherweise betroffenen OWK kann ein Verstoß ausgeschlossen werden, da Abundanz und Artenzusammensetzung der jeweiligen biologischen QK großflächig nicht derart verändert werden, dass ein Abrutschen in die nächst schlechtere Stufe zu besorgen ist. Auch eine mess- bzw. beobachtbare weitere Verschlechterung bei bereits niedrigster Einstufung ist auf Wasserkörperniveau zu verneinen. Eine messtechnisch erfassbare, vorhabenbedingte Veränderung der Konzentrationen flussgebietsspezifischer Schadstoffe kann aufgrund der zu geringen Gehalte im Baggergut nicht ausgelöst werden. Bei der Mehrzahl der hier relevanten OWK spielen flussgebietsspezifische Schadstoffe schon im Ist-Zustand keine Rolle.
Werden nur die repräsentativen Messstellen betrachtet, ergibt sich das gleiche Bild. Ein bewertungsrelevanter Einfluss des Vorhabens auf Abundanz und Artenzusammensetzung im Bereich der Messstellen kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere auch für die biologische QK „aquatische Flora“, hier das Seegras, s. a. Kapitel 5.6. Die mit Beginn des Einsatzes des 2. Baggers im August ausgelöste einflussnehmende Schwebgehaltserhöhung erreicht erst gegen Ende September die Seegrasbestände in den betreffenden OWK außerhalb des sensitivsten Pflanzenwachstums. Ein bewertungsrelevanter Einfluss kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nicht mehr ausgelöst werden. Hinweis: Bei einer Intensitätserhöhung der Umlagerung von feinkörnigem Material bereits im Sommer oder davor ist ein bewertungsrelevanter Einfluss nicht mehr auszuschließen. Diese Prognose gilt für alle drei Verbringszenarien.

Chemischer Zustand:

Dieses Kriterium ist für alle OWK (Küsten-, Übergangs- und Hoheitsgewässergewässer) relevant. Das Ergebnis der Prognosen für verschiedene OWK sind in der Anlage Tabelle 10-15 und Tabelle 10-16 zu entnehmen. In den einzelnen Bilanzierungsräumen werden Konzentrationsveränderungen auf der Grundlage der Modellergebnisse prognostiziert. Diese umfassen im Bilanzierungsset 2 die jeweiligen OWK als Ganzes und stellen flächenhaft die gemittelte Konzentrationserhöhung dar. Diese führen bei den meisten OWK zu keiner UQN-Überschreitung bzw. weiteren Konzentrationserhöhung bei bereits im Ist-Zustand nicht eingehaltener UQN oder diese bleiben unterhalb der messtechnischen Relevanzschwelle. Dies gilt auch für Biota-UQN. Lokale vorhabenbedingte Erhöhungen werden nur für die Verbringstelle und ein nahes Umfeld angenommen.

Für die drei betrachteten Mengenszenarien ergeben sich folgende Prognosen:

Szenario1,5 Mio. t Trockensubstanz:
Für alle OWK kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand ausgeschlossen werden.

Szenario 2 Mio. t Trockensubstanz:
Für alle OWK kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand ausgeschlossen werden.

Szenario 2,5 Mio. t Trockensubstanz:
Für die OWK „Eider Tidebecken“ (Hinweis: hilfsweise Heranziehung der Messstelle eines benachbarten OWK beim OWK Eider Tidebecken) und „Außenelbe Nord“ kann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim

chemischen Zustand nicht ausgeschlossen werden. Dies betrifft eine mögliche weitere Überschreitung einer schon überschrittenen UQN für Benzo(a)pyren (Tabelle 10-15 in der Anlage). Diese Überschreitung bezieht sich im OWK Außenelbe Nord auf hilfsweise benutzte Monitoringdaten aus der MUDAB, da für diesen OWK nur wenige behördliche Messdaten aus dem WRRL-Monitoring zur Verfügung standen. Da ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand der OWK „Eider Tidebecken“ und „Außenelbe Nord“ mit hinreichender Wahrscheinlichkeit beim 2,5 Mio. t TS Szenario nicht ausgeschlossen werden kann, wird als Vorkehrung empfohlen dieses Verbringszenario nicht umzusetzen.

Fazit und Empfehlung aus WRRL-Perspektive:

Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot kann bei allen Verbringungsszenarien ausgeschlossen werden.

Ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot bei den Küsten- und Übergangsgewässern bezüglich des ökologischen Zustands bzw. ökologischen Potenzials kann bei allen Verbringungsszenarien ausgeschlossen werden.

Ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand kann bei allen Küsten-, Übergangs- und Hoheitsgewässern für das 1,5 Mio. t TS und das 2,0 Mio. t TS Verbringungsszenario ausgeschlossen werden.

Beim 2,5 Mio. t TS Szenario kann ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot beim chemischen Zustand der OWK „Eider Tidebecken“ und „Außenelbe Nord“ wegen möglicher Überschreitung nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Als Vorkehrung wird empfohlen, das Szenario mit 2,5 Mio. t TS Baggergut an der Tonne E3 nicht umzusetzen. Es wird darauf hingewiesen, dass ein Abweichen von der geplanten Verbringungsintensität - hier früherer Einsatz eines 2. Baggerschiffs (vor August) oder ein früherer Beginn der Verbringungen (vor Juli) - mögliche Auswirkungen auf die Einstufung der biologischen QK Wasserpflanzen in bestimmten Küstenwasserkörpern entfalten kann.

6.6 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)

6.6.1 Einleitung und rechtliche Grundlagen

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., umgesetzt. 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.*

Zur Erreichung dieser Bewirtschaftungsziele sind insbesondere

1. *Meeresökosysteme zu schützen und zu erhalten und in Gebieten, in denen sie geschädigt wurden, wiederherzustellen,*
2. *vom Menschen verursachte Einträge von Stoffen und Energie, einschließlich Lärm, in die Meeresgewässer schrittweise zu vermeiden und zu vermindern mit dem Ziel, signifikante nachteilige Auswirkungen auf die Meeresökosysteme, die biologische Vielfalt, die menschliche Gesundheit und die zulässige Nutzung des Meeres auszuschließen und*
3. *bestehende und künftige Möglichkeiten der nachhaltigen Meeresnutzung zu erhalten oder zu schaffen* (§ 45a Abs. 2 WHG).

Für die Bestimmung des Ist-Zustands und des guten Zustands der Meeresumwelt benennt das WHG in § 45b die zu betrachtenden Komponenten. Demnach sind gemäß § 45b Abs. 1 WHG der Zustand der Meeresgewässer der Zustand der Umwelt in Meeresgewässern unter Berücksichtigung

1. *von Struktur, Funktion und Prozessen einzelner Meeresökosysteme,*
2. *der natürlichen physiografischen, geografischen, biologischen, geologischen und klimatischen Faktoren sowie*
3. *der physikalischen, akustischen und chemischen Bedingungen, einschließlich der Bedingungen, die als Folge menschlichen Handelns in dem betreffenden Gebiet und außerhalb davon entstehen.*

Gemäß § 45b Abs. 2 WHG ist der gute Zustand der Meeresgewässer der Zustand der Umwelt in Meeresgewässern, die unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Besonderheiten ökologisch vielfältig, dynamisch, nicht verschmutzt, gesund und produktiv sind, und die nachhaltig genutzt werden, wobei

1. *die einzelnen Meeresökosysteme ohne Einschränkungen funktionieren und widerstandsfähig gegen vom Menschen verursachte Umweltveränderungen sind und sich die unterschiedlichen biologischen Komponenten der Meeresökosysteme im Gleichgewicht befinden,*
2. *die im Meer lebenden Arten und ihre Lebensräume geschützt sind und ein vom Menschen verursachte Rückgang der biologischen Vielfalt verhindert wird und*
3. *vom Menschen verursachte Einträge von Stoffen und Energie, einschließlich Lärm, in die Meeresumwelt keine nachteiligen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme, die*

biologische Vielfalt, die menschliche Gesundheit und die zulässige Nutzung des Meeres haben.

Der gute Zustand der Meeresgewässer wird nach den Vorgaben des Artikels 9 MSRL anhand von elf qualitativen Deskriptoren (Anhang I MSRL) festgelegt (Tabelle 6-5). Mit dem Beschluss der Europäischen Kommission 2017/848/EU erfolgt eine Zuordnung der Deskriptoren zu den wichtigsten Belastungen und Wirkungen (Belastungsdeskriptoren) bzw. Eigenschaften und Merkmalen (Zustandsdeskriptoren).

Tabelle 6-5: Die elf Qualitativen Deskriptoren zur Beschreibung des guten Umweltzustands gemäß Anhang I MSRL:

D1 Biologische Vielfalt	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.
D2 Nicht-einheimische Arten	Nicht einheimische Arten, die sich als Folge menschlicher Tätigkeiten angesiedelt haben, kommen nur in einem für die Ökosysteme nicht abträglichen Umfang vor.
D3 Zustand kommerzieller Fisch- und Schalentierbestände	Alle kommerziell befischten Fisch- und Schalentierbestände befinden sich innerhalb sicherer biologischer Grenzen und weisen eine Alters- und Größenverteilung der Population auf, die von guter Gesundheit des Bestandes zeugt.
D4 Nahrungsnetz	Alle bekannten Bestandteile der Nahrungsnetze der Meere weisen eine normale Häufigkeit und Vielfalt auf und sind auf einem Niveau, das den langfristigen Bestand der Art sowie die Beibehaltung ihrer vollen Reproduktionskapazität gewährleistet.
D5 Eutrophierung	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 Meeresgrund	Der Meeresgrund ist in einem Zustand, der gewährleistet, dass die Struktur und die Funktionen der Ökosysteme gesichert sind und dass insbesondere benthische Ökosysteme keine nachteiligen Auswirkungen erfahren.
D7 Hydrografische Bedingungen	Dauerhafte Veränderungen der hydrografischen Bedingungen haben keine nachteiligen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme.
D8 Schadstoffe	Aus den Konzentrationen an Schadstoffen ergibt sich keine Verschmutzungswirkung.
D9 Schadstoffe in Lebensmitteln	Schadstoffe in für den menschlichen Verzehr bestimmtem Fisch und anderen Meeresfrüchten überschreiten nicht die im

	Gemeinschaftsrecht oder in anderen einschlägigen Regelungen festgelegten Konzentrationen.
D10 Abfälle im Meer	Die Eigenschaften und Mengen der Abfälle im Meer haben keine schädlichen Auswirkungen auf die Küsten- und Meeresumwelt.
D11 Einleitung von Energie	Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.

Um den guten Umweltzustand zu erreichen sind nach Art. 10 MSRL von den Mitgliedsstaaten Umweltziele zu definieren und gemäß Art. 13 Maßnahmenprogramme aufzustellen. Mit § 45e WHG ist diese Verpflichtung in nationales Recht umgesetzt. Zur Erreichung des guten Umweltzustands wurden sieben übergeordnete Umweltziele festgelegt (vgl. Tabelle 6-6), die durch eine Reihe operativer Ziele konkretisiert werden (BMU 2012).

Tabelle 6-6: **Die sieben übergeordneten MSRL-Umweltziele (aus BMU 2012):**

UZ 1	Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung
UZ 2	Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe
UZ 3	Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten
UZ 4	Meere mit nachhaltig und schonend genutzten Ressourcen
UZ 5	Meere ohne Belastung durch Abfall
UZ 6	Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge
UZ 7	Meere mit natürlicher hydromorphologischer Charakteristik

Das aktualisierte MSRL-Maßnahmenprogramm für 2022 - 2027 enthält insgesamt 50 MSRL-Maßnahmen: die aktualisierten und konkretisierten Maßnahmen aus dem 1. Zyklus (2016 – 2021) sowie zusätzlich 21 neue Maßnahmen (www.meeresschutz.info/berichte-art13.html). Es bezieht sich auf die Bewertung des Zustands der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee von 2018. Für viele Aspekte ist der gute Umweltzustand noch nicht erreicht. Zum verstärkten Schutz der marinen Biodiversität sind Ruhe- und Rückzugsräumen für marine Arten und benthische Lebensräume, die Wiederherstellung und Entwicklung von Riffen, Maßnahmen zur Vermeidung des Eintrags und der Verbreitung von nicht-einheimischen Arten sowie ein ökologisches Sedimentmanagement vorgesehen. Bezüglich stofflicher Belastungen mariner Ökosysteme betreffen sieben Maßnahmen die Reduzierung des Eintrags von Nähr- und Schadstoffen sowie von Müll im Zusammenhang mit der Seeschifffahrt und Seehäfen. Weitere Maßnahmen zielen darauf ab, Nährstoffeinträge über die Atmosphäre und durch Marikultursysteme zu reduzieren sowie die natürliche Denitrifikation durch Seegraswiesen zu erhöhen. Die Entwicklung von meeresrelevanten Zielwerten am Übergabepunkt limnisch / marin und die Ableitung von Minderungsbedarfen im Binnenland für Einträge von Phosphor, Schadstoffen und Kunststoffen

schaffen eine Grundlage für eine mit den Zielen des Meeresschutzes konforme und wirksame Bewirtschaftung der Flussgebietseinheiten nach der Wasserrahmenrichtlinie. Das aktualisierte MSRL-Maßnahmenprogram berücksichtigt zudem die Fortschreibung des HELCOM-Ostseeaktionsplans sowie die OSPAR-Nordostatlantik-Umweltstrategie.

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. Der Baggergutverbringbereich bei Tonne E3 befindet sich im Küstenmeer und somit im Geltungsbereich der MSRL.

Nach GEBAK (in Vorbereitung) sind bei Baggermaßnahmen auch die Vorgaben der MSRL zu berücksichtigen.

6.6.2 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen des MSRL-Fachbeitrags wird geprüft ob die Baggergutunterbringung im Bereich der Tonne E3 mit den Vorgaben der §§ 45a ff. WHG vereinbar ist. Bisher existiert kein geregelter Prüfmaßstab. Vorsorglich wird daher zur Prüfung auf die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie auf die grundsätzliche Herangehensweise zur WRRL zurückgegriffen.

Bisher liegen zum Verschlechterungsverbot und dem Zielerreichungsgebot für die Meeresgewässer nach den Maßstäben der MSRL noch keine Leitfäden, Arbeitshilfen oder gerichtliche Entscheidungen vor. Zur Frage, ob die Baggergutverbringung im Bereich der Tonne E3 den Vorgaben der MSRL entspricht, werden daher in Anlehnung an das von Mohr & Junge (2018) und Junge (2020) vorgeschlagene Prüfschema die in den Fachkapiteln auf Basis der Modellergbnisse der BAW für die Bilanzierungssets 1 - 3 prognostizierten und beschriebenen Auswirkungen auf die relevanten MSRL-Deskriptoren, MSRL-Umweltziele sowie der MSRL-Maßnahmen betrachtet und bewertet.

In der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie werden die Eigenschaften und Merkmale sowie Belastungen und Wirkungen nach § 45c WHG (MSRL Anhang III, Tabellen 1 und 2, 2017/845/EU) für die Einstufung des Umweltzustands herangezogen. Die Merkmale sind bestimmten Ökosystembestandteilen der MSRL (Anhang III, Tabelle 1) zugeordnet. Im EU-Kommissionsbeschluss 2017/848/EU erfolgt eine Zuordnung der 11 Deskriptoren zu den wichtigsten Belastungen und Wirkungen (Belastungsdeskriptoren) bzw. Eigenschaften und Merkmalen (Zustandsdeskriptoren) sowie die Definition der Bewertungskriterien für die 11 Deskriptoren.

Die Prüfung der Vereinbarkeit mit den Vorgaben nach §§ 45a ff. WHG umfasst folgende Arbeitsschritte:

Beschreibung der potenziellen Auswirkungen und Relevanzprüfung

Anhand der in den Fachkapiteln beschriebenen Auswirkungen erfolgt zunächst eine Relevanzprüfung für die MSRL-Deskriptoren bzw. der für die deutsche Nordsee zu betrachtenden Belastungs- und Zustandsaspekte gemäß MSRL-Zustandsbericht (BMU 2018). Dies dient der Abschichtung von Wirkfaktoren und deren Auswirkungen auf die Bewirtschaftungsziele. Wenn

Beeinträchtigungen der Belastungs- und Zustandsaspekte ausgeschlossen werden können, erfolgt keine weitere Betrachtung.

Beschreibung des aktuellen Zustands der deutschen Nordseegewässer

Im nächsten Schritt erfolgt die Beschreibung des Ist-Zustands der deutschen Nordseegewässer potenziell betroffener Belastungs- und Zustandsaspekte unter Berücksichtigung der relevanten betroffenen Bewertungseinheit. Kernelemente sind die 11 Deskriptoren die gemäß Kommissionsbeschluss 2017/848/EU den wichtigsten Belastungen und Wirkungen (Belastungsdeskriptoren) bzw. Eigenschaften und Merkmalen (Zustandsdeskriptoren) zugeordnet werden. Der MSRL-Zustandsbericht 2018 (BMU 2018) bewertet und beschreibt 15 Belastungs- und Zustandsaspekte (vgl. Tabelle 6-7).

Tabelle 6-7: **Zuordnung der relevanten Komponenten der Meeresumwelt in Belastungs- und Zustandsaspekte (BMU 2018)**

Belastungen	Zustand
D2 Nicht-einheimische Arten D3 Zustand kommerzieller Fisch- und Schalentierbestände D5 Eutrophierung D7 Änderung der hydrografischen Bedingungen D8 Schadstoffe in der Umwelt D9 Schadstoffe in Lebensmitteln D10 Abfälle im Meer D11 Einleitung von Energie	Arten D1 Fische D1 See- und Küstenvögel D1 Marine Säugetiere D1 Cephalopoden Lebensräume D1 Pelagische Lebensräume D1, D6 Benthische Lebensräume D1, D4 Ökosysteme und Nahrungsnetze

Die Beschreibung des aktuellen Zustands der deutschen Nordseegewässer sowie die Prüfung des Verschlechterungsverbotes bezieht sich auf die Belastungs- und Zustandsaspekte, die potenziell durch die Baggergutunterbringung bei Tonne E3 betroffen sein können.

Bezugsraum

Betrachtungsraum ist das gesamte Meeresgewässer deutsche Nordsee (§ 45a Abs. 3 WHG). Für den MSRL-Zustandsbericht wurden, je nach Deskriptor, z. T. kleinere räumliche Bewertungseinheiten, sogenannte *Marine Reporting Units* (= MRU) definiert und verwendet (BMU 2018), die wiederum den Vorgaben von OSPAR und dem EU-Kommissionsbeschluss 2017/848/EU folgen[37]. Für die Prognose und Bewertungen wird berücksichtigt, wie sich die Baggergutverbringung in der jeweiligen Marine Reporting Unit, bezogen auf die wesentlichen Eigenschaften und Merkmalen und wichtigsten Belastungen nach EU-Kommissionsbeschluss 2017/848, auswirken. Wenn ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot und das

[37] Im Rahmen der BLANO werden die MRUs für die kommende gemäß Art. 8 MSRL-Berichtserstattung 2024 derzeit angepasst.

Zielerreichungsgebot für die jeweilige Bewertungseinheit ausgeschlossen werden kann, ist entsprechend in der großräumigeren Einheit bzw. der gesamten deutschen Nordsee die Einhaltung der Bewirtschaftungsziele gewährleistet.

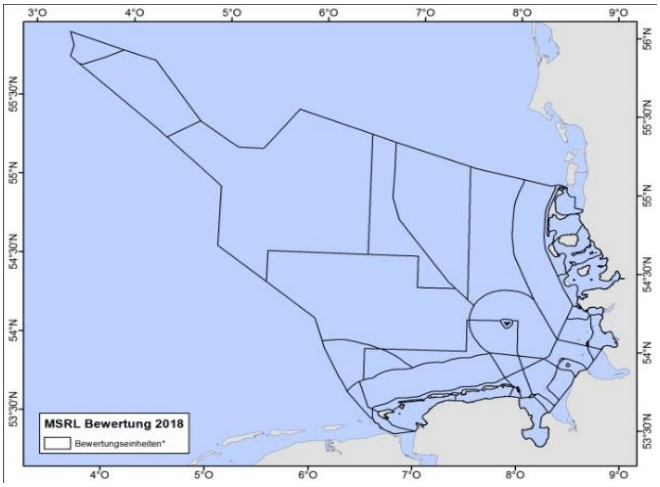


Abbildung 6-4: **Bewertungseinheiten der deutschen Nordseegewässer (aus BMU 2018)**

Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen bezüglich des Verschlechterungsverbotes

Bezüglich des Verschlechterungsverbotes der MSRL werden die prognostizierten Auswirkungen der Baggergutverbringung auf den derzeitigen Umweltzustand und somit anhand der wesentlichen Merkmale und Eigenschaften sowie der wichtigsten Belastungen der deutschen Nordsee bewertet. Prüffrage zum Verschlechterungsverbot der MSRL ist, ob die Baggergutverbringung im Bereich der Tonne E3 geeignet ist, 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. Dazu werden anhand relevanter Wirkungen der Verbringung (basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen/Prognosen der Fachkapitel) die zu betrachtenden Deskriptoren identifiziert und unter Berücksichtigung der betroffenen Bewertungseinheit die Auswirkungen auf die Bewertungskriterien prognostiziert. Bisher liegen noch nicht für alle Deskriptoren Bezugsgrößen vor. Daher erfolgt die Einschätzung meist verbal-argumentativ unter Berücksichtigung der Aussagen in den Fachkapiteln.

Eine Verschlechterung der wesentlichen Merkmale und Eigenschaften ist dann anzunehmen, wenn das Vorhaben den Zustand eines Ökosystembestandteils im Sinne von Anhang III, Tabelle 1 der MSRL so nachteilig verändert, dass sich der Zustand von „gut“ in „nicht gut“ verändert. Weiterhin ist eine Verschlechterung anzunehmen, wenn das Projekt/Vorhaben dazu führt, dass sich eine Belastung im Sinne des Anhangs III, Tabelle 2 erhöht oder erstmals hervorgerufen wird mit der Folge, dass eine derzeit gute Belastungssituation vorhabenbedingt mit „nicht gut“ zu bewerten ist.

Bewertung der prognostizierten Auswirkungen bezüglich des Zielerreichungsgebotes

Das Zielerreichungsgebot der MSRL umfasst die Erreichung des guten Umweltzustands, der durch die 11 Deskriptoren beschrieben wird. Durch Umsetzung des Maßnahmenprogramms sind die Umweltziele zu erreichen. Prüffrage zum Zielerreichungsgebot der MSRL ist, ob die

Auswirkungen der Baggergutverbringung im Bereich der Tonne E3 der Erreichung des guten Zustands der Deskriptoren, der Erfüllung der Umweltziele oder der Umsetzung von Einzelmaßnahmen des Maßnahmenprogramms (BMUB 2016, BMUV 2022) entgegenstehen.

Ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot ist anzunehmen, wenn die Projektwirkungen die Erreichung des guten Zustands der Bewertungselemente für die 11 Deskriptoren in Sinne von Anhang I MSRL gefährden. Weiterhin ist ein Verstoß gegen das Zielerreichungsgebot bezüglich der Umweltziele anzunehmen, wenn das Vorhaben die Erreichung der Umweltziele im Sinne WHG § 45e zum maßgeblichen Zeitpunkt gefährdet. Die Erreichung der Umweltziele gilt auch als gefährdet, wenn Einzelmaßnahmen im Maßnahmenprogramm durch das Vorhaben ganz oder teilweise behindert bzw. erschwert werden.

Wirkung und Relevanzprüfung

Die Baggergutverbringungen im Bereich der Tonne E3 können zu Belastungen der Meeresumwelt und damit zu potenziellen Auswirkungen auf die Struktur, Funktion und Prozesse von Meeresökosystemen führen. Für die weitere Betrachtung erfolgt eine Abschichtung, ob Wirkungen der Baggergutverbringung auf Ökosystemkomponenten bzw. Deskriptoren möglich sind und ob die Wirkungen fachlich relevant sind.

Nachfolgende Tabelle 6-8 gibt eine Übersicht der relevanten Wirkfaktoren und die potenziell betroffenen Zustands- und Belastungsaspekte bzw. Deskriptoren (nach Anhang III 2017/845 MSRL). Prinzipiell können Baggergutverbringungen im Küstenmeer im Bereich der Tonne E3 aufgrund von Individuenverlusten, Störungen und Vergrämung von Arten, Flächeninanspruchnahme, veränderte Sedimentstruktur und Topographie, Trübungserhöhung, Eintrag von Nähr- und Schadstoffen sowie Lärmerhöhung zu Auswirkungen auf die Lebensraumqualität und damit auf die Deskriptoren D1 (Biologische Vielfalt), D6 (Integrität des Meeresbodens), D4 (Nahrungsnetz), D5 (Eutrophierung), D7 (Hydrografische Bedingungen), D8 (Schadstoffe), D9 (Schadstoffe in Lebensmitteln) und D11 (Eintrag von u.a. Unterwasserlärm) führen.

Für Tintenfischpopulationen (Cephalopoden - D1) gibt es bislang keine regional abgestimmten Bewertungsverfahren und die Datengrundlage ist sehr unsicher. Daher kann der Zustand von Cephalopoden derzeit nicht bewertet werden (BMU 2018a). Deshalb erfolgt in vorliegender Prognose keine weitere Betrachtung der Cephalopoden.

Auswirkungen auf die Belastungssituation im Sinne des Deskriptors 2, also Eintrag oder Ausbreitung nichteinheimischer Arten durch die Verbringung von Baggergut aus dem Hamburger Bereich zur Tonne E3 kann ausgeschlossen werden, da aufgrund der Salinitätsunterschiede Organismen, die fast ausschließlich im Süßwasser vorkommen i.d.R. im Salzwasser der Nordsee nicht überleben (siehe auch Bioconsult 2013).

Basierend auf den Erkenntnissen des Umweltmonitorings 2005 – 2020 können Auswirkungen auf Deskriptor 3 Kommerzielle Fisch- und Schalentierbestände ausgeschlossen werden. Temporäre Vergrämungseffekte auf die Fische sind zwar nicht auszuschließen ebenso möglich Schadstoffbelastungen von Nährtieren. Diese bleiben jedoch auf den Verbringbereich beschränkt und sind nicht geeignet den Fischbestand insgesamt zu beeinträchtigen. Auch werden keine Lebensmittel Richtwerte überschritten. Hauptbelastung ist die kommerzielle Fischerei und die

Wirkungen der Baggergutverbringung auf die Fischfauna haben demgegenüber auch bei kumulativer Betrachtung keinen messbaren Effekt.

Eine wesentliche Neuerung des EU-Beschlusses 2017/848 ist eine gemeinsame Betrachtung von Aspekten der Biodiversität (D1) und des Nahrungsnetzes (D4) und die Einbeziehung trophischer Gilden auf Basis verschiedener Organismengruppen. Die Bewertungskriterien beinhalten die trophischen Beziehungen innerhalb und zwischen Lebensgemeinschaften sowie die Artenzusammensetzung hinsichtlich verschiedener Funktionen im Ökosystem. Spezifische Bewertungsverfahren für die Interaktionen der Ökosystem- bzw. Nahrungsnetzkomponenten (D1, D4) sind in Entwicklung, jedoch weder national noch international verfügbar (BMU 2018a). Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge und Wechselwirkungen mit anderen Wirkfaktoren sind Beeinträchtigungen nur schwer zu identifizieren und zu quantifizieren. In vorliegender Prognose erfolgt daher nur eine grobe qualitative Einschätzung.

Deskriptor 10 Abfälle im Meer wird in vorliegender Prognose nicht weiter betrachtet, da bislang keine verlässlichen Aussagen möglich sind. Grobe Verunreinigungen im Baggergut werden zwar über den Saugkopf mit aufgenommen, werden jedoch im sogenannten Grid (= eingebautes Schutzgitter) zurückgehalten, an Deck gesammelt und fachgerecht gemäß MARPOL[38] entsorgt. Bezüglich Bewertungskriterium D10C2 (Mengen und Eigenschaften von Mikropartikeln im Sediment) können derzeit keine verlässlichen, bewertungsrelevanten Aussagen getroffen werden. In diversen Forschungsprojekten wird in Fluss- und Ästuarsedimenten Mikroplastik nachgewiesen und analysiert. Auch die Sedimente des Hamburger Hafens enthalten Mikroplastik (Motyl et al. 2020). Somit auch das Baggergut. Es ist davon auszugehen, dass auch Baggergut aus den Ästuaren Mikroplastik enthält. Messtechnisch wird Mikroplastik in Sedimenten bislang weder in der Tideelbe und dem Hamburger Hafen noch in anderen Flusseinzugsgebieten und Häfen routinemäßig erfasst. In laufenden Forschungsprojekten werden derzeit Datenerfassungs- und Bewertungssysteme entwickelt. Daher wird dieser Aspekt in der vorliegenden Auswirkungsprognose nicht weiter betrachtet.

Zu Schadstoffen in Meeresfrüchten (D9) kann keine Bewertung erfolgen, da noch keine MSRL spezifischen Methoden vorliegen. Der Aspekt Bioakkumulation wird in vorliegender Prognose bei D8 berücksichtigt. Die möglichen Auswirkungen von Lärmeintrag (D11) auf Meerestiere werden bei D1 bewertet.

[38] Internationales Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe

Tabelle 6-8: **Potenzielle Betroffenheit der MSRL-Zustands- und Belastungsaspekte/Deskriptoren durch Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3**

	Zustand						Belastung							
Ökosystemkomponenten	**Arten***			**Biotoptypen**		**Öko-systeme**	**Biologisch**		**Physi-kalisch**	**Stoffe, Abfälle und Energie**				
Deskriptoren	**D1, D3**			**D1, D6**		**D1, D4**	**D2**	**D3**	**D6, D7**	**D5**	**D8**	**D9**	**D10**	**D11**
	See- u. Küstenvögel	**Marine Säugetiere**	**Fische**	**Pelagische Lebensräume**	**Benthische Lebensräume**	**Ökosysteme und Nahrungsnetze**	**Eintrag/Ausbreitung Nicht einheimischer Arten**	**Entnahme oder Mortalität/Verletzung wildlebender Arten durch kommerzielle Fischerei**	**Physikalische Störung/Verlust, Änderung der hydrografischen Bedingungen**	**Eintrag v. Nährstoffen/organischer Materie: Eutrophierung**	**Schadstoffe in der Umwelt**	**Schadstoffe in Meeresfrüchten**	**Eintrag von Abfällen**	**Eintrag von Schall**
Wirkungen der Baggergutverbringung:														
Flächeninanspruchnahme			x		x				x					
Sedimentation/Überschüttung			x		x				x					
Veränderung Sedimentstruktur			x		x				x					
Trübungserhöhung			x	x	x	x								
Eintrag Nähr- u. Schadstoffe	x	x	x	x	x	x				x	x	x		
Unterwasserlärm		x	x											x
Vergrämung	x	x												

*) Für Kopffüßer liegt bisher keine Bewertung vor (BMU 2018a), daher keine Betrachtung

6.6.3 Umweltzustand deutsche Nordseegewässer (Ist-Zustand)

Nachfolgend werden auszugsweise und zusammengefasst der Zustand potenziell betroffener Belastungs- und Zustandsaspekte/Deskriptoren der deutschen Nordseegewässer inklusive der relevanten Bewertungseinheiten beschrieben. Einzelheiten zur Bewertungsgrundlage, -methodik und -kriterien sind dem Bewertungsbericht zum Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018 zu entnehmen (BMU 2018a).

Belastungen

Eutrophierung (D5): Über die Hälfte (55 %) der Nordseegewässer sind eutrophiert, 39 % konnten nicht bewertet werden. Nur in der äußeren Deutschen Bucht (Entenschnabel) konnte der Umweltzustand als gut eingestuft werden (6 %). Zwar zeigen die Nährstoffeinträge über die Flüsse eine abnehmende Tendenz, jedoch überschreiten die Konzentrationen von Gesamtstickstoff und -phosphor in den Flussmündungen von Elbe, Ems, Weser und Eider deutlich die Bewirtschaftungsziele. Hauptverantwortlich ist die Landwirtschaft, die 2012 - 2014 zu 71 % der Stickstoff- und 44 % der Phosphoreinträge beitrug.

Der Baggergutverbringbereich Tonne E3 liegt in der Bewertungseinheit ICEF, nur ca. 2 km entfernt zu ICNF. Die Bewertungseinheit ICEF wird als potenzielles Problemgebiet eingestuft. Während die Kriterien D5C1 (Nährstoffe), D5C2 (Chlorophyll a) und D5C5 (Sauerstoffkonzentration) als gut bewertet werden, wird D5C4 (Sichttiefe) als nicht gut eingestuft. Alle anderen Kriterien können nicht bewertet werden aufgrund mangelnder Daten oder Bewertungsverfahren bzw. sind nicht relevant. Die Bewertungseinheit ICNF befindet sich in keinem guten Zustand, da bis auf D5C3 (Schädliche Algenblüten) alle relevanten Bewertungskriterien als nicht gut eingestuft sind

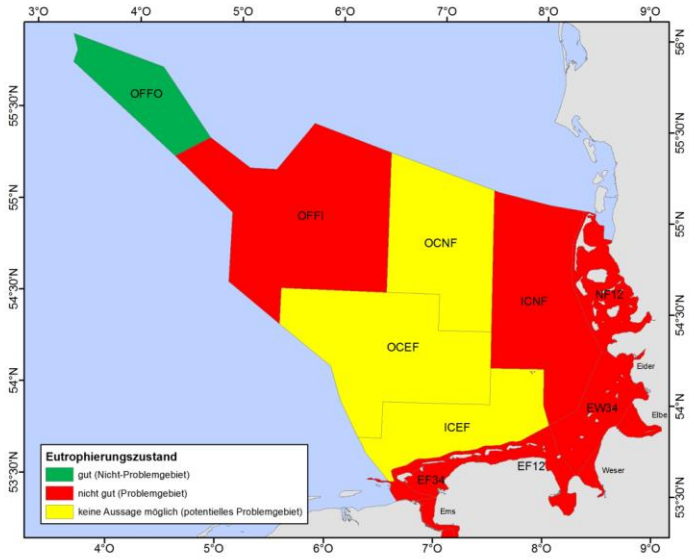


Abbildung 6-5: **Eutrophierungszustand der deutschen Nordseegewässer, Bewertung nach OSPAR Common Procedure basierend auf Daten 2006 - 2014 (aus BMU 2018a)**

Änderung der hydrografischen Bedingungen (D7): Für D7 wird zwischen den Bewertungseinheiten „Offshore“ (Hoheitsgewässer und AWZ) und Küstengewässer unterschieden. Eine Bewertung bzgl. der Änderungen hydrografischer Bedingungen wird im aktuellen Zustandsbericht nicht vorgenommen. Deskriptor 7 bezieht sich auf neue Infrastrukturprojekte wie Offshore-Windkraftanlagen, Brückenbauten sowie permanente Änderungen der hydrografischen Bedingungen und der Topographie. Für das Küstenmeer und die AWZ zeigen die den saisonalen Jahresgang auflösenden Monitoringdaten der letzten Jahre, dass alle hydrografischen Basisparameter im Rahmen der natürlichen, von der Nordatlantischen Oszillation dominierten Variabilität liegen. Belastungen durch hydrografische Veränderungen sind hauptsächlich menschliche Eingriffe die zu einem Verlust ungestörten Meeresboden führen. Die relevante Bewertungseinheit für die Tonne E3 ist das Gebiet „Offshore“. In den Meeresgewässern (> 1 sm) der deutschen Nordsee sind ca. 0,8 – 1 % der benthischen Habitate von dauerhaften hydrografischen Veränderungen betroffen.

Schadstoffe in Umwelt und Lebensmitteln (D8/D9): Der gute Zustand bezüglich der Schadstoffe wird für die deutsche Nordsee nicht erreicht. Die räumlichen Bezugsgrößen für die Beschreibung und Bewertung sind die Küstengewässer (< 1 sm), Territorialgewässer (< 12 sm) und die AWZ. Die Einzelergebnisse werden nach dem „one out - all out“-Prinzip zusammengefasst und bewertet. Das Küstengewässer wird zwar für die Bewertung der flussgebietsspezifischen Schadstoffe als gut eingestuft, in der Gesamtbewertung erreicht es jedoch nicht den guten Zustand aufgrund der Konzentrationen der prioritären Stoffe und OSPAR-Indikatorstoffe.

Das Unterbringungsgebiet Tonne E3 liegt im Territorialgewässer. Insgesamt war die Schadstoffbelastung in den deutschen Nordseegewässern weiterhin zu hoch und ist vor allem auf die Anreicherung mit Quecksilber, Blei und einem Vertreter polychlorierter Biphenyle (PCB-118) in Sedimenten und Meeresorganismen zurückzuführen. Quecksilber in Sediment und marinen Organismen führte flächendeckend zur Verfehlung der WRRL- und MSRL-Bewirtschaftungszielen. Aufgrund der Persistenz dieser Stoffe werden sich die hohen Konzentrationen in der Meeresumwelt nur langsam verringern. Effekte von TBT auf Meeresschnecken haben abgenommen und erreichen die Zielwerte im Territorialgewässer. Die Schadstoffeinträge über Flüsse und Atmosphäre sind die Haupteintragspfade in die Meeresumwelt.

Tabelle 6-9:**Übersicht Gesamtzustand der deutschen Nordseegewässer bezüglich der Kriterien für den Deskriptor 8**

Zustand: grün = gut, rot = nicht gut, grau = nicht bewertet; weiß = nicht relevant. Flussgebietsspezifische Schadstoffe = Anlage 7 OGewV (2011), prioritäre Stoffe = Anlage 5 OGewV (2011). * Ubiquitäre Stoffe gemäß Richtlinie 2013/39/EU, die in der Gesamtbewertung zur Verfehlung des guten Zustands führen. (aus BMU 2018a).

Kriterien	Küstengewässer <1 sm (D8C1: flussgebietssezifische Schadstoffe)	Territorialgewässer <12 sm (D8C1: prioritäre Stoffe; OSPAR Indikatorstoffe; Radionuklid)	AWZ >12 sm (D8C1: OSPAR Indikatorstoffe; Radionuklid)	Deutsche Nordseegewässer insgesamt	Status deutsche Nordseegewässer
Schadstoffkonzentrationen (D8C1)		*Hg (Biota, Sediment) *PAK (Wasser, westl. von Norderney) Pb (Sediment) PCB-118 (Sediment, Biota)	*Hg (Biota, Sediment) Pb (Sediment) PCB-118 (Sediment, Biota) Cs-137 (Biota)		
Schadstoffeffekte (D8C2)		TBT-Imposex			
Erhebliche akute Verschmutzung (D8C3)					
Schadwirkung akuter Verschmutzung (D8C4)					

Eine MSRL-konforme Bewertung von Schadstoffen in Lebensmitteln (D9) war für den aktuellen Berichtszyklus noch nicht möglich. Für Miesmuscheln lässt sich in den Küstengewässern zwar ein guter Zustand hinsichtlich der Schadstoffgehalte in Lebensmitteln ableiten, für Fische jedoch konnte bislang keine Einschätzung erfolgen.

Unterwasserschall (D11): 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. Die Bewertungssysteme für die Belastung der Meeresgewässer durch Unterwasserschall befinden sich noch in Entwicklung und die von Deutschland zu bewirtschaftenden Nordseegewässer erreichen den guten Zustand bislang nicht (BMU 2018a). Bewertet wird für D11 die gesamte deutsche Nordsee.

Zustand

Für Deskriptor 1 (Arten) erfolgt die Bewertung für die gesamte deutsche Nordsee.

Fische (D1): Insgesamt erreichen die betrachteten Fischarten keinen guten Zustand in der deutschen Nordsee. Die Bewertung basiert hauptsächlich auf dem Kriterium „Populationsgröße“ (D1C2). Zusätzlich wurden für einige FFH-Arten die Kriterien „Verbreitung“ (D1C4) und „Habitat“ (D1C5) beurteilt. Von den 32 betrachteten Fischarten sind neun in einem guten Zustand, 15 Arten verfehlten die Zielwerte und acht konnten nicht bewertet werden. Besonders betroffen

sind langlebig, langsam wachsende, große Arten wie Haie und Rochen sowie die wandernden Fischarten wie Stör, Aal und Lachs. Ein schlechter Zustand ist für die am Meeresboden lebenden Fischarten festgestellt. Je nach Art sind Fischereidruck, Wanderbarrieren sowie Habitatveränderungen und -verluste u.a. infolge Eutrophierung, Schadstoffbelastung und Klimawandel die maßgeblichen Belastungen.

See- und Küstenvögel (D1): Bei den See- und Küstenvögeln waren die Beeinträchtigungen ihrer Lebensräume, Prädation durch ortsuntypische Säugetiere, die Änderung der Nahrungsverfügbarkeit und Störungen Grund dafür, dass fast die Hälfte der 52 betrachteten Arten nicht in einem guten Zustand war. Besonders betroffen sind Arten die sich an der Wasseroberfläche, im Flachwasser watend, in der Wassersäule oder nach Muscheln tauchend ernähren. Wobei die Ernährungsstrategien nicht automatisch für den schlechten Zustand auslösend sind. See- und Küstenvögel die nach Fischen tauchen bzw. Pflanzen fressen befinden sich in einem guten Zustand. Die Belastungen sind vielfältig und bewertete Arten wandern z. T. über große Distanzen, so dass sie entlang ihres Zugweges diversen Belastungen ausgesetzt sind. Die Bewertung erfolgte überwiegend anhand des Kriteriums „Abundanz“ (D1C2) und teilweise anhand des Bruterfolgs (D1C3).

Marine Säugetiere (D1): 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 Bewertung erfolgt anhand der Kriterien „Population“ (D1C2, D1C3), „natürliches Verbreitungsgebiet“ (D1C4) und „Habitat“ (D1C5). Alle Kriterien befinden sich für die beiden Robbenarten in einem guten Zustand. Die Population und das Verbreitungsgebiet des Schweinswals werden als gut, das Habitat aufgrund der vorhandenen Beeinträchtigungen als nicht gut eingestuft. Dies ist auf Beeinträchtigungen durch die kommerzielle Fischerei (Nahrungsreduktion und Beifang), Unterwasserlärm, Schadstoffbelastung und Lebensraumbeeinträchtigungen zurückzuführen.

Pelagische Lebensräume (D1): In 77 % der pelagischen Lebensräume der deutschen Nordseegewässer wird der gute Zustand nicht erreicht. Zu den Hauptbelastungen für die pelagischen Habitate zählen Eutrophierung, Kontamination mit Schadstoffen und nicht-einheimische Arten. Hinzu kommt der globale Anstieg der CO_2 Konzentration und Temperatur in der Atmosphäre wodurch die Versauerung und Erwärmung der Meeresgewässer zunimmt und somit auch die nachteiligen Auswirkungen auf die pelagischen Habitate.

Die Zustandsbewertung der pelagischen Lebensräume erfolgt anhand der planktischen Gemeinschaften unter Verwendung von Eutrophierungskriterien, die die Auswirkungen der Nährstoffanreicherung auf das Phytoplankton beschreiben: D5C2 „Chlorophyll a“, D5C3 „schädliche Algenblüten“ und D5C4 „Sichttiefe“. Der Baggergutverbringbereich Tonne E3 liegt in der Bewertungseinheit ICEF, nur ca. 2 km entfernt zu ICNF. In den Marine Reporting Units ICEF und ICNF befinden sich die Bewertungskriterien D5C2 und D5C4 in einem schlechten Zustand, D5C3 wird als gut eingestuft wird.

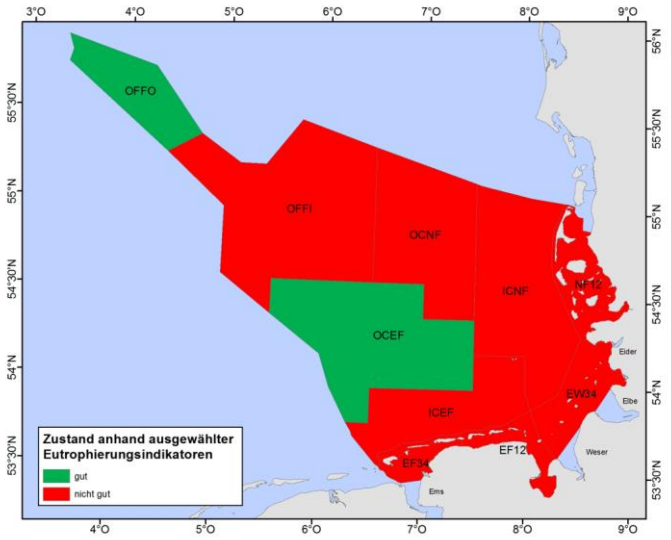


Abbildung 6-6: Bewertungsergebnis einzelner Bewertungseinheiten der deutschen Nordseegewässer anhand ausgewählter Eutrophierungskriterien (D5C2, D5C3, D5C4) mit direktem Bezug zu pelagischen Habitaten (aus BMU 2018a)

Ökosysteme und Nahrungsnetze (D1, D4): Die Beschreibung des guten Umweltzustands (BMU 2012a) betrachtet das Nahrungsnetz (D4) und die Biodiversität (D1) gesondert, wobei sich die unter Biodiversität (D1) genannten Aspekte in der Beschreibung des guten Umweltzustands für das Nahrungsnetz (D4) wiederfinden und auf Zustandsbewertungen nach WRRL, FFH-RL, TMAP (trilateralem Monitoring- und Bewertungsprogramm für das Wattenmeer), dem OSPAR-Übereinkommen und ASCOBANS (Abkommen zum Erhalt der Kleinwale) verweisen.

Die gemeinsame Betrachtung von Aspekten der Biodiversität (D1) und des Nahrungsnetzes (D4) und die stärkere Einbeziehung trophischer Gilden auf Basis verschiedener Organismengruppen ist eine wesentliche Neuerung des Kommission-Beschlusses (EU) 2017/848. Die primären verbindlichen Bewertungskriterien beziehen sich auf die „Diversität der trophischen Gilden“ (D4C1) und die „Ausgewogenheit der Gesamthäufigkeit zwischen den trophischen Gilden“ (D4C2), die durch die sekundären Kriterien zur „Größenklassenverteilung innerhalb der trophischen Gilden“ (D4C3) und zur „Produktivität der trophischen Gilden“ (D4C4) ergänzt werden können.

Bewertungsverfahren für Nahrungsnetze und Ökosystemstrukturen befinden sich noch in Entwicklung, eine spezifische Zustandsbewertung war bislang nicht möglich. Eine Vielzahl anthropogener Belastungen drücken sich in Beeinträchtigungen der Qualität und des Vorkommens von Lebensräumen sowie der Verbreitung und Häufigkeit von Arten aus. Sie alle haben erheblichen Einfluss auf die Ökosysteme und Nahrungsnetze, deren Zustand für die deutschen Nordseegewässer daher als nicht gut eingestuft wird (BMU 2018).

Benthische Lebensräume (D1/D6): Eine Unterteilung in Bewertungseinheiten für D6 erfolgt nicht. Keiner der bewerteten weitverbreiteten Lebensräume oder besonders geschützten benthischen Lebensräume in den deutschen Nordseegewässern erreicht einen guten Zustand. Zu den großflächigen Belastungen zählen die grundberührende Fischerei sowie die Einträge von Nähr- und Schadstoffen. Räumlich begrenzte Belastungen sind die direkten Veränderungen des Meeresbodens durch Überbauung mit Offshore-Anlagen, Kabeln und Rohren sowie temporär

durch die Entnahme von Sand und Kies, Fahrrinnenunterhaltung und Baggergutverbringung. Aufgrund der geringen Flächenbeanspruchung hat dies eine untergeordnete Bedeutung für die weitverbreiteten benthischen Lebensräume, kann jedoch kleinräumige Lebensräume erheblich schädigen.

Der Meeresboden der deutschen Nordsee wird anhand der Tiefe und des Substrates in verschiedene Lebensräume eingeteilt. Für die Bewertung wird zwischen weitverbreiteten Lebensräumen (**B**road **H**abitat **T**ypes) und besonders geschützten Lebensräumen (**O**ther **H**abitat **T**ypes: FFH-LRT, § 30-Biotope[39]) unterschieden. Im Küstenmeer im Bereich des Verbringgebietes bei Tonne E3 überwiegen die weitverbreiteten Lebensräume „Schlickböden des Circalitorals“ und „Schlickböden des küstenfernen Circalitorals“ (vgl. Abbildung 6-7). Der kleine Bereich „Sandboden des Circalitorals“ in Klappfeld Ost (siehe Ausschnitt Abbildung 6-7) ist in den letzten Jahren aufgrund der bisherigen Baggergutverbringungen entstanden. Es kommen keine besonders geschützten Lebensräume im Verbringbereich und der Umgebung vor.

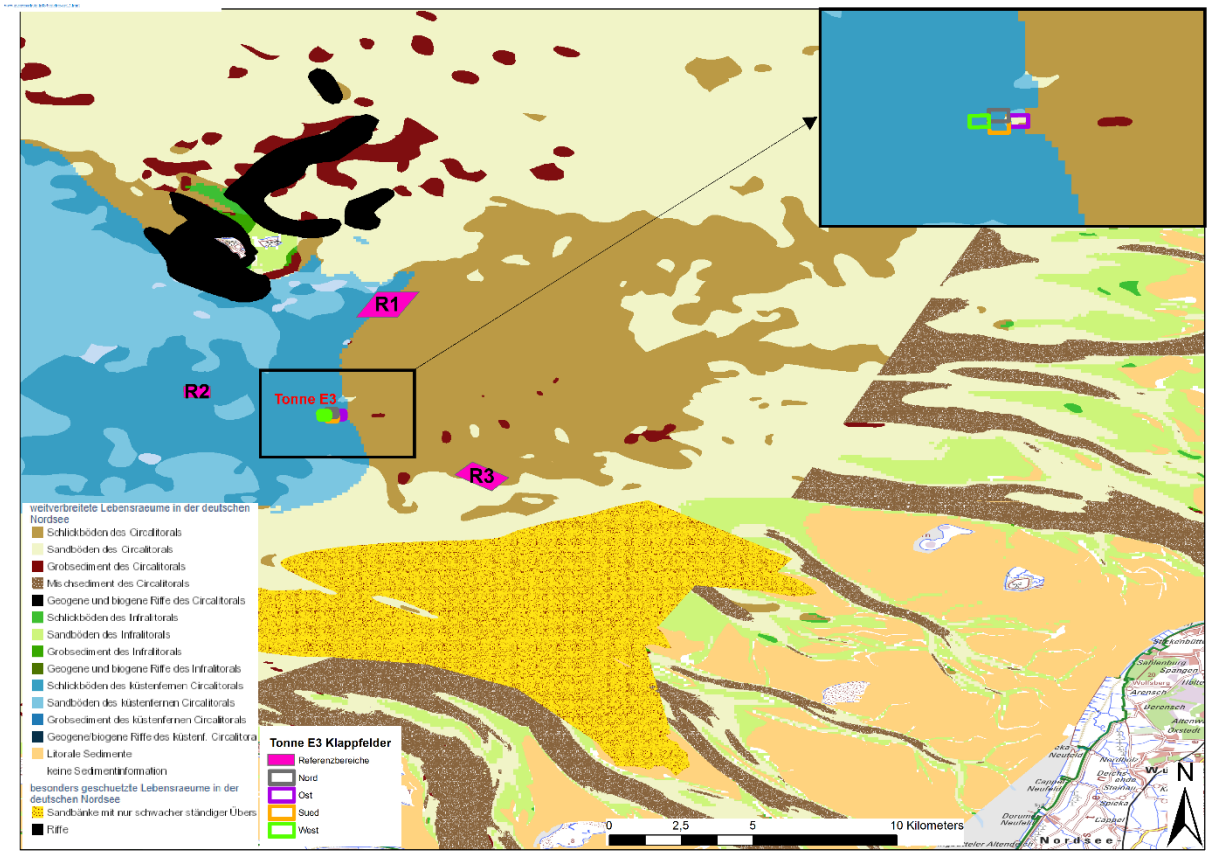


Abbildung 6-7: Weitverbreitete (Broad Habitat Types) und besonders geschützte Lebensräume (Other Habitat Types) im Küstenmeer im Gebiet des Verbringbereiches bei Tonne E3 (Datengrundlage: benthische Lebensräume 2018 aus MDI-DE, verändert).

Die weitverbreiteten benthischen Lebensraumtypen in der Nordsee können derzeit nur über die Kriterien „Beeinträchtigung durch physikalische Störung“ (D6C3) und „Zustand des Lebensraums“ (D6C5) bewertet werden.

[39] Die nach § 30 BNatSchG geschützten „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ sowie die „Schlickgründe mit grabender Megafauna“ können derzeit noch nicht bewertet werden.

Der Flächenanteil der „Schlickböden des Circalitoral“ am Meeresboden in der deutschen Nordsee beträgt 1,3 %. Bezüglich der räumlichen Ausdehnung der Beeinträchtigung durch physikalische Störung (D6C3) anhand des OSPAR-Indikators (Intermediate Assessment 2017), welcher die Ausdehnung und Intensität der Belastung durch Grundschleppnetzfischerei mit der Sensitivität der benthischen Lebensräume verknüpft, sind 38 % der Fläche dieses Lebensraumes stark beeinträchtigt. Der gute Zustand wird für keinen der benthischen Lebensräume erreicht.

Die Bewertung des Zustands der Lebensräume (D6C5) basiert auf den Bewertungen nach FFH, WRRL und OSPAR. Nicht für alle Teilflächen, u.a. Schlickböden, liegt bisher eine Bewertung vor. Keiner der weitverbreiteten Lebensräume (BHT) befindet sich in einem guten Zustand.

6.6.4 Auswirkungsprognose bezüglich des Verschlechterungsverbotes

Nachfolgend werden die prognostizierten Auswirkungen der Baggergutverbringung im Bereich der Tonne E3 (siehe Fachkapitel) auf die MSRL-Deskriptoren bzw. Zustands- und Belastungsaspekte zusammenfassend dargestellt und hinsichtlich einer möglichen Verschlechterung des Zustands der Meeresumwelt geprüft. Die Auswirkungsprognose erfolgt verbal-argumentativ anhand relevanter Wirkfaktoren, basierend auf den Prognosen der Fachkapitel und der naturschutzrechtlichen Bewertung. Für die Bewertung wird berücksichtigt, wie sich die Baggergutverbringung in der jeweiligen Bewertungseinheit auswirkt, die zu den wesentlichen Eigenschaften und Merkmalen und wichtigsten Belastungen (nach EU/2017/848 und Zustandsbewertung) herangezogen werden.

Tabelle 6-10: **Zusammenfassung der prognostizierten Auswirkungen der Baggergutverbringung im Bereich Tonne E3 auf die MSRL-Deskriptoren basierend auf den Prognosen der Fachkapitel**

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlech-terungs-verbot?
D1 Fische D1C2 Populationsgröße D1C3 Populationsdemographie D1C4 Verbreitung D1C5 Zustand des Habitats	Überdeckung, Trübungserhöhung, Nahrungsangebot	Im Bereich der Tonne E3 können sich insbesondere die mit den Verbringungen verbundenen Störungen und ein reduziertes oder verändertes Angebot benthischer Nahrungsorganismen beeinträchtigend auf Fische auswirken. **Diese Auswirkungen sind bei allen Szenarien auf die jeweils beaufschlagten Verbringstellen und deren unmittelbare Umgebung (1-km Radius) beschränkt. Sie betreffen dort einzelne Individuen. Da die betroffenen Arten bzw. Bestände sehr weiträumig verbreitet sind, sind Auswirkungen auf dieser Ebene (Bestandsebene) nicht zu erwarten. Zudem hat das Gebiet um die Tonne E3 keine besonderen fischökologische Funktion,** z. B. als Laichgebiet oder als besonders wichtiges Nahrungsgebiet (BioConsult 2022).	nein
D1 See- und Küstenvögel D1C2 Populationsgröße D1C3 Populationsdemographie D1C4 Verbreitung D1C5 Zustand des Habitats	Vergrämung durch Baggerschiffe	Störungen und Vergrämungen von vereinzelten Seevögeln durch den Schiffsverkehr im Rahmen der Verbringungstätigkeiten sind grundsätzlich möglich, jedoch fahren Baggerschiffe relativ langsam und auf relativ konstanten Routen. **Da sich die Verbringstelle außerdem in der Nähe einer viel befahrenen Schifffahrtsroute befindet und die Individuendichte der Seevögel im Bereich der Verbringstelle sehr gering ist, ist nicht mit einer relevanten Erhöhung der Vergrämungen durch den Baggerschiffverkehr zu rechnen. Folglich sind relevante negative Auswirkungen durch den Baggerschiffsverkehr auch für die nach dem DVI (Disturbance Vulnerability Index) als empfindlich eingestuften Arten unwahrscheinlich.**	nein
	Nahrungsverfügbar-keit	Benthische Organismen werden durch die Verbringung zwar räumlich begrenzt beeinflusst, dürften im Umfeld der Verbringstelle als Nahrungsquelle für Vögel jedoch kaum eine Rolle spielen, da **die die meisten der vorkommenden Seevögel in der Regel in den dortigen Tiefen von ca. 25 m nicht nach Nahrung suchen bzw. nicht dazu in der Lage sind in diese Tiefen vorzudringen.** Da negative Einflüsse der Bagger- und Unterbringungstätigkeiten auf Fische nicht vorhanden bzw. in einigen Jahren nur schwach ausgeprägt sowie räumlich und zeitlich begrenzt sind und **zahlreiche Ausweichflächen für die Seevögel existieren, sind in Bezug auf den Faktor Nahrungsverfügbarkeit praktisch keine negativen Auswirkungen auf Vögel zu erwarten.**	nein
	Erhöhung Schwebstoffgehalte	Da eine Erhöhung der Trübung nur in begrenztem räumlichem Umfang stattfindet, die **Individuendichte der Seevögel im Bereich der Verbringstelle sehr gering ist und zahlreiche Ausweichflächen bestehen sind diesbezüglich nach derzeitigem Kenntnisstand praktisch keine negativen Auswirkungen auf Seevögel zu erwarten.**	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot?
	Schadstoffe i.d. Nahrung	Außerhalb des 3 km-Bereiches wurden keine verbringungsbedingt erhöhten Konzentrationen im Gewebe der untersuchten potentiellen Nährtiere (Muscheln, Schnecken, Fische) festgestellt bzw. prognostiziert. Für den 6 km-Bereich wurde lediglich eine baggergutbedingte Bioakkumulation nicht ausgeschlossen, auch wenn diese aufgrund der prognostizierten Sedimentkonzentrationen vorerst nicht erwartet wird. **Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Vögeln durch die Schadstoffbelastung im weiteren Umfeld des Verbringungsbereiches bei Tonne E3 als relativ gering eingeschätzt werden, da sie sich bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken und die Individuendichte der Vögel im Bereich der Verbringstelle relativ gering ist.**	nein
D1 Marine Säugetiere D1C2 Populationsgröße D1C3 Populationsdemographie D1C4 Verbreitung D1C5 Zustand des Habitats	Kollision mit Baggerschiffen	Die Verbringstelle Tonne E3 liegt in der Elbe-Ansteuerung und damit in einem Bereich mit hoher Vorbelastung durch Schiffsverkehr. Solche Bereiche werden von Meeressäugern häufig gemieden. Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale sind sehr mobil und agile Schwimmer und können Schiffe i.d.R. rechtzeitig wahrnehmen und entsprechend ausweichen. **Nach derzeitigem Kenntnisstand ist es daher sehr unwahrscheinlich, dass der Baggerschiffverkehr das Kollisionsrisiko mit Meeressäugern erhöht.**	nein
	Unterwasserschall	Für Robben können Hörschwellenverschiebungen durch Baggerschiffe ausgeschlossen werden. Sie können Gebiete mit hohem Schiffsverkehr grundsätzlich durch Nutzung von Ausweichflächen meiden; dabei sind Verhaltensänderungen wie z. B. das Unterbrechen von Ruhephasen möglich. Bei Schweinswalen würden Hörschwellenverschiebungen einen länger andauernden Aufenthalt in unmittelbarer Nähe zum Baggerschiff erfordern, was sehr unwahrscheinlich ist, da Schweinswale sehr mobile und agile Schwimmer sind und Schiffe i.d.R. rechtzeitig wahrnehmen und entsprechend ausweichen können bzw. Bereiche mit starkem Schiffsverkehr meiden. **Nach derzeitigem Kenntnisstand sind durch den Unterwasserschall der Baggerschiffe Vergrämungen einzelner Individuen möglich, relevante negative Auswirkungen auf Meeressäuger sind jedoch unwahrscheinlich.**	nein
	Nahrungsverfügbarkeit	Da negative Auswirkungen auf Fische nicht vorhanden bzw. in einigen Jahren nur schwach ausgeprägt sind und die negativen Auswirkungen auf das Makrozoobenthos räumlich begrenzt sind, sollte vor allem **vor dem Hintergrund des großen Jagdreviers der Meeressäuger ein negativer Einfluss auf die Nahrungsverfügbarkeit für Seehunde, Kegelrobben und Schweinswale nicht gegeben sein.**	nein
	Erhöhung Schwebstoffgehalte	Bei den Umlagerungsaktivitäten kann es zu räumlich begrenzt erhöhten Schwebstoffgehalten und erhöhter Trübung kommen. 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	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot?
		Ernährungszustand wie sehende Individuen erreichen können (Dehnhardt 2001). Gleiches gilt auch für Kegelrobben (Todd et al. 2015). Erhöhte Trübungswerte beeinflussen die Jagd der Schweinswale kaum, da sie sogenannte Klicks (Folgen von Ultraschallauten) zur Orientierung nutzen (DeRuiter et al 2010). Blinde Schweinswale reduzieren bei erhöhter Trübung zwar ihre Schwimmgeschwindigkeit, können sich aber mittels Echolokation weiterhin orientieren und auch erfolgreich jagen (Verfuß et al. 2009). **Negative Auswirkungen auf die Meeressäuger durch verbringungsbedingt erhöhte Trübung sind somit äußerst unwahrscheinlich.**	
	Schadstoffe i.d. Nahrung	Schadstoffe in Nährorganismen (Fische, Makrozoobenthos) können sich über die Nahrungskette in Organismen höherer trophischer Ebenen, besonders in Top-Prädatoren wie z. B. Seehunden, Kegelrobben oder Schweinswalen, anreichern und deren Gesundheit negativ beeinflussen. Außerhalb des 3 km-Bereiches wurden keine verbringungsbedingt erhöhten Konzentrationen im Gewebe der untersuchten Muscheln, Schnecken und Fische festgestellt bzw. prognostiziert. Für den 6 km-Bereich wurde lediglich eine baggergutbedingte Bioakkumulation nicht ausgeschlossen, auch wenn diese aufgrund der prognostizierten Sedimentkonzentrationen vorerst nicht erwartet wird. **Nach derzeitigem Wissensstand kann eine Beeinträchtigung von Meeressäugern durch die Schadstoffbelastung im weiteren Umfeld des Verbringungsbereiches bei Tonne E3 als gering eingeschätzt werden, da sie sich bei der Nahrungssuche wahrscheinlich nicht auf ein so kleines Gebiet wie den Verbringungsbereich beschränken.**	nein
D1 Pelagische Lebensräume D1C6 Zustand Lebensraumtyp, biotische/abiotische Struktur und Funktion	Trübungsfahnen	Eine Zunahme der Algenbiomasse im 12 km Kreis und den angrenzenden Gebieten ist nicht zu erwarten. **Die geringe Beeinflussung des Algenwachstums durch Nährstofferhöhungen ist nur für den 12 km Kreis möglich. Die Förderung des Wachstums wird durch die Trübungszunahme minimiert bzw. aufgehoben. Für die MRUs ICEF und ICNF ist nicht mit nachteiligen Auswirkungen zu rechnen.**	nein
D1/D4 Ökosysteme und Nahrungsnetze	Nahrungsangebot, Schadstoffe, Trübungserhöhung	Es konnten keine Beeinträchtigungen höherer Trophiestufen (Vögel, Meeressäuger) festgestellt werden, die Einfluss auf Populationen einer Art gehabt hätten. Es konnten keine Auswirkungen nachgewiesen werden, die die Funktion der Lebensräume beeinträchtigen. Veränderungen der Produktivität sind nicht zu erwarten. Es ergeben sich keine nachhaltigen Auswirkungen auf die Nahrungsnetze. Es ist davon auszugehen, dass die Belastungssituation nicht geeignet ist, zu relevanten negativen Einflüssen auf die Gesamtstruktur des Ökosystems zu führen.	nein
D1/D6 Benthische Lebensräume	Flächeninanspruch-nahme	Das gesamte Schlickfallgebiet umfasst eine Fläche von 653 km², der Kernbereich mit < 50 % Schlickanteil umfasst 530 km² (HPA 2019). **Die Verbringstelle erstreckt sich bislang auf einer Fläche von 3,48 km², mit einer mittleren Aufhöhung von 4,7 m** (max. 5,8 m, VZ Ost) bis 3,2 m	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlech-terungs-verbot?
D6C1 Physischer Verlust D6C2 Physikalische Störungen D6C3 Beeinträchtigung von Lebensraumtypen infolge physikalischer Störungen D6C4 Beeinträchtigung von Lebensraumtypen infolge physischen Verlusts D6C5 Zustand des benthischen Lebensraums		(max. 5 m, VZ Süd). Um die erforderliche Mindestwassertiefe von –-25m KN einzuhalten sind die zukünftigen Baggermengen auf VZ Nord und VZ West zu verbringen. **Die berechnete Baggergutauflage wird sich um 1,92 km² auf eine Fläche von 5,4 km² vergrößern. Das entspricht 1,02 % des 530 km² großen Schlickfallgebietes.** Die **mittleren berechneten Aufhöhungen innerhalb 10 J. betragen ca. 5m (bei 1,5 Mio. t TS), ca. 7m (bei 2 Mio. t TS) und ca. 9 m (2,5 Mio. t TS). Der Sedimenteintrag führt zwar lokal zu veränderten Korngrößen, der aufgehöhte Meeresboden im Verbringbereich steht jedoch weiterhin als Lebensraum zur Verfügung**.	
	Überdeckung	Zwar wird auf **5,4 km² der Meeresboden überdeckt**, aufgrund der zügigen Wiederbesiedlung und des ähnlichen Substrates bleibt der Bereich jedoch, wie auch der bereits genutzte Verbringbereich, als Lebensraum erhalten. Durch die Verbringung wird der Meeresboden physikalisch gestört. **Verbringungsbedingte Veränderungen bzgl. Artenzahl u. Abundanz der MZB-Gemeinschaft bleiben auf den 1-km Radius beschränkt. Es kommt nicht zu einer Verödung der Benthosfauna und die Auswirkungen auf das MZB werden als gering und unerheblich eingeschätzt.**	nein
	Trübungserhöhung	Seegras: Für alle Szenarien werden im Zeitraum der photosynthetischen Stoffproduktion der Seegräser ((April)Mai - Ende August) verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhungen bei Dauerstufe 2 Wochen unterhalb von 1mg/l (2,0/2,5 Mio. t-TS Szenario) bzw. unterhalb von 0,5 mg/l (1,5 Mio. t TS-Szenario) im Maximum prognostiziert. Bei Einordnung der verbringungsbedingten Effekte in 3 Niveaus für Schwebstoffhintergrundgehalte (10 mg/l, 17,5 mg/l und 25 mg/l) wird auch bei Annahme des geringsten Schwebstoffhintergrundgehaltes von 10 mg/l und unter Annahme von 20 % Lichtbedarf für *Zostera marina* nur eine geringfügige und zudem zeitlich limitiert auftretende Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BLZ mit Vorkommen von Seegras prognostiziert. **Es gilt als unwahrscheinlich, dass die rezenten Seegrasvorkommen negativ beeinträchtigt werden – auch vor dem Hintergrund der oben gezogenen Rückschlüsse aus dem Trend der derzeitigen Tiefenverbreitung und der hier getätigten „worst case"-Betrachtung. Es kann jedoch, zumindest für *Z. marina*, nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass es im künftigen Besiedlungsvorgang aufgrund des geringfügig schlechteren Lichtklimas tendenziell zu einer geringen Verschiebung der Seegrasvorkommen in etwas höher („lichtbevorteilt") gelegene Bereiche kommt, womit ein Verlust an potenziell besiedelbarem Lebensraum für diese Art in der Tiefe einherginge. Insgesamt werden die negativen Auswirkungen als gering eingeschätzt.**	nein
	Zunahme Nährstoff-konzentrationen	Bei der Verbringung von Baggergut wird das im Porenwasser gelöste und an Feststoff gebundene Ammonium in die Wassersäule bei Tonne E3 eingebracht. Die abgeschätzte Erhöhung des gelösten Stickstoffes durch die Verbringung liegt für die 1,5 und 2,5 Mio. t TS-Szenarien im Bereich von unter 1 %, im Vergleich zu den mittleren sommerlichen anorganischen Stickstoffkonzentration in der	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlech-terungs-verbot?
D5 Eutrophierung D5C1 Nährstoffkonzentrationen D5C2 Chl a-Konzentrationen D5C3 Schädliche Algenblüten D5C4 Sichttiefe D5C5 Sauerstoffkonzentrationen D5C6 Opportunistische Makroalgen D5C7 Makrophyten D5C8 Makrozoobenthos		Wassersäule des 12 km Kreises um die Tonne E3. Bezogen auf den 10-Perzentilwert der Hintergrundkonzentration für den Stickstoff liegen die Erhöhungen bei wenigen Prozenten. **Daher wird die Verbringung nur eine geringe Erhöhung der Nährstoffkonzentration im 12 km Kreis um die Tonne E3 bewirken.** Die Beeinflussung der Nährstoffgehalte ist im 2,5 Mio. t TS-Szenario leicht höher als im 1,5 t TS-Szenario. Zu Zeiträumen mit Nährstofflimitierung, üblicherweise im Spätsommer, kann dadurch das Algenwachstum gefördert werden. **Weiter entfernte Bereiche der Verbringstelle sind auf Grund der großen Verdünnung nicht durch Nährstofferhöhungen betroffen. Eine Nährstofferhöhung durch den Phosphor ist weder im 12 km-Kreis noch im Umfeld zu erwarten,** da das Phosphat stark an den Partikeln des Baggergutes adsorbiert ist und nur zu geringen Anteilen in die Wassersäule gelangt.	
	Zunahme Phytoplankton	Für die Jahre 2018 bis 2020 konnten auf Grundlage von Satellitendaten keine relative Erhöhung der Algenbiomasse (Chl-a) an der Verbringstelle und im 12 km Kreis beobachtet werden. Die geringe Beeinflussung des Algenwachstums durch Nährstofferhöhungen ist nur für den 12 km Kreis möglich. Diese Förderung des Wachstums wird aber durch eine Zunahme der Trübung in Folge der Erhöhung der Schwebstoffgehalte minimiert bzw. aufgehoben, da von einem Rückgang der Lichteindringtiefen und damit einer schlechteren Lichtversorgung der Algen im 12 km-Kreis und in weiteren Gebieten auszugehen ist. **Eine Zunahme der Algenbiomasse ist nicht zu erwarten weder im 12 km Kreis um die Tonne E3 noch in den angrenzenden Gebieten. Da die Auswirkungen auf das Phytoplankton über komplexe Wirkketten stattfinden, ist bei einer für 10 Jahre geplanten Baggerguteinbringung (jeweils im Vegetationszeitraum Juli bis September) ein kontinuierliches Monitoring der Algenbiomassen zu empfehlen.** Hierfür sollten verfügbare Fernerkundungsdaten genutzt und wie bisher durch Messungen vor Ort überprüft werden.	nein Monitoring
	Sauerstoffzehrung	Im direkten Umfeld der Verbringungsstelle kann es **zu kurzzeitigen und lokal sehr begrenzte Beeinträchtigungen des Sauerstoffgehaltes durch die Verbringung von Baggergut und den assoziierten organischen und reduzierten anorganischen Stoffen kommen.** Diese werden aber, bei vorliegenden hohen Sauerstoffgehalten, in der gesamten Wassersäule abgepuffert werden und **erholen sich schnell nach der Verbringung.** Wenn es im Sommer zu ausgeprägten Schichtungsereignissen in der Deutschen Bucht kommt, nimmt sohlennah der Sauerstoffgehalt ab, da keine atmosphärische Wiederbelüftung der bodennahen Wassersäule über die Wasseroberfläche mehr möglich ist. Bei einem langanhaltenden Schichtungsereignis im Sommer 2022 wurden im August geringe Sauerstoffgehalte um 5 mg/l in der Deutschen Bucht und damit auch im Verbringstellengebiet beobachtet. **Die Verbringung von**	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlech-terungs-verbot?
		Baggergut ist nicht als Ursache der großräumigen bodennahen Sauerstoffdefizite anzusehen, aber eine Einstellung der Verbringung in diesen Zeiten verhindert eine zusätzliche Belastung.	
	Trübungserhöhung (Lichtlimitierung)	Durch das Einbringen von Schwebstoff in die Wassersäule sinkt die Lichteindringtiefe. Somit kann die Verbringung von Baggergut, einen negativen Einfluss auf Lichtversorgung der Algen haben und das Algenwachstum und damit auch die Algenbiomasse nimmt ab. **Die abgeschätzten Änderungen der Lichteindringtiefen sind am stärksten an der Verbringstelle und den angrenzenden Bilanzierungsräumen (Abnahmen der Lichteindringtiefe > 20 cm) ausgeprägt, im weiteren Umfeld sinken diese Veränderungen auf wenige cm.** Dabei ist zu beachten, dass höhere Verbringmengen (2/2,5 Mio. t TS Szenario) sowohl zu einer höheren Abnahme der Lichteindringtiefe, als auch zu weiteren betroffenen Bilanzierungsräumen führen. Seegras: Für alle Szenarien werden im Zeitraum der photosynthetischen Energiegewinnung der Seegräser (April/Mai bis Ende August) verbringbedingte Schwebstoffgehaltserhöhungen bei Dauerstufe 2 Wochen unterhalb von 1 mg/l (2,0/2,5 Mio. t TS-Szenario) bzw. unterhalb von 0,5 mg/l (1,5 Mio. t TS-Szenario) im Maximum prognostiziert. **Auch bei Annahme des geringsten Schwebstoffhintergrundgehaltes von 10 mg/l und unter Annahme von 20 % Lichtbedarf für *Zostera marina* wird nur eine geringfügige Änderung der Lichteindringtiefe von < 10 cm in den BZR mit Vorkommen von Seegras prognostiziert. Damit verbundene Auswirkungen auf die lichtabhängige Art *Z. marina* können in den sensitiven BZR nicht ausgeschlossen werden, werden jedoch als gering bewertet.**	nein
D7 Hydrografische Bedingungen D7C1 Dauerhafte Veränderung hydrografischer Bedingungen D7C2 Beeinträchtigter benthischer Lebensraumtyp	Aufhöhung des Meeresbodens, Flächeninanspruchnahme	Die Verbringstelle erstreckt sich bislang auf einer Fläche von 3,48 km², mit einer mittleren Aufhöhung von 4,7 m (max. 5,8 m) (VZ Ost) bis 3,2 m (max. 5 m) (VZ Süd). Um die erforderliche Mindestwassertiefe von – 25 m KN einzuhalten sind die zukünftigen Baggermengen auf VZ Nord und VZ West zu verbringen. **Die berechnete Baggergutauflage wird sich um 1,92 km² auf eine Fläche von 5,4 km² vergrößern. Das entspricht 1,02 % des 530 km² großen Schlickfallgebietes.** Die mittleren berechneten Aufhöhungen innerhalb 10 J. betragen ca. 5 m (bei 1,5 Mio. t TS), ca. 7m (bei 2 Mio. t TS) und ca. 9 m (2,5 Mio. t TS). Der Sedimenteintrag führt zwar lokal zu veränderten Korngrößen, der aufgehöhte Meeresboden im Verbringbereich steht jedoch weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. **Relief, Struktur und Wassertiefe des Meeresbodens wird lokal verändert, jedoch ist keine Änderung des Strömungsregimes zu erwarten. Bezogen auf die MRU „Offshore" handelt es sich um eine kleinräumige morphologische Änderung des Meeresbodens, die sich nicht nachteilig auf Meeresökosysteme oder Lebensraumfunktionen auswirkt. Der aufgehöhte Meeresboden im Verbringbereich steht weiterhin als Lebensraum zur Verfügung.**	nein

MSRL-Deskriptor/ Bewertungskriterium	Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3	Verstoß gegen das Verschlech-terungs-verbot?
D8 Schadstoffe D8C1 Schadstoffkonzentrationen D8C2 Schadstoffeffekte D8C3 Erhebliche akute Verschmutzung D8C4 Schadwirkung akuter Verschmutzung	Eintrag von Schadstoffen	Rechnerisch ergeben sich Konzentrationserhöhungen von Schadstoffen im Sediment, die den Schwellenwert der messtechnischen Nachweisbarkeit überschreiten für die Verbringstelle und den Nahbereich. **Für den BZR 120 (Set 1, Seevogelschutzgebiet/FFH-Gebiet Helgoland) liegen die rechnerisch ermittelten Ergebnisse auf so niedrigem Konzentrationsniveau, dass ein messtechnisch nachweisbarer Effekt ausgeschlossen werden kann. Zudem umfassen die rechnerischen Ergebnisse für den BZR 120 nicht die MRU Territorialgewässer < 12 sm als Ganzes bzw. flächenhafte Konzentrationserhöhungen führen zu keiner Überschreitung der ERL/EAC bzw. bleiben unterhalb der messtechnischen Relevanzschwelle.** Bezüglich der Schadstoffe in der Wasserphase ist für den OWK Eider Tidebecken und OWK Außenelbe Nord eine Verschlechterung für das 2,5 Mio. t TS Szenario nicht auszuschließen (Benzo(a)pyren schon im IST-Zustand überschritten). **Bezogen auf die Fläche MRU Küstengewässer ist eine Verschlechterung unwahrscheinlich.**	nein
	Bioakkumulation	Die Fläche, auf der es zu einer verbringungsbedingt erhöhten Bioakkumulation kommt, wird sich voraussichtlich vergrößern und ovalförmig ausbreiten. **Vor allem bei erhöhten Verbringmengen sind baggergutbedingte Anreicherungen außerhalb des Verbringbereiches (1,5 und 3 km Radius) wahrscheinlich. Im 6km Radius ist eine Bioakkumulation nicht auszuschließen.** **Bezogen auf die MRU Territorialgewässer ist eine Verschlechterung unwahrscheinlich.**	nein Monitoring

Fazit: Für die betrachteten Deskriptoren und Bewertungskriterien kann ein Verstoß gegen das Verschlechterungsverbot verneint werden.

6.6.5 Auswirkungsprognose bezüglich des Zielerreichungsgebotes

6.6.5.1 Guter Umweltzustand

Für die durch die geplante Baggergutverbringung bei Tonne E3 betroffenen Deskriptoren wird der in BMU (2012a) definierte gute Umweltzustand (GES) für die deutschen Nordseegewässer gemäß Art. 9 MSRL nachfolgend dargestellt. Auf Grundlage der in den Fachkapiteln beschriebenen Wirkungen erfolgt eine Prüfung, ob die prognostizierten Auswirkungen die Erreichung des guten Umweltzustands gefährden. In der Tabelle 6-11 werden die Ergebnisse der Fachkapitel zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 6-11: Auswirkungsprognose anhand der Beschreibung des Guten Umweltzustands

Beschreibung des guten Umweltzustands	Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3
D1 Biologische Vielfalt	
Der gute Umweltzustand für D1 ist u.a. dadurch definiert, dass > sich die Küstengewässer entsprechend der WRRL in einem guten ökologischen Zustand und der gesamte Küstenmeerbereich in einem guten chemischen Zustand befinden. > sich die für den marinen Bereich der Nordsee relevanten Lebensraumtypen des Anhangs I (LRT 11xx) der FFH-Richtlinie in einem günstigen Erhaltungszustand befinden. > sich die für den marinen Bereich der Nordsee relevanten Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie sowie die für den marinen Bereich der Nordsee relevanten Arten der Vogelschutz-Richtlinie in einem günstigen Erhaltungszustand befinden. > sich die im Wattenmeerplan aufgeführten Arten, Artengruppen und Lebensräume im Wattenmeer in einem guten Zustand befinden. > die Ziele von einzelnen arten- oder artengruppenspezifischen Konventionen (z. B. ASCOBANS, Abkommen zur Erhaltung der Seehunde im Wattenmeer) erreicht sind. > die von OSPAR definierten Ecological Quality Objectives (EcoQO) erreicht sind.	Rechnerisch ermittelte Konzentrationserhöhungen von Schadstoffen im Sediment sind nicht auszuschließen für die Verbringstelle und den Nahbereich, sowie für den Westteil des FFH Gebietes „Helgoland und Helgoländer Felssockel“ (BZR 120). Trotz des rechnerischen Ergebnisses werden sich aufgrund der sehr niedrigen Konzentrationen keine Änderungen der Schadstoffkonzentrationen für BZR 120 feststellen lassen. Die Erhaltungsziele für die Lebensraumtypen 1130, 1140, 1160 und 1170 werden nicht erheblich beeinträchtigt, da allenfalls geringe Auswirkungen erwartet werden. Die Erhaltung u. Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes für die FFH-Arten Schweinswal, Seehund, Kegelrobbe, Finte, Stör, Aal, Nordseeschnäpel, Neunaugen und Seevögel und ihrer Habitate werden nicht eingeschränkt. Die im Wattenmeerplan aufgeführten Arten, Artengruppen und Lebensräume werden nicht beeinträchtigt. Potenzielle Auswirkungen auf Seegras werden als gering eingeschätzt. Betroffenheit der Ziele einzelner Konventionen sind nicht erkennbar. Die EcoQO (u.a. stabile Fischbestände, gesunde Seehund Populationen, Minderung Beifang Schweinswale, Minderung v. Ölverschmutzung, Quecksilber u. Organochlorine, Plastik in Eissturmvogelmägen, usw.) werden durch die Baggergutverbringung nach derzeitigem Kenntnisstand nicht gefährdet.
D4 Nahrungsnetz	
Die Beschreibung des guten Umweltzustands für D4 siehe D1 (identisch)	s. D1 Es konnten keine Beeinträchtigungen höherer Trophiestufen (Vögel, Meeressäuger) festgestellt werden, die Einfluss auf Populationen einer Art gehabt hätten. Es konnten keine Auswirkungen nachgewiesen werden, die die Funktion der Lebensräume beeinträchtigen. Veränderungen der Produktivität sind nicht zu erwarten.

Beschreibung des guten Umweltzustands	Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3
D5 Eutrophierung	
Der gute Umweltzustand für den Deskriptor „Eutrophierung“ ist erreicht, wenn der „gute ökologische Zustand“ gemäß WRRL erreicht ist und wenn gemäß der integrierten Eutrophierungsbewertung OSPAR-COMP der Status eines „Nicht-Problemgebiets“ erreicht ist.	Die geringfügige Freisetzung von Nährstoffen, die kurzzeitigen und lokal begrenzten Beeinträchtigungen des Sauerstoffgehaltes, die Einstellung der Verbringung in Zeiten von Sauerstoffdefiziten, die Verringerung der Lichteindringtiefen, und keine Zunahme der Algenbiomasse sind nicht geeignet die Eutrophierungsbewertung nachteilig zu beeinflussen.
D6 Meeresgrund	
Die Beschreibung des guten Umweltzustands für D6 siehe D1 (identisch)	s. D1 Die beanspruchte Fläche der Baggergutauflage wird von 3,48 km² um 1,92 km² auf 5,4 km² ausgedehnt. Das entspricht 1,02 % des 530 km² großen Kernbereiches (> 50% Schlickanteil) des 653 km² großen Schlickfallgebietes. Der aufgehöhte Meeresboden wird wiederbesiedelt und steht weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. Die physikalische Störung des Meeresbodens ist nicht geeignet Erhaltungsziele von LRT und Arten zu beeinträchtigen.
D7 Hydrografische Bedingungen	
Der gute Umweltzustand für die Nordsee ist erreicht, wenn dauerhafte Veränderungen der hydrografischen Bedingung auf Grund menschlicher Eingriffe lediglich lokale Auswirkungen haben und diese Auswirkungen einzeln oder kumulativ keine nachteiligen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme (Arten, Habitate, Ökosystemfunktionen) haben und nicht zu biogeographischen Populationseffekten führen.	Der aufgehöhte Meeresboden wird wiederbesiedelt und steht weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. Die physikalische Störung des Meeresbodens ist nicht geeignet Erhaltungsziele von LRT und Arten zu beeinträchtigen. Keine Änderung des Strömungsregimes. Kleinräumige morphologische Änderung des Meeresbodens wirkt sich nicht nachteilig auf Meeresökosysteme oder Lebensraumfunktionen aus.
D8 Schadstoffe	
Der gute Umweltzustand für den Deskriptor 8 „Schadstoffe“ ist erreicht, wenn die Konzentrationen an Schadstoffen in Biota, Sediment und Wasser die gemäß WRRL, der UQN Tochterrichtlinie 2008/105/EG und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) geltenden Umweltqualitätsnormen und die Ecological Quality Objectives und Umweltqualitätsziele des OSPAR JAMP/CEMP einhalten. Aufgrund der erheblichen Unsicherheiten und Wissenslücken, welche bei den gegenwärtigen UQNs und EACs (Environmental Assessment Criteria) noch vorhanden sind, sollte das Vorsorgeprinzip als zusätzliches Kriterium zur Bewertung mit herangezogen werden.	Sich rechnerisch ergebende, verbringungsbedingte, zusätzliche ERL/EAC-Überschreitungen bleiben auf den Bereich der Verbringstelle begrenzt und umfassen bei weitem nicht die Gesamtfläche der MRU Territorialgewässer < 12 sm. Die nicht auszuschließende Verschlechterung bezüglich der Schadstoffe in der Wasserphase für den OWK Eider Tidebecken und OWK Außenelbe Nord für das 2,5 Mio. t TS Szenario (Benzo(a)pyren schon im IST-Zustand überschritten) würde bezogen auf die Fläche MRU Küstengewässer zu keiner UQN-Überschreitung führen bzw. bleibt unterhalb der messtechnischen Relevanzschwelle.
D11 Einleitung von Energie	
<u>Lärmemissionen</u> Ein Guter Umweltzustand ist demnach erreicht, wenn das Schallbudget der deutschen Nordsee die Lebensbedingungen der betroffenen Tiere nicht nachteilig beeinträchtigt. Alle menschlichen lärmverursachenden Aktivitäten dürfen sich daher nicht erheblich auf die Meeresumwelt der Nordsee auswirken.	Lärmeintrag durch Baggerschiffe führt zu Vergrämung/Verhaltensänderung einzelner Tiere jedoch nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen der Bestände.
<u>Lichteintrag</u> Ein guter Umweltzustand ist demnach erreicht, wenn der Lichteintrag Meereslebewesen nicht nachteilig beeinträchtigt.	Lichtemissionen durch Baggerschiffe treten allenfalls nur kurzzeitig und kleinräumig auf und führen nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen von Meerestieren.
<u>Elektromagnetische Felder</u>	

Beschreibung des guten Umweltzustands	Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3
Der gute Umweltzustand ist demnach erreicht, wenn die Emission von elektromagnetischen Feldern Wanderungen oder Orientierungsvermögen der Meereslebewesen nicht nachteilig beeinträchtigen. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass dies erreicht wird, wenn bei Gleichstrom die Messwerte an der Sedimentoberfläche die Stärke des Erdmagnetfeldes nicht überschreiten.	Nicht relevant, da keine Emissionen von elektromagnetischen Feldern.
<u>Temperatureinträge</u> Der gute Umweltzustand ist demnach erreicht, wenn der Temperaturanstieg nicht zu negativen Auswirkungen auf die Meeresumwelt führt. Es wird derzeit davon ausgegangen, dass dies erreicht wird, wenn im Wattenmeer in 30 cm Tiefe bzw. in der AWZ in 20 cm Tiefe die Temperaturerhöhung 2 K nicht überschreitet.	Nicht relevant, da keine Temperatureinträge.

Fazit: Die Erreichung des guten Zustands der betroffenen Deskriptoren wird durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 nicht gefährdet.

6.6.5.2 Umweltziele

Nachfolgende Tabelle 6-12 beschreibt die gemäß § 45e WHG in BMU (2012b) festgelegten Umweltziele. Basierend auf den Prognosen der Fachkapitel erfolgt eine Prüfung ob die geplante Baggergutverbringung die Erreichung der Umweltziele gefährdet. In der tabellarischen Auswirkungsprognose wird auf relevante operative Umweltziele eingegangen, die das übergeordnete Umweltziel näher definieren. Dafür werden die Ergebnisse der Fachkapitel zusammengefasst.

Tabelle 6-12: Auswirkungsprognose anhand der Umweltziele

Umweltziel und relevante operative Ziele	**Auswirkungen der Baggergutverbringung bei Tonne E3**
UZ 1 Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung > Nährstoffeinträge über die Flüsse sind weiter zu reduzieren. > Nährstoffe über Ferneinträge aus anderen Meeresgebieten sind zu reduzieren. > Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre sind weiter zu reduzieren.	Es kommt infolge der Baggergutverbringung nur zu geringfügigen Freisetzung an Nährstoffen im 12 km Umkreis. Die Baggergutverbringung wird nicht zu einer messbaren Zunahme der Eutrophierung beitragen.
UZ 2 Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe > Schadstoffeinträge über die Flüsse sind weiter zu reduzieren. > Schadstoffeinträge aus der Atmosphäre sind weiter zu reduzieren. > Schadstoffkonzentrationen in der Meeresumwelt und die daraus resultierenden Verschmutzungswirkungen sind zu reduzieren und auf einen guten Umweltzustand zurückzuführen	Schadstoffeinträge über das Baggergut bleiben auf den Verbringbereich und das nahe Umfeld beschränkt. Je nach Szenario sind schätzungsweise 60 km², 70 km², 80 km² Fläche betroffen, auf der sich verbringungsbedingte Erhöhungen im Nahbereich der Verbringstelle feststellen lassen. Sich rechnerisch ergebende, verbringungsbedingte, zusätzliche ERL/EAC-Überschreitungen bleiben auf den Bereich der Verbringstelle begrenzt und umfassen bei weitem nicht die Gesamtfläche der MRU Territorialgewässer < 12 sm. Die nicht auszuschließende Verschlechterung bezüglich der Schadstoffe in der Wasserphase für den OWK Eider Tidebecken und OWK Außenelbe Nord für das 2,5 Mio. t TS Szenario (Benzo(a)pyren schon im IST-Zustand überschritten) würde

	bezogen auf die Fläche MRU Küstengewässer zu keiner UQN-Überschreitung führen bzw. bleibt unterhalb der messtechnischen Relevanzschwelle.
UZ 3 Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten > Es bestehen räumlich und zeitlich ausreichende Rückzugs- und Ruheräume für Ökosystemkomponenten. Zum Schutz vor anthropogenen Störungen werden z. B. ungenutzte und/oder eingeschränkt genutzte Räume und Zeiten („No-take-zones“ und „No-take-times“, für die Fischerei gemäß den Regeln der GFP) eingerichtet (vgl. u.a. Erwägungsgrund 39 zur MSRL). > Wenn unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels die ökologischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Wiederansiedlung von lokal ausgestorbenen oder bestandsgefährdeten Arten gegeben sind, werden ihre Wiederansiedlung oder die Stabilisierung ihrer Population angestrebt, sowie weitere Gefährdungsursachen in für diese Arten ausreichend großen Meeresbereichen beseitigt. Zu den lokal in der deutschen Nordsee ausgestorbenen oder bestandsgefährdend zurückgegangenen Arten zählen beispielsweise der Stör (*Acipenser sturio*), der Helgoländer Hummer (*Homarus gammarus*) und die Europäische Auster (*Ostrea edulis*). > Menschliche Bauwerke und Nutzungen gefährden die natürliche Ausbreitung (inkl. Wanderung) von Arten nicht, für die ökolo-gisch durchlässige Migrationskorridore wesentliche Habitate darstellen.	Die Nutzung ist räumlich und zeitlich begrenzt und Ausweichflächen sind ausreichend vorhanden. Eine Gefährdung der operativen Umweltziele (u.a. Einrichtung Rückzugs-/Ruheräume, Wiederansiedlung ausgestorbener oder gefährdeter Arten, natürliche Ausbreitung incl. Wanderung von Arten) ist nicht erkennbar. Die Baggergutverbringung und die Verbringstelle gefährden nicht die Ausbreitung und Wanderung von Arten.
UZ 4 Meere mit nachhaltig und schonend genutzten Ressourcen > Die Bestände befischter Arten weisen eine Alters- und Größenstruktur auf, in der alle Alters- und Größenklassen weiterhin und in Annäherung an natürliche Verhältnisse vertreten sind. > Durch die Nutzung oder Erkundung nicht lebender Ressourcen werden die Ökosystemkomponenten der deutschen Nordsee, insbesondere die empfindlichen, zurückgehenden und geschützten Arten und Lebensräume nicht beschädigt oder erheblich gestört. Die Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten sowie die Fortpflanzungs-, Ruhe- und Nahrungsstätten der jeweiligen Arten sind dabei besonders zu berücksichtigen.	Die Bestände befischter Meerestiere werden durch die Baggergutverbringung nicht beeinträchtigt. Die Nutzung des Meeresbodens ist räumlich begrenzt und steht in veränderter Form weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. Es existieren ausreichend Ausweichmöglichkeiten in der nahen Umgebung. Erhebliche Beeinträchtigungen empfindlicher und geschützter Arten und Lebensräume sind nicht zu erwarten.
UZ 5 Meere ohne Belastung durch Abfall	Keine Bewertung.
UZ 6 Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge > 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 auf Meeresorganismen. Da die Schifffahrt die kontinuierlichen Lärmeinträge	Lärmeinträge durch Baggerschiffe führt zu Vergrämung/Verhaltensänderung einzelner Tiere jedoch nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen der Bestände. Lichtemissionen durch Baggerschiffe treten allenfalls nur kurzzeitig und kleinräumig auf und führen nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen von Meerestieren.

dominiert, sollte als spezifisches operationales Ziel die Reduktion des Beitrags von Schiffsgeräuschen an der Hintergrundbelastung avisiert werden. > Von menschlichen Aktivitäten ausgehende Lichteinwirkungen auf dem Meer haben keine nachteiligen Auswirkungen auf die Meeresumwelt.	
UZ 7 Meere mit natürlicher hydromorphologischer Charakteristik > Veränderungen 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 führt allein oder kumulativ nicht zu einer Gefährdung von Arten und Lebensräumen bzw. zum Rückgang von Populationen.	Keine Änderung des Strömungsregimes zu erwarten. Kleinräumige morphologische Änderungen des Meeresbodens wirken sich nicht nachteilig auf Meeresökosysteme oder Lebensraumfunktionen aus. Vorkommende Arten und Populationen werden nicht gefährdet.

Fazit: Die geplante Baggergutverbringung gefährdet nicht die Erfüllung der Umweltziele.

6.6.5.3 MSRL-Maßnahmen

Gemäß Art. 13 MSRL wurde zur Erreichung der sieben übergeordneten Umweltziele ein MSRL-Maßnahmenprogramm aufgestellt (BMUB 2016, BMUV 2022). Nachfolgend wird geprüft ob die prognostizierten Auswirkungen die Umsetzung von Maßnahmen verhindern oder erschweren.

Tabelle 6-13: Auswirkungsprognose anhand des MSRL-Maßnahmenprogramms 2022 - 2027 (BMUB 2016, BMUV 2022). (Maßnahmen 1. Zyklus*, kursiv 2. Zyklus und überarbeitete Maßnahmen 1. Zyklus)*

Maßnahme	**Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung bei Tonne E3 auf die Umsetzung der Maßnahme?**
Umweltziel 1: Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung	
UZ1-01 Landwirtschaftliches Kooperationsprojekt zur Reduzierung der Direkteinträge in die Küstengewässer über Entwässerungssysteme	nein
UZ1-02 Stärkung der Selbstreinigungskraft der Ästuare am Beispiel der Ems	nein
UZ1-03 Förderung nachhaltiger NOx-Minderungsmaßnahmen bei Schiffen	nein
UZ1-04 Einrichtung eines Stickstoff-Emissions-Sondergebietes (NECA) in Nord- und Ostsee unterstützen	nein
UZ1-05 Meeresrelevante Revision des Göteborg-Protokolls des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (CLRTAP) insbesondere zur Minderung der atmosphärischen Einträge von NOx und Ammoniak	nein
UZ1-06 Meeresrelevante Umsetzung des nationalen Luftreinhalteprogramms	nein
UZ1-07 Entwicklung von meeresrelevanten Zielwerten f.d. Minderung v. Einträgen v. Phosphor, Schadstoffen sowie Kunststoffen (inkl. Mikroplastik) am Übergabepunkt limnisch-marin, als Grundlage f.d. Bewirtschaftung der FGE gemäß WRRL	nein
UZ1-08 Wiederherstellung und Erhalt von Seegraswiesen	nein
UZ1-09 Pilotstudie zu umweltfreundlichen Umschlagtechniken von Düngemitteln in Häfen	nein

Maßnahme	Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung bei Tonne E3 auf die Umsetzung der Maßnahme?
UZ1-10 Kriterien, Rahmenbedingungen und Verfahrensweisen für nachhaltige Marikultursysteme	nein
Umweltziel 2: Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe	
UZ2-01 Kriterien und Anreizsysteme für umweltfreundliche Schiffe	nein
UZ2-02 Vorgaben zur Einleitung und Entsorgung von Abwässern aus Abgasreinigungsanlagen von Schiffen	nein
UZ2-03 Verhütung und Bekämpfung von Meeresverschmutzungen - Verbesserung der maritimen Notfallvorsorge und des Notfallmanagements	nein
UZ2-04 Umgang mit Munitionsaltlasten im Meer	nein
UZ2-05 Infokampagne: sachgerechte Entsorgung von Arzneimitteln - Schwerpunkt: Seeschiffe	nein
UZ2-06 Infokampagne: Bewusstseinsbildung zu Umweltauswirkungen von UV-Filtern in Sonnenschutzcreme	nein
UZ2-07 Hinwirken auf eine Verringerung des Eintrags von Ladungsrückständen von festen Massengütern ins Meer	nein
UZ2-08 Prüfung der Möglichkeiten eines Nutzungsgebotes des VTG German Bight-Western Approach für große Containerschiffe	nein
UZ2-09 Empfehlung von Entwicklungen für die IMO für die Ortung von Gefahrgutcontainern	nein
UZ2-10 Verbesserung der Rückverfolgbarkeit und Bekämpfung von Meeresverunreinigungen durch Anschaffung eines Messschiffs für die deutsche Nordsee	nein
Umweltziel 3: Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten	
UZ3-01 Aufnahme von für das Ökosystem wertbestimmenden Arten und Biotoptypen in Schutzgebietsverordnungen	nein
UZ3-02 Maßnahmen zum Schutz wandernder Arten im marinen Bereich	nein
UZ3-03 Rückzugs- und Ruheräume für benthische Lebensräume, Fische, marine Säugetiere und See- und Küstenvögel zum Schutz vor anthropogenen Störungen	nein
UZ3-04 Förderung der von Sabellaria-Riffen	nein
UZ3-05 Riffe rekonstruieren, Hartsedimentsubstrate wieder einbringen	nein
UZ3-06 Maßnahmen zur Umsetzung der IMO-Biofouling Empfehlungen	nein
UZ3-07 Aufbau und Etablierung eines Neobiota-Frühwarnsystems und Entscheidungshilfe für Sofortmaßnahmen	nein
Umweltziel 4: Meere mit nachhaltig und schonend genutzter Ressourcen	
UZ4-01 Weitere Verankerung des Themas „nachhaltige ökosystemgerechte Fischerei“ im öffentlichen Bewusstsein	nein
UZ4-02 Fischereimaßnahmen	nein
UZ4-03 Miesmuschelbewirtschaftungsplan im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer	nein
UZ4-04 Nachhaltige und schonende Nutzung von nicht lebenden sublitoralen Ressourcen für den Küstenschutz (Nordsee)	nein
UZ4-06 Prüfung der Konformität des Bergrechtregimes und der Anforderungen der MSRL; ggf. Ableitung von Fach- und Handlungsvorschlägen	nein
Umweltziel 5: Meere ohne Belastung durch Abfall	
UZ5-01 Verankerung des Themas Meeresmüll in Lehrzielen, Lehrplänen und -material	nein
UZ5-02 Modifikation/Substitution von Produkten unter Berücksichtigung einer ökobilanzierten Gesamtbetrachtung	nein
UZ5-03 Vermeidung des Einsatzes von primären Mikroplastikpartikeln	nein

Maßnahme	Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung bei Tonne E3 auf die Umsetzung der Maßnahme?
UZ5-04 Reduktion der Einträge von Kunststoffmüll, z. B. Plastikverpackungen, in die Meeresumwelt	nein
UZ5-05 Müllbezogene Maßnahmen zu Fanggeräten aus der Fischerei inklusive herrenlosen Netzen (sogenannten „Geisternetzen")	nein
UZ5-06 Etablierung des „Fishing-for-Litter"-Konzepts	nein
UZ5-07 Reduzierung bereits vorhandenen Mülls im Meer	nein
UZ5-08 Reduzierung des Plastikaufkommens durch kommunale Vorgaben	nein
UZ5-09 Reduzierung der Emissionen und des Eintrags von Mikroplastikpartikeln	nein
UZ5-10 Vermeidung und Reduzierung des Eintrags von Mikroplastikpartikeln in die marine Umwelt	nein
UZ5-11 Müllbezogene Maßnahmen in der Berufs- und Freizeitschifffahrt	nein
Umweltziel 6: Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge	
UZ6-01 Ableitung und Anwendung von biologischen Grenzwerten für die Wirkung von Unterwasserlärm auf relevante Arten	nein
UZ6-02 Aufbau eines Registers für relevante Schallquellen und Schockwellen und Etablierung standardisierter verbindlicher Berichtspflichten	nein
UZ6-03 Lärmkartierung der deutschen Meeresgebiete	nein
UZ6-04 Entwicklung und Anwendung von Lärmminderungsmaßnahmen für die Nord- und Ostsee	nein
UZ6-05 Anwendung von Schwellenwerten für Wärmeeinträge	nein
UZ6-06 Entwicklung und Anwendung umweltverträglicher Beleuchtung von Offshore-Installationen und begleitende Maßnahmen	nein
Umweltziel 7: Meere mit natürlicher hydromorphologischer Charakteristik	
UZ7-01 Hydromorphologisches und sedimentologisches Informations- und Analysesystem für die deutsche Nord- und Ostsee	nein
UZ7-02 Ökologische Strategie zum Sedimentmanagement im niedersächsischen Wattenmeer und vorgelagerten Inseln (am Beispiel der Einzugsgebiete der Seegaten von Harle und Blauer Balje)	nein

Die Mehrzahl der MSRL-Maßnahmen sind eher programmatisch formuliert und erfordern noch eine weitere Konkretisierung (z. B. Ableitung von Zielwerten UZ1-07) sowie eine rechtliche und politische Umsetzung. Bei einigen Maßnahmen, die zunächst Betroffenheiten mit Baggergutverbringungen vermuten lassen, wie z. B. *UZ1-08 Wiederherstellung und Erhalt von Seegraswiesen* oder *UZ7-02 Ökologische Strategie zum Sedimentmanagement im niedersächsischen Wattenmeer und vorgelagerten Inseln (am Beispiel der Einzugsgebiete der Seegaten von Harle und Blauer Balje)* handelt es sich um Pilotprojekte in ausgewählten weiter entfernt gelegenen Küstengebieten, deren Umsetzung daher nicht erschwert oder behindert werden.

Fazit: Es sind keine Betroffenheiten der MSRL-Maßnahmen erkennbar und auch eine technische Umsetzung von Maßnahmen wird durch die Baggergutverbringung bei Tonne E3 nicht erschwert oder verhindert.

Kumulation

Gemäß § 45c WHG und Art. 8 MSRL umfasst die Bewertung der Meeresgewässer u. a. *„…die wichtigsten Belastungen und ihre Auswirkungen, einschließlich menschlichen Handelns, auf den Zustand der Meeresgewässer unter Berücksichtigung der qualitativen und quantitativen Aspekte der verschiedenen Belastungen, feststellbarer Trends sowie der wichtigsten kumulativen und synergetischen Wirkungen und…"*. Damit sind die Berücksichtigung kumulativer Wirkungen von Einzelvorhaben sowie großräumigen anthropogenen Belastungen im Rahmen der Zustandsbewertung gefordert. Im aktuellen MSRL-Zustandsbericht der Nordseegewässer wurde diese Vorgabe nur teilweise umgesetzt.

Inwiefern die MSRL und das WHG bei Vorhabenzulassungen die Berücksichtigung kumulierender Wirkungen anderer Vorhaben/Projekte einfordern, ist derzeit noch unklar. In Anlehnung zur aktuellen Rechtsprechung zur WRRL[40] ist in vorliegender Auswirkungsprognose zur MSRL keine Betrachtung von Kumulationswirkungen erfolgt. Damit bleiben Auswirkungen der Baggergutverbringung unberücksichtigt, die erst zusammen mit anderen Belastungen/Vorhaben relevant werden könnten. Voraussetzung wäre die Verfügbarkeit von ausreichend konkreten Informationen zu Auswirkungen von Vorhaben sowie geeignete Bewertungsverfahren.

Fazit MSRL

Unter der Voraussetzung, dass bereits beschriebene Vorkehrungsmaßnahmen eingehalten werden (Einsatz 2. Bagger erst ab August, keine Verbringung von 2,5 Mio. t/Jahr) ergibt die Prüfung der Auswirkungen der Baggergutverbringung im Bereich der Tonne E3 auf die wesentlichen MSRL-Merkmale und -Belastungen/Deskriptoren, dass keine Verschlechterung des aktuellen Umweltzustands der deutschen Nordsee nach derzeitigem Kenntnisstand zu erwarten ist.

Die prognostizierten Auswirkungen verstoßen nicht gegen das Zielerreichungsgebot. Die Erreichung des guten Umweltzustands wird nicht gefährdet. Der Schadstoffeintrag ist relativ kleinräumig. Das Vorhaben verhindert nicht die Erfüllung der übergeordneten und operativen Umweltziele. Ein Einfluss der Baggergutverbringung auf die Umsetzung der MSRL-Maßnahmen kann ausgeschlossen werden.

Die Baggergutverbringung bei Tonne E3 steht weder dem Verschlechterungsverbot noch dem Zielerreichungsgebot nach § 45a (1) WHG entgegen und ist daher mit den Bewirtschaftungszielen der deutschen Nordseegewässer vereinbar.

Vorliegende Auswirkungsprognose zur Baggergutunterbringung bei Tonne E3 umfasst einen Zeitraum von 10 Jahren. In diesen Zeitraum fallen die im Rahmen der 6-jährigen Berichtszyklen zur MSRL erforderlichen Aktualisierungen für den 3. Bewirtschaftungszyklus: im Jahr 2024 für die Zustandsbewertung der deutschen Nordsee sowie das MSRL-Maßnahmenprogramm 2028 - 2033. Bezugsgrößen zur MSRL-Bewertung sind der Ist-Zustand sowie die Maßnahmen. Daher wird eine Überprüfung der MSRL-Prognose nach Vorlage der jeweiligen MSRL-Berichte empfohlen.

[40] BVerwG, Urteil v. 09.02.2017 – Az. 7 A 2. 15, Rn. 594

7 Empfehlungen

Allgemeine Empfehlungen

Mit Blick auf den u. a. von den Vorgaben der GÜBAK stark abweichenden Prognosezeitraum von 10 Jahren, wird empfohlen, anlassbezogen, die Aussagen einer Überprüfung und ggf. Anpassung zu unterziehen. Dies wird insbesondere in den Kapiteln zur WRRL und MSRL erforderlich.
Beim Thema WRRL ist zu beachten, dass der angestrebte Unterbringungszeitraum über den dritten Bewirtschaftungszyklus hinaus geht. Daher ist die Auswirkungsprognose für den Zeitraum nach 2027 dahingehend vorbehaltlich, dass zum derzeitigen Zeitpunkt die für die Beurteilung in dieser Auswirkungsprognose maßgeblichen Ist-Zustandsbewertungen des 4. Bewirtschaftungsplans sowie einschlägige Maßnahmen zur Zielerreichung des 4. Maßnahmenprogramms nicht vorliegen können. Auch sind ggf. wegfallende oder auch neu hinzukommende prioritäre und sonstige Schadstoffe derzeit nicht fassbar. Insofern wird bereits an dieser Stelle empfohlen, mit Veröffentlichung des Entwurfes der behördenverbindlichen Unterlagen zum 4. Bewirtschaftungszyklus, spätestens aber nach deren Veröffentlichung am 22.12.2027 die Prognosen für den verbleibenden Prognosezeitraum im Lichte der Unterlagen des 4. Bewirtschaftungszyklus zu überprüfen und ggf. anzupassen.
Beim Thema MSRL ist zu beachten, dass die im Rahmen der 6-jährigen Berichtszyklen zur MSRL erforderlichen Aktualisierungen für den 3. Bewirtschaftungszyklus in den Betrachtungszeitraum von 10 Jahren fallen (Zustandsbewertung der deutschen Nordsee 2024, MSRL-Maßnahmenprogramm 2028 – 2033). Es wird daher eine Überprüfung der MSRL-Prognose nach Vorlage der jeweiligen MSRL-Berichte empfohlen.

Auch bezüglich der in Kapitel 5.6 beschriebenen Auswirkungen auf das Seegras sollten die Aussagen dieser AP nach 5 Jahren geprüft und ggf. überarbeitet werden.

7.1 Umsetzung der Szenarien im operationellen Betrieb

Grundlage für die Erstellung dieser Auswirkungsprognose sind drei Mengenszenarien (siehe Kapitel 5.1.1). Entsprechend ist das Gutachten der BfG nur für den Fall dieser Szenarien gültig. Diese beschreiben nicht nur eine Gesamtmenge Baggergut, sondern auch einen zeitlichen Verlauf der Intensitäten [hier Tonnen Baggergut pro Zeiteinheit], mit welcher Baggergut auf die Verbringstelle Tonne E3 verbracht wird. Diese Intensitäten ergeben sich im Wesentlichen aus der Anzahl, Größe und Umlaufzeiten der eingesetzten Hopperbagger sowie der tatsächlich verbrachten Baggergutmengen. In der Praxis können diese Vorgaben niemals so exakt, wie in den Szenarien formuliert, umgesetzt werden;

im operationellen Geschäft wird es stets zu Abweichungen kommen. Daher sollen hier Hinweise zur Umsetzung und Anwendung der Szenarien gegeben werden.

Stets unkritisch sind Abweichungen nach unten in Bezug auf die Baggergutmenge und Intensität.

Für das Winterhalbjahr (ab 1. Oktober) ist eine zeitweise Überschreitung der Intensität als unkritisch zu beurteilen, wenn es zuvor oder danach eine vergleichbare Unterschreitung gegeben hat und damit die Gesamtbaggergutmenge gemäß Szenario eingehalten wurde.

Für den Monat September (Zeitraum der angehenden Vegetationsruhe, siehe Kapitel 5.6) ist eine moderate Überschreitung der durch die Szenarien vorgegebenen Intensitäten durch die Prognose weiterhin abgedeckt, wenn es zuvor eine vergleichbare Unterschreitung (vgl. Kapitel 7.2.3) gegeben hat. Hierbei kann als Richtwert eine Überschreitung von bis zu 10 % (siehe Abbildung 5.1) angenommen werden.

In der Hauptwachstumsphase der Seegräser (April/Mai - Ende August, vgl. Kapitel 5.6) darf es jedoch nicht zu einer Überschreitung der vorgegebenen Baggergutmenge und Intensitäten kommen. Eine Verbringung im Zeitraum vor 1. Juli ist nicht vorgesehen. Eine Überschreitung liegt dann vor, wenn für den Referenzzeitraum von 2 Wochen die in Abbildung 5.1 genannten Intensitäten im Durchschnitt überschritten werden.

7.2 Vermeidung und Minimierung von Auswirkungen

7.2.1 Morphologie

Mit der regelmäßigen Erfassung der Bathymetrie im Monitoringprogramm bietet die Analyse von Sohlformen (wie Pockmarks) ein indikatives Instrument, um Porenwasserüberdrücke in der Sedimentauflage ggf. früher zu erkennen und im Bedarfsfall die Verbringung auf ein abweichendes VZ zu initiieren. Die Wahrscheinlichkeit einer wiederholten Rutschung kann voraussichtlich reduziert werden, indem zukünftig vor allem bei Nutzung der VZ West auf eine gleichmäßige Verteilung des Baggerguts innerhalb des VZ und damit auf eine möglichst geringe Höhe des Ablagerungskörpers geachtet wird.

Des Weiteren wird empfohlen, bei Verbringung größerer Mengen bindigen Baggerguts mit hohem Feinkornanteil, dieses in den darauffolgenden Wochen während einer Eigengewichtskonsolidierung nicht mit zusätzlichem Baggergut und vor allem keinem Baggergut höherer Dichte (z. B. mit größerem Sandanteil) zu überdecken. Die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Rutschung sinkt auch, wenn im Verlauf einer Kampagne das Baggergut gut auf den Flächen der VZ verteilt wird und damit die Mächtigkeit der frischen Auflage möglichst gering bleibt (= bessere Entwässerung bei Konsolidierung).

7.2.2 Sauerstoff, Nährstoff und Phytoplankton

Entsprechend der bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnis sollten auch bei der für 10 Jahre beantragten Verbringung von Baggergut bei einem Sauerstoffwert von unter 5 mg O_2/l im Verbringbereich kein Material eingebracht werden, dass die Sauerstoffsituation weiter verschlechtert. Damit wird vermieden, dass bei sommerlicher Schichtung der Wassersäule durch einen weiteren Eintrag von zehrungsfähigem Baggergut es zu einer weiteren Reduzierung des Sauerstoffgehaltes in Bodennähe kommt.

Ein verbringbedingter Eintrag von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Silikat) kann das Wachstum von Phytoplankton zusätzlich steigern. Daher kann eine, wie in Kapitel 7.2.3 empfohlene Reduzierung der Verbringungsintensität um 10 % bis Ende August, auch dazu beitragen, dass der Eintrag von Nährstoffen in die Wassersäule während der Hauptwachstumszeit des Phytoplanktons verringert wird und so die Förderung des Algenwachstums abgeschwächt wird.

7.2.3 Vegetation

Die Variation in den Effekten der verbringungsbedingten Schwebstoffgehaltserhöhung und folglich auf das Lichtklima innerhalb der zwei betrachteten Zeitfenster (bis 1.09. bzw. 30.09.) zeigt deutlich, dass es in der Hauptwachstumsphase der Seegräser (April/Mai – Ende August, vgl. Kapitel 5.6) nicht zu einer Überschreitung der vorgegebenen Baggergutmenge und Intensitäten ab 1. Juli bis Ende August kommen darf (vgl. Kapitel 7.1). Hinsichtlich möglicher Kumulationswirkungen (VS Tonne E3 und VS 730/740) darf es weiterhin zu keiner Verschiebung oder gar Überlagerung von Intensitätsspitzen in den sensitiven Vegetationszeitraum (April/Mai - Ende August) kommen. Eine Reduzierung der Verbringungsintensität um 10 % bis Ende August, um somit die verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte im sensitivsten Zeitraum weiter zu reduzieren, wäre eine Möglichkeit, die Auswirkungen zu minimieren und ist daher dringstenst zu empfehlen. Dies kann mit einer kleineren Baggerschiffsgröße im Sommer erreicht werden. Für den Übergangsmonat September (Zeitraum der angehenden Vegetationsruhe; vgl. Kapitel 5.6) gelten die Aussagen, wie in Kapitel 7.1 getroffen.

7.2.4 Wasserrahmenrichtlinie

Bei der Prüfung des Verschlechterungsverbots beim chemischen Zustand konnte ein Verstoß beim chemischen Zustand der OWK „Eider Tidebecken“ und „Außenelbe Nord“ mit hinreichender Wahrscheinlichkeit beim 2,5 Mio. t TS Szenario nicht ausgeschlossen werden, so dass als Vorkehrung empfohlen wird, dieses Verbringszenario nicht umzusetzen. Das Benzo(a)pyren überschreitet in beiden Wasserkörpern schon die UQN und bei dem Szenario von 2,5 Mio. t TS Szenario kann eine noch höhere Überschreitung nicht ausgeschlossen werden.

Es wird auch darauf hingewiesen, dass ein Abweichen von der geplanten Verbringungsintensität - hier z.B. ein früherer Einsatz eines 2. Baggerschiffs vor August oder früherer Beginn (vor Juli) der Verbringungen- mögliche Auswirkungen auf die Einstufung der biologischen QK Wasserpflanzen in bestimmten Küstenwasserkörpern entfalten kann.

7.3 Monitoring

7.3.1 Morphologie

Das bisher durchgeführte Monitoring sollte im gleichen Umfang fortgeführt werden.

7.3.2 Sauerstoff, Nährstoffe, Phytoplankton

Es sollte weiterhin eine Erfassung der Sauerstoff-, Chlorophyll- und Nährstoffgehalte (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat, Silikat) im Verbringgebiet und dessen Umgebung erfolgen. Dazu ist eine Fortsetzung der Beprobung der Nordseeschnittfahrten (Stationen Elbe I, Elbe II, Tonne E3, Elbe III, Elbe IV) mit Messungen der gelösten Nährstoffe in der Wassersäule, des Chlorophyll-a, der Diversität

der Phytoplanktongemeinschaft sowie der Tiefenprofilmessungen der chemisch-physikalischen Parameter und des Sauerstoffgehaltes fortzuführen.

Zur besseren Vorwarnung vor bodennahen Sauerstoffdefiziten wird empfohlen, dass die Beobachtung der sommerlichen Entwicklung der BSH-Station „Deutsche Bucht“, die kontinuierlich und vertikal aufgelöste Messdaten für Temperatur und Sauerstoff erfasst, in das Monitoring eingebunden wird. Bei einer angestrebten zehnjährigen Verbringung sollte die Möglichkeit von kontinuierlichen Sauerstoffmessungen, zu Zeiten, in denen es Hinweise auf Sauerstoffdefizite in der Deutschen Bucht in bodennahen Bereichen gibt, bei der Verbringstelle und deren Umgebung geprüft werden. Ferner sollten zukünftig bodennah erfasste Sauerstoffgehalts- und Trübungsmessungen des zukünftigen BSH Messnetzes in der Nordsee (Helgoland Süd, Helgoland Ost, TW Elbe) in das Monitoring- und Frühwarnsystem mit integriert werden.

Da die Auswirkungen auf das Phytoplankton über komplexe Wirkketten stattfinden, ist bei einer auf mehrere Jahre geplanten Baggerguteinbringung (jeweils im Vegetationszeitraum Juli bis Ende August) ein kontinuierliches Monitoring der Algenbiomassen und -diversität zu empfehlen. Hierfür sollten, neben den bisher durchgeführten Probenahmen, auch verfügbare Fernerkundungsdaten zur Überwachung der Chlorophyllkonzentrationen genutzt werden, welche wichtige Erkenntnisse über die räumliche Verteilung der Chlorophyllkonzentration im Küstenvorfeld ermöglichen.

7.3.3 Schadstoffe und ökotoxikologische Wirkungen

Zur Überwachung der Belastungssituation der Schadstoffe und der ökotoxikologischen Belastungen der Sedimente soll in den Bereichen, in denen sich Auswirkungen durch die Baggergutverbringung nicht ausschließen lassen, ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden. Hier wäre ein jährliches Untersuchungsintervall anzustreben. Dieses sollte möglichst immer zur gleichen Jahreszeit durchgeführt werden.

Der von Baggerguteinmischung betroffene Bereich im Nahfeld zur Verbringstelle Tonne E3, in dem davon auszugehen ist, dass verbringungsbedingt erhöhte Schadstoffgehalte nachweisbar sind, ragt mittlerweile über den 3-km-Radius hinaus. Auf Grund der mit zunehmender Entfernung von der Verbringstelle abnehmenden Untersuchungsdichte kann die betroffene Fläche (insbesondere in dem Bereich außerhalb des 3-km-Radius) nur sehr grob abgeschätzt werden. Um zu einer genaueren Einschätzung der von Baggerguteinmischung betroffenen Fläche gelangen zu können, ist eine Anpassung des Monitoringprogramms im Bereich der Verbringstelle notwendig. Hierbei sollte das Stationsnetz im Bereich zwischen dem 3- und 6-km-Radius verdichtet werden. Eventuell kann hierbei die Hauptausbreitungsrichtung des Baggergutes Berücksichtigung finden (vgl. Abbildung 5-18 in Kapitel 5.4.1.4). Auch kann über eine Ausdünnung des Stationsnetzes im Bereich der Verbringzentren nachgedacht werden, um die Zunahme des Arbeitsaufwandes zu begrenzen.

Die Ergebnisse der numerischen Modellierung dieser Auswirkungsprognose, sowie der Auswirkungsprognosen zum VSB 730/740 und der VS Außenelbe (Scharhörn) stehen für einige kleinräumige Einheiten im Bereich der Tideelbe stromauf von Cuxhaven im Widerspruch zu Beobachtungen an der Dauermessstelle Cuxhaven Kugelbake. Diese einzige Dauermessstelle aus dem Bereich der unteren Tideelbe sollte im Rahmen des zukünftigen verbringungsbegleitenden Monitorings nicht nur dringend beibehalten, sondern wenn möglich, um weitere 1*jährlich zu beprobende Messstellen ergänzt werden. Als Standorte bieten sich die im Rahmen der numerischen Modellierung als Sedimentationsschwerpunkte prognostizierten Bereiche an (insbesondere Grimmershörner Watt,

Ostefahrwasser und Altenbrucher Bogen). Wünschenswert wäre es zudem neben schwebstoffbürtigen Sedimenten auch Schwebstoffe untersuchen zu können, um kurzfristigere Beeinträchtigungen der Schwebstoffqualität beobachten zu können.

Das Konzept für das Monitoring in den BZR sollte in Rücksprache mit der BAW erstellt werden. Sinnvoll ist eine Integration der Untersuchungen in die bereits existierenden Monitoringaktivitäten, z. B. für die Verbringung von Baggergut zu Verbringstellen im VSB 730/740.

7.3.4 Bioakkumulation

Das chemische Monitoring in Biota im Untersuchungsgebiet der Tonne E3 sollte fortgeführt werden (BfG 2022). Da sich das Baggergut nicht kreisförmig, sondern ovalförmig ausbreitet, sollten, analog dem Sedimentmonitoring (vgl. Kapitel 5.4.1.4), die Probenahmegebiete für das Biotamonitoring entsprechend angepasst werden. Neben den standardmäßig in Biota untersuchten Analyten sollten auch weitere Analyten (z. B. HCH) in Biota überwacht werden, deren Konzentrationen im Sediment wahrscheinlich erhöht sein werden (vgl. Kapitel 5.4.1.2). Diese Analyten wurden bislang auch in Biota analysiert, aber häufig nicht bewertet, da diese in der Regel nicht nachgewiesen werden konnten (z. B. HCH) oder andere „Markersubstanzen“ der jeweiligen chemischen Gruppe (z. B. p,p‘-DDT Metabolite) für die Bewertung herangezogen wurden.

Für die Bewertung möglicher Auswirkungen der Verbringungen auf die Bioakkumulation in den Bilanzierungsräumen in der Tideelbe stromauf Cuxhaven wurden, wie in Kapitel 5.4.3 beschrieben, prognostizierte Sedimentkonzentration zur verbal argumentativen Beurteilung herangezogen. In der Tideelbe werden bereits im Rahmen des Monitorings Tonne E3 die Nordseegarnele (vgl. Kapitel 3.3) für Bioakkumulationsuntersuchungen gefischt. Diese Untersuchungen sollten fortgeführt werden. Im Rahmen des Trilateral Monitoring and Assessment Monitoring (TMAP) werden Quecksilber und Organochlorverbindungen in den Eiern der Flussseeschwalbe (*Sterna hirundo*) und des Austernfischers (*Haematopus ostralegus*) überwacht (Dittmann et al. 2012). Zusätzlich zu den Stationen des TMAP werden im Auftrag des WSA Cuxhaven Eier des Austernfischers an drei Standorten in der Elbemündung beprobt und auf Schadstoffe analysiert (ICBM, unveröffentlichte Daten). Wir empfehlen, dass die WSV das Vogeleimnonitoring in der Elbemündung fortführt.

Im BZR 349_Grimmeshörner Bucht sollte, neben den in Kapitel 7.3.3 vorgeschlagenen zusätzlichen Sedimentmessstellen, für die Überwachung möglicher bioakkumulativer Effekte ein Monitoringkonzept entwickelt werden, das im Verbund mit anderen Akteuren aus dem Ästuarbereich umgesetzt werden sollte. Nachfolgend listen wir Ideen für ein mögliches Biotamonitoring im BRZ 349 auf. Diese Vorschläge müssen künftig zunächst in einen Expertenkreis mit Vertretern u.a. der BfG und der WSV diskutiert und vor allem auf ihre Durchführbarkeit geprüft werden. Bei der Diskussion der verschiedenen möglichen Monitoringmaßnahmen im Expertenkreis sollten vor allem auch der Aufwand für die Probennahmen sowie die (Personal-)Ressourcen im Fokus stehen. Die unten aufgeführten Maßnahmen dienen ausdrücklich als Diskussionsgrundlage für den Expertenkreis, da momentan eine Durchführbarkeit der Maßnahmen nicht gesichert ist. Es müssen nicht alle Ideen umgesetzt werden.

Ideen für ein (Biota-)Monitoring im BZR_Grimmeshörner Bucht:

1.) Einrichten eines Biotamonitorings im Bilanzierungsraum 349_Grimmershoerner Bucht. Dazu muss zunächst ein IST-Zustand erhoben und geeignete Organismen für das chemische

Monitoring ausgewählt werden. Auch die Auswahl geeigneter Referenzgebiete sollte geprüft werden.

2.) Testung von Sedimentproben der entsprechenden Bilanzierungsräume mittels Passivsammler (silikonbeschichtete Glasgefäße), um Änderungen in der freigelösten Konzentration zu ermitteln. Gleichzeitig wären die Daten der freigelösten Konzentration vergleichbar mit den Daten von Passivsammlern, die im Verbringbereich der Tonne E3 erhoben wurden (BfG/HPA, unveröffentlichte Daten).

3.) Durchführung eines aktiven Monitorings mit möglichst unbelasteten Miesmuscheln, welche beispielsweise von einer Muschelfarm bezogen werden und in das Untersuchungsgebiet ausgebracht werden. Für die Ausbringung sollten feste Strukturen im Uferbereich (z.B. Anlegestellen) genutzt werden. Das aktive Muschelmonitoring ist aufwändiger als das passive Monitoring von Muscheln, bietet aber den Vorteil, dass durch die Analyse von Proben vor der Exposition die Hintergrundbelastung der Tiere ermittelt werden kann. Darüber hinaus ist die Dauer der Exposition im Untersuchungsgebiet bekannt. Es ermöglicht auch Untersuchungen vor, während und nach Baggergutverbringungen, so dass unmittelbare Effekte von Maßnahmen bewertet werden können.

Vor der Planung eines Biotamonitorings in der Tideelbe muss bedacht werden, dass es dennoch künftig schwierig sein wird, bioakkumulative Effekte in diesem Bereich zu bewerten. So wird die Schadstoffbelastung von Biota in der Tideelbe vor allem durch die Belastung der Elbe und dem natürlichen Transport von belastetem Material aus der Elbe in den Küstenbereich beeinflusst und ist im Vergleich zu anderen Küstenbereichen in der Nordsee relativ hoch. Darüber hinaus können neben den Baggergutverbringungen an der Tonne E3 weitere Baggermaßnahmen wie z. B. Neuer Lüchtergrund und Elbe an VSB 686/690 bioakkumulative Effekte hervorrufen. Es wird kaum möglich sein, einen kausalen Zusammenhang zwischen möglichen bioakkumulativen Effekten in der Tideelbe und einer bestimmten Baggermaßnahme herzustellen. Dennoch sollten kumulative Effekte verschiedener Maßnahmen auf die Bioakkumulation berücksichtigt werden.

Sollten künftig an den zusätzlichen Messstellen (vgl. Kapitel 7.3.3) signifikant erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Sedimenten festgestellt werden, sollte im Expertenkreis auch die Etablierung eines Biotamonitorings in diesen Bereichen diskutiert werden.

7.3.5 Fauna

Das Fisch-und Makrozoobenthosmonitoring sollte im bisherigen Umfang fortgeführt werden, um die bisherigen Erkenntnisse nur sehr geringer Auswirkungen und die darauf aufbauend getroffenen Prognosen überprüfen zu können.

7.3.6 Vegetation

In Kapitel 4.5 wurde beschrieben, welche Umweltfaktoren und anthropogen bedingte Wirkfaktoren Einfluss auf Seegrasvorkommen ausüben können. Vor diesem Hintergrund ist es schwierig zu bewerten, ob derzeit und künftig zu beobachtende Änderungen in der Besiedlungsstruktur und -intensität der Seegrasvorkommen anteilig auf Effekte der Baggergutverbringung zurückzuführen sind bzw. wie hoch dieser Anteil eingeschätzt werden kann. Eine alleinige Rückführung einer Reaktion x auf eine baggergutbedingte Wirkung y ist kaum möglich (somit auch kein direkter Rückschluss auf Tonne E3!), da viele Faktoren in engem Wirkungszusammenhang stehen und sich gegenseitig beeinflussen. Die

künftige Entwicklung des Klimas ist kaum vorhersehbar. Zusätzlich kann die natürliche Variabilität des Bewuchses die Interpretation von Beobachtungen erschweren.

Insgesamt kann diese Auswirkungsprognose nur mit den verbliebenen Unsicherheiten und auch vor dem Hintergrund unvorhersehbarer (negativer wie positiver) Wirkungszusammenhänge (vgl. Kapitel 4.5) getroffen werden. Zur besseren Vorwarnung vor weiteren Bestandsrückgängen, Rückgängen in der Besiedlungsdichte der Seegräser und / oder einem weiteren Rückgang der Art *Zostera marina* wird insbesondere in den sensitiven BZR 340, 339, 338 auf HH- und Niedersachsen-Seite als auch in den BZR 332 und 331 auf Schleswig-Holsteinseite eine jährliche Beobachtung und Kartierung der Seegrasvorkommen empfohlen. Zum Teil sind die genannten BZR bereits durch darin festgelegte Daueruntersuchungsflächen der Länder abgedeckt, deren Seegrasvorkommen seit einigen Jahren jährlich beobachtet werden (Grenzbereich BZR 339/338 Knechtsand; BZR 332 mit insgesamt 5 Dauermessstellen: Westerkoog, Estsiel, Büsum, Trischendamm Nord/Süd; BZR 340 Watten um Neuwerk – neu seit 2022). Die Einrichtung zweier weiterer Dauermessstellen im Wirkbereich der Tonne E3 (im BZR 338 Eversand und im Wesselburener Watt im Grenzbereich BZR 332/331) wird darüber hinaus als sinnvoll erachtet. Sollten sich aus der jährlichen Beobachtung und Kartierung der Seegrasvorkommen und spätestens nach einem Abgleich der Daten aus der nächsten Gesamtbestandserfassung (2024/2025) Hinweise auf negative Veränderungen ergeben, sollte in der E3-Monitoring-AG eine Abstimmung erfolgen, ob und welche zur Ursachenklärung weitere konkreten Untersuchungen durchgeführt werden können. Unabhängig davon sollte in der E3-Monitoring-AG geprüft und darüber beraten werden, wie es künftig gelingen kann, präzisere Daten bezüglich des Wirkpfades „Schwebstoffgehalt/Lichtklima“ zu erhalten. Anzustreben wären bessere Kenntnisse über die Schwebstoffhintergrundgehalte in den genannten BZR, die Ableitung eines Lichttoleranzschwellenwertes, unterhalb dessen Seegras nicht mehr zu wachsen vermag und somit insbesondere Kenntnisse über die vertikale Tiefenverbreitung der beiden Arten. Insbesondere für die Seegrasthematik sollten die Aussagen dieser AP nach 5 Jahren geprüft und ggf. überarbeitet werden.

Das jährliche Monitoring der Makroalgen südlich der Düne von Helgoland durch HPA sollte fortgeführt werden und die Daten, die durch das LLUR-SH nördlich der Hauptinsel von Helgoland erhoben werden, sollten weiterhin Eingang in die Auswertungen finden.

8 Abkürzungsverzeichnis

ADCP:	Accoustic Doppler Current Profiler
AFTG:	Aschefreies Trockengewicht
As:	Arsen
AU:	Außenbereich
AWI:	Alfred Wegener Institut
AWZ:	Außerwirtschaftliche Zone
BA:	Baggerabschnitt
B(a)P	Benzo(a)pyren
BAW:	Bundesanstalt für Wasserbau
BBox:	Begegnungsbox
BfG:	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN:	Bundesamt für Naturschutz
BG:	Bestimmungsgrenze oder Baggergut
BKompV:	Bundeskompensationsverordnung
BLANO:	Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee
BLMP:	Bund-Länder Messprogramm
BNatschG:	Bundesnaturschutzgesetz
BSH:	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BW/BWaStr:	Bundeswasserstraße
BWPl:	Bewirtschaftungsplan
BZR:	Bilanzierungsraum
C:	Algen-Kohlenstoff
Cd:	Cadmium
Chl-a:	Chlorophyll-a
Cr:	Chrom

Cu:	Kupfer
DBT:	Dibutylzinn
DDD:	Dichlordiphenyldichlorethan
DDE:	Dichlordiphenyldichlorethen
DDT:	Dichlordiphenyltrichlorethan
Deleg.:	Delegationsstrecke
DVI:	Disturbance Vulnerability Index
EAC:	Environmental Assessment Criteria
EG:	Europäische Gemeinschaft
EQS:	Environmental Quality standard
ERL:	Effect Range Low
ET:	euphotische Tiefe
EU:	Europäische Union
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FG:	Frischgewicht
FGG-Elbe:	Flussgebietsgemeinschaft Elbe
FIS:	Fachinformationssystem
GES:	Good Environmental Status (guter Umweltzustand)
GÜBAK:	Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut an der Küste
HCB:	Hexachlorbenzol
HCBD	Hexachlorbutadien
HCH:	Hexachlorcyclohexan
HELCOM:	Helsinki Kommission
Hg:	Quecksilber
HG:	Hintergrund
HPA:	Hamburg Port Authority
JD:	Jahresdurchschnitt
K oder KO:	Klappfeld Ost (= Verbringzentrum Ost)
KN:	KartenNull
KS:	Klappfeld Süd (= Verbringzentrum Süd)
LHG:	Landeshafengewässer oder Lebensmittelhöchstgehalt

LKN: Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz des Landes Schleswig-Holstein

LLUR: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume

LNatSchG: Landesnaturschutzgesetz

LOI: Glühverlust (Lost of Ignition)

LRT: Lebensraumtyp

LRV: Laderaumvolumen

MBT: Monobutylzinn

MDI-DE: Marine Dateninfrastruktur Deutschland

MEKUN: Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur in Schleswig-Holstein

MRU: Marine Reporting Units

MSRL: Meeresstrategierahmenrichtlinie

MThw: Mittlere Tidehochwasser

MUDAB: Meeresumweltdatenbank

MZB: Makrozoobenthos

N: Stickstoff

NH_4: Ammonium

NKL: Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein

NLWKN: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

NN: NormalNull

NO_2: Nitrit

NO_3: Nitrat

NOK: Nord-Ostsee-Kanal

NPG: Nationalparkgesetz

NWattNPG: Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer

O_2: Sauerstoff

OGewV: Oberflächengewässerverordnung

OSPAR: Oslo-Paris-Kommission zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks

OWK: Oberflächenwasserkörper

OZK: Organozinn-Kation

OZV: Organozinnverbindungen

P: Phosphor

PAK:	Polycyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb:	Blei
PCB:	Polychlorierte Biphenyle
PO_4:	Phosphat
POC:	Partikulärer organischer Kohlenstoff (Particulate Organic Carbon)
POM:	Partikulärer organischer Schwebstoff (Particulate Organic Matter)
PTS:	permanente Hörschwellenverschiebung
QK:	Qualitätskomponente
R:	Richtwert oder Referenzgebiet
RL-Kategorie:	Rote Liste Kategorie
SiO_4:	Silikat
SPM:	Suspended Particulate Matter
TBT:	Tributylzinn
TeBT:	Tetrabutylzinn
TMAP:	Trilateral Monitoring and Assessment Programme
TOC:	Total Organic Carbon
TS:	Trockensubstanz
TTS:	temporäre Hörschwellenverschiebung
U:	Verbringstelle
UQN:	Umweltqualitätsnorm
UZ:	Umweltziel
VS-RL:	Vogelschutz-Richtlinie
VZ:	Verbringzentrum
WHG:	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL:	Wasserrahmenrichtlinie
WSV:	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung
ZHK:	Zulässige Höchstkonzentration
Zn:	Zink

9 Literaturverzeichnis

Literatur Morphologie:

BfG (2021): Auswirkungsprognose für die Verbringung von Baggergut im Verbringstelle VSB 730/740 in der Außenelbe, BfG-2067. 2021.

Bundgaard, Klavs & Feola, Alessandra. (2020). GUIDELINES FOR ASSESSING AND EVALUATING ENVIRONMENTAL TURBIDITY LIMITS FOR DREDGING CEDA Webinar#10 (Link: https://www.researchgate.net/publication/354921242_GUIDELINES_FOR_ASSESSING_AND_EVALUATING_ENVIRONMENTAL_TURBIDITY_LIMITS_FOR_DREDGING_CEDA_Webinar10). 2020.

Hovland & Judd, 1988: Hovland M, Judd AG (1988): Seabed pockmarks and seepages: impact on geology, biology and the marine environment. Graham & Trotman, London. 1988.

Loher M., Reusch A. und Strasser M. (2015): Long-term pockmark maintenance by fluid seepage and subsurface sediment mobilization – sedimentological investigations in Lake Neuchatel, Sedimentology (2016) 63, 1168–1186. 2015.

Heyer, Harro, Schrottke, Kerstin (2013): AufMod (03KIS082-03KIS088) Gemeinsamer Abschlussbericht für das Gesamtprojekt mit Beiträgen aus allen 7 Teilprojekten, 2013. Hg. v. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 314 Seiten. https://doi.org/10.2314/GBV:780783271, Abschlussbericht. 2013.

Milbradt, P., Valerius, J., Zeiler, M. (2015): AufMod - Das Funktionale Bodenmodell: Aufbereitung einer konsistenten Datenbasis für die Morphologie und Sedimentologie, Die Küste, Heft 83, (https://hdl.handle.net/20.500.11970/101736). 2015.

BAW (2023): Hydromorphologische Wirkung der Verbringung von Baggergut im Bereich der Tonne E3. Bundesanstalt für Wasserbau. Hamburg (BAW-Gutachten, B3955.03.06.10013).

BfG (2023 a): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2018 – 2020. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.

BfG (2023b): Untersuchung der Ursachen eines Rutschungsereignisses auf der Verbringstelle Tonne E3 südöstlich von Helgoland. 2023, Bundesanstalt für Gewässerkunde. BfG-(Berichtsnummer noch nicht vergeben).

BfG (2019): Aktualisierung der Auswirkungsprognose zur Baggergutverbringung in die Nordsee (Stelle Tonne E3). Bundesanstalt für Gewässerkunde. BfG-1984, 2019.

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, 2005. S. 89.

Wallingford, H. R. (2017): Dredge Disposal Plume Monitoring - Sediview Survey: Buoy E3 Dredged Material Disposal Site. HR Wallingford, 2017. S. 218.

Schartau, M., Riethmüller R., Flöser, G., van Beusekomb, E., Krasemann, H., Hofmeister, R., Wirtz, K.: On the separation between inorganic and organic fractions of suspended matter in a marine coastal environment, Progress in Oceanography, Volume 171, February 2019, Pages 231-250, https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.12,011

Von Haugwitz, W., Wong, H.K., Salge, U. (1988): The mud area southeast of Helgoland: A reflection seismic study. Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg 65, 409–422.

Heyer H; Schrottke K. (2013): Aufbau von integrierten Modellsystemen zur Analyse der langfristigen Morphodynamik in der Deutschen Bucht: AufMod, Gemeinsamer Abschlussbericht für das Gesamtprojekt mit Beiträgen aus allen 7 Teilprojekten, 18.07.2013

Dellwig, O., Hinrichs, J., Hild, A., Brumsack, H.J., 2000. Changing sedimentation in tidal flat sediments of the southern North Sea from the Holocene to the present: a geochemical approach. Journal of Sea Research, 44 (3), 195-208.

Pache, T., Brockamp, O., Clauer, N. (2008): Varied pathways of river-borne clay minerals in a near-shore marine region: A case study of sediments from the Elbe- and Weser rivers, and the SE North Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 78 (3), 563-575.

Boxberg (2017): Anthropogenic input of heavy metals to near-coastal sediment depocenters in the eastern North Sea and the Hauraki Gulf in historical times

Figge, K. (1981): Karte der Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht (No. 2900). Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg

Transport of clay minerals and anthropogenic compounds into the German Bight and the provenance of fine-grained sediments SE of Helgoland. *Journal of the Geological Society, London, Vol. 144.* 1987, S. 153-160.

Scheurle, C. 2004. Climate development and its effect on the North Sea environment during the Late Holocene. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften am Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen. Bremen: s.n., 2004.

Hertweck, G., 1983. Das Schlickgebiet in der inneren Deutschen Bucht. Aufnahme mit dem Sedimentechographen. Senckenbergiana maritima 15 (4/6), 219–249.

Mayer, B. (1995). Ein dreidimensionales, numerisches Schwebstoff-Transportmodell mit Anwendung auf die Deutsche Bucht. Dissertation, Universität Hamburg.

Literatur Sauerstoff, Nährstoffe und Phytoplankton:

BAW (2023): Hydromorphologische Wirkung der Verbringung von Baggergut im Bereich der Tonne E3. Bundesanstalt für Wasserbau. Hamburg (BAW-Gutachten, B3955.03.06.10013).

BfG (2007): Prüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe / Auftraggeber: Hamburger Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.

BfG (2008): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2007 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1954.

BfG (2010): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2008 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1959.

BfG (2011): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2009 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1771.

BfG (2013): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Abschlussbericht 2011. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1775.

BfG (2018): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2014 : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1919.

BfG (2022): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : Ergebnisse des Monitorings 2015-2018 im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2092.

BfG (2023a): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2018 – 2020 / Auftraggeber: Hamburger Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.

Brockmann, U., et al. (1999): Seasonal budgets of the nutrient elements N and P at the surface of the German Bight during winter 1996, spring 1995, and summer 1994. Deutsche Hydrografische Zeitschrift. 51, 267-291.

BSH (2021): Berichte zu Sturmfluten und extremen Wasserständen Nordsee. https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Wasserstand_und_Gezeiten/Sturmfluten/sturmfluten_node.html, 2021, pp. Aufgerufen am 10.12.2021.

Chegini, F., et al. (2020): Processes of stratification and destratification during an extreme river discharge event in the German Bight ROFI. Journal of Geophysical Research: Oceans. 125, e2019JC015987.

EAK (2007): Die Küste, 65 EAK, Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken durch den Ausschuss für Küstenschutzwerke. Westholsteinische Verlagsanstalt Boyens & Co. Heide i. Holstein, 2007.

Hentschke, U. (2020): Statistische Verfahren zur Prüfung der Einhaltung von Konformitätsregeln bei den Verbringungen an der VS Tonne E3 / Uwe Hentschke. Bundesanstalt für Gewässerkunde.

HPA-Bericht 2020: Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen. Teilbericht Verbringung von Baggergut zur Tonne E3 - Bericht über den Zeitraum 1.1.2016 bis 31.12.2016. S. 82

Lee, G. F. & Jones, R. A. 1999: Oxygen Demand of US Waterway Sediments, 20 pp. https://www.gfredlee.com/od_uswaterways.pdf

Meyer-Nehls, R. 1996: Auswirkungen von Baggergutumlagerungen auf den Sauerstoffhaushalt der Tideelbe. In: Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Tideelbe, Heft 7, Ergebnisse aus dem Baggergutuntersuchungsprogramm, Freie und Hansestadt Hamburg, Strom- und Hafenbau , ISSN 0177-1191: S. 81-88.

Nixon, S., et al. (1996): The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean. Biogeochemistry. 35, 141-180.

OSPAR (2020): Background document on Tributlytin (TBT) in sediment, Swedish Quality Standard. OSPAR, 2020.

Redfield, A. C., 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. The sea. 2, 26-77.

Schartau, M., et al. (2019): On the separation between inorganic and organic fractions of suspended matter in a marine coastal environment. Progress in oceanography. 171, 231-250.

Sprong, P., et al. (2020): Spatial dynamics of eukaryotic microbial communities in the German Bight. Journal of Sea Research. 163, 101914.

Su, J., Tian, T., Krasemann, H., Schartau, M., & Wirtz, K. (2015). Response patterns of phytoplankton growth to variations in resuspension in the German Bight revealed by daily MERIS data in 2003 and 2004. Oceanologia, 57(4), 328-341.

Wallingford, H. R. (2017): Dredge Disposal Plume Monitoring - Sediview Survey: Buoy E3 Dredged Material Disposal Site. HR Wallingford, 2017. S. 218.

Wollschläger, J., et al. (2015): Analysis of phytoplankton distribution and community structure in the German Bight with respect to the different size classes. Journal of Sea Research. 99, 83-96.

Literatur Schadstoffe, ökotoxikologische Wirkungen und Bioakkumulation:

BAW (2023): Hydromorphologische Wirkung der Verbringung von Baggergut im Bereich der Tonne E3. Bundesanstalt für Wasserbau. Hamburg (BAW-Gutachten, B3955.03.06.10013).

BfG (2007): Prüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe / Auftraggeber: Hamburger Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.

BfG (2008): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2007 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1954.

BfG (2010): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2008 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1959.

BfG (2011): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Zwischenbericht 2009 / Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Aufgestellt durch: Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1771.

BfG (2013): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe ; Abschlussbericht 2011. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1775.

BfG (2018): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2014 : im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1919.

BfG (2019): Aktualisierung der Auswirkungsprognose zur Baggergutverbringung in die Nordsee (Stelle Tonne E3). Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-1984, 157 S.

BfG (2020): BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" - Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluaten und Porenwässern. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

BfG (2022): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn : Ergebnisse des Monitorings 2015-2018 im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes Tideelbe. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2092.

BfG (2023): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2018 – 2020. Auftraggeber: Hamburg Port Authority. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.

Dittmann T., Becker P.H., Bakker J., Bignert A., Nyberg E., Pereira M.G., Pijanowska U., Shore R.F., Stienen E., Toft G.O., Marencic H. (2012): Large-scale spatial pollution patterns around the North Sea indicated by coastal bird eggs within an EcoQO programme. Environmental Science and Pollution Research 19, 4060-4072, <Go to ISI>://WOS:000309476600042

EU (2013): Directive 2013/39/EU oft he European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regads priority substances in the field of water policy.

GÜBAK (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern.

Hentschke, U. (2020): Statistische Verfahren zur Prüfung der Einhaltung von Konformitätsregeln bei den Verbringungen an der VS Tonne E3 / Uwe Hentschke. Bundesanstalt für Gewässerkunde.

HPA, 2016, rev. 2017 Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen. Teilbericht Verbringung von Baggergut zur Tonne E3. Bericht über den Zeitraum 1.1.2014 bis 31.12.2014

HPA 2021 Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen – Teilbericht Verbringung von Baggergut zur Tonne E3 Bericht über den Zeitraum 1.1.2017 bis 31.12.2018.

Krebs, F. (2000): Ökotoxikologische Bewertung von Baggergut aus Bundeswasserstraßen mit Hilfe der pT-Wert-Methode. - Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 44: 301 - 307. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 44, S. 301-307.

Krebs, F. (2005): The pT method as a Hazard Assessment Scheme for Sediments and Dredged Materials. In C. Blaise, & J.-F. Fèrard, Small-scale Freshwater Toxicity Investigations, Vol. 2: Hazard Assessment Schemes, (Bd. Chapter 9, S. 281 - 304). Springer Verlag.

Krige, D. G. (1951): A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 52, 119-139.

Long, E. R., et al. (1998): Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. Environmental Toxicology and Chemistry. 17, 714-727.

Long, E. R., et al. (1995): Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management. 19, 81-97.

Mayer P., Parkerton T.F., Adams R.G., Cargill J.G., Gan J., Gouin T., Gschwend P.M., Hawthorne S.B., Helm P., Witt G., You J., Escher B.I. (2014): Passive sampling methods for contaminated sediments: Scientific rationale supporting use of freely dissolved concentrations. Integrated Environmental Assessment and Management 10, 197-209

OSPAR (2004): Revised OSPAR Guidelines for the Management of Dredged Material.- OSPAR convention for the protection of the marine environment of the North-East Atlantic, Ref.-Nr. 2004-08, OSPAR Commission, 2004.

OSPAR. (2009): Agreement on CEMP Assessment Criteria for the QSR 2010. OSPAR. S.7, Agreement number: 2009-2.

OSPAR (2020), Background document on Tributlytin (TBT) in sediment, Swedish Quality Standard. OSPAR, 2020.

Literatur Makrozoobenthos:

Bioconsult (2022): Das Makrozoobenthos auf der Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn. Untersuchungsjahr 2021 und Entwicklung 2005-2021. Bericht im Auftrag der Hamburg Port Authority.

Salzwedel, H., E. Rachor & D. Gerdes (1985): Benthic macrofauna communities in the German Bight. - Veröffentlichungen des Institutes für Meeresforschung Bremerhaven 20: 199-267.

Scheurle, C. 2004. Climate development and its effect on the North Sea environment during the Late Holocene. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften am Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen. Bremen: s.n., 2004.

Rachor, E., Bönsch, R., Boos, K., Gosselck, F., Grotjahn, M., Günther, C.-P., Gusky, M., Gutow, L., Heiber, W., Jantschik, P., Krieg, H.J., Krone, R., Nehmer, P., Reichert, K., Reiss, H., Schröder, A., Witt, J. & Zettler, M.L. (2013): Rote Liste und Artenlisten der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. – In: Becker, N.; Haupt, H.; Hofbauer, N.; Ludwig, G. & Nehring, S. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 2: Meeresorganismen. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (2): S. 81-176.

Literatur Fischfauna:

BfG (2008): WSV Sedimentmanagement Tideelbe, Strategien und Potenziale – eine Systemstudie. Koblenz, BfG-1584, 374 S.

BfG (2023): Überprüfung der ökologischen Auswirkungen der Verbringung von Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe auf die Verbringstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn - Ergebnisse des Monitorings 2018 – 2020. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. BfG-2129.BioConsult (2022): Die Fischfauna auf der Verbringstelle Tonne E3 nördlich von Scharhörn. Monitoringergebnisse 2005–2021. Gutachten im Auftrag der Hamburg Port Authority, 103 S.

Möller, H. (1988): Fischbestände und Fischkrankheiten in der Unterelbe 1984-1986. Verlag Möller, Kiel, 344 S.

Tautenhahn, M. & J. Geßner (2014): Schutz des Europäischen Störs (*Acipenser sturio*) in seinem deutschen Verbreitungsgebiet. - Abschlussbericht zum F+E Vorhaben FKZ 3508 860400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN), 97 S.

Thiel, R., Winkler, H., Böttcher, U., Dänhardt, A., Fricke, R., George, M., Kloppmann, M., Schaarschmidt, T., Ubl, C. & R. Vorberg (2013): Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (2), 11 – 76

Literatur Avifauna:

Baptist, M. J. and M. F. Leopold (2010): Prey capture success of Sandwich Terns Sterna sandvicensis varies non-linearly with water transparency. Ibis 152, S. 815–825.

Bauer, H.-G., Bezzel, E., Fiedler, W. (2012): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Ein umfassendes Handbuch zu Biologie, Gefährdung und Schutz. Einbändige Sonderausgabe, 2. Ausgabe. Aula, Wiebelsheim. 1430 S.

Becker P.H. (1994): Gefährdung von Küstenvögeln durch Umweltchemikalien. In: Warnsignale aus dem Wattenmeer. Ed(s): Lozán J. L., Rachor E., Reise K., von Westernhagen H. und Lenz W. Berlin, Blackwell: S. 270-278.

BfN (2023): Verbreitung von Seevögeln. Karten Geodienst des BfN mit aggregierten Dichten von Seevögeln für den Zeitraum von 2016-2018. https://geodienste.bfn.de/seevogelverbreitung?lang=de

Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, H., Garthe, S. (2018): Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2018. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Büsum. 53 S.

Borkenhagen, K., Markones, N., Schwemmer, H., Garthe, S. (2020): Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2019. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Büsum. 54 S.

Dierschke J., Dierschke V., Hüppop K., Hüppop O., Jachmann K.F. (2011): Die Vogelwelt der Insel Helgoland. Helgoland, OAG Helgoland, 630 S.

Essink K. (1999): Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for manage-ment. Journal of Coastal Conservation 5, S. 69-80.

Fliessbach, K.L., Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, P., Garthe, S. (2019): A ship traffic disturbance vulnerability index for Northwest European seabirds as a tool for marine spatial planning. Frontiers in Marine Science 6, Artikel 192.

Grémillet D., Nazirides T., Nikolaou H., Crivelli A.J. (2012): Fish are not safe from great cormorants in turbid water. Aquatic Biology 15 (2): 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.

Hennig, V., Heining, R., Mendel, L.-C., Tilse, E. (2016): Flussseeschwalben (Sterna hirundo L.) und Stinte (Osmerus eperlanus L.) in der Elbmündung – Die einzigartige Bestandsentwicklung und Nahrungsökologie der größten deutschen Flussseeschwalbenkolonie. Corax 23, S. 87-113.

Martin, G. R. (2012): Through birds' eyes: insights into avian sensory ecology. Journal of Ornithology 153 (S1), S. 23-48.

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.

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.

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.

Stolen E.D. (2003): The effects of vehicle passage on foraging behavior of wading birds. Waterbirds 26 (4), S. 429-436.

White, C. R., N. Day, P. J. Butler and G. R. Martin (2007): Vision and foraging in cormorants: more like herons than hawks? PLoS One 2 (7), e639.

Zamon, J. E., E. M. Phillips and T. J. Guy (2014): Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 107, S. 85-95.

Literatur Meeressäuger:

Abt K., Engler J. (2009): Rapid increase of the grey seal (*Halichoerus grypus*) breeding stock at Helgoland. Helgoland Marine Research 63 (2): S. 177-180.

Anderwald, P., Brandecker, A., Coleman, M., Collins, C., Denniston, H., Haberlin, M., O'Donovan, M., Pinfield, R., Visser, F., Walshe, L. (2013): Displacement responses of a mysticete, an adontocete, and a phacid seal to construction-related vessel traffic. Endangered Species Research 21. S. 231-240.

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.

Baltzer, J., Schaffeld, T., Ruser, A., Wölfing, 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. ITAW, Büsum, 34 S.

BMU (2013): Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). 33 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., Carius, F., Diederichs, B., Galatius, A., Jeß, A., Körber, P., Meise, K., Schop, J., Siebert, U., Teilmann, J., Bie Thøstesen, C., Klöpper, S. (2021): EG-Marine Mammals grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2020-2021. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 6 S.

Burns, J.J. (2009): Harbor Seal and Spotted Seal, S. 533-542. In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J.G.M. (Hrsg.): Encyclopedia of marine mammals, 2nd ed.

CEDA (2011): Central Dredging Association. Underwater Sound in relation to dredging. CEDA Position Paper., Delft, 6 S.

Clausen, K.T., Wahlberg, M., Beedholm, K., Deruiter, S., Madsen, P.T. (2010): Click communication in harbour porpoises *Phocoena phocoena*. Bioacoustics 20, S. 1-28.

Dehnhardt, G. (2001): Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (*Phoca vitulina*). Science 293, S. 102-104.

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.

Diederichs, A., Brandt, M.J., Nehls, G. (2010): Does sand extraction near Sylt affect harbour porpoises? Wadden Sea Ecosystem Report 26 - Impacts of human activities, S. 199-203.

Erbe, C., Dunlop, R., Dolman, S. (2018): Effects of Noise on Marine Mammals, S. 277-309. In: Slabbekoorn, H., Dooling, R.J., Popper, A.N., Fay, R.R. (Hrsg.): Effects of Anthropogenic Noise on Animals.

European Marine Board (2021): Addressing underwater noise in Europe. Current state of knowledge and future priorities. Future Science Brief 7, 56 S.

Galatius, A., Brackmann, J., Brasseur, S., Diederichs, B., Jeß, A., Klöpper, S., Körber, P., Schop, J., Siebert, U., Teilmann, J., Thøstesen, B., Schmidt, B. (2020): Trilateral surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea and Helgoland in 2020. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany., 5 S.

GDWS (2019): Pressemitteilung: Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Unter- und Außenelbe neu geregelt! Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, Bonn.

Gilles, A., Scheidat, M., Siebert, U. (2009): Seasonal distribution of harbour porpoises and possible interference of offshore wind farms in the German North Sea. Marine Ecology Progress Series 383, S. 295-307.

Gilles, A., Adler, S., Kaschner, K., Scheidat, M., Siebert, U. (2011): Modelling harbour porpoise seasonal density as a function of the German Bight environment: implications for management. Endangered Species Research 14, S. 157-169.

Hall, A., Thompson, D. (2009): Gray Seal S. 500-503. In: Perrin, W.F., Würsig, B., Thewis-sen, J.G.M. (Hrsg.): Encyclopedia of marine mammals, 2nd ed.

Hanggi, E.B., Schusterman, R.J. (1994): Underwater acoustic displays and individual variation in male harbour seals, *Phoca vitulina*. Animal Behaviour 48, S. 1275-1283.

Hammond P.S., Lacey C., Gilles A., Viquerat S., Börjesson P., Herr H., MacLeod K., Ridoux V., Santos M.B., Scheidat M., Teilmann J., Vingada J., Øien N. (2017): Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys, 39 S.

Herr, H., Gilles, A., Scheidat, M., Siebert, U. (2005): Distribution of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the German North Sea in relation to density of sea traffic. ASCOBANS 12th Advisory Committee Meeting. Brest, France, 12 – 14 April 2005. Document AC12/Doc.8(P), 8 S.

Hocking, D.P., Burville, B., Parker, W.M.G., Evans, A.R., Park, T., Marx, F.G. (2020): Percussive underwater signaling in wild gray seals. Marine Mammal Science 36, S. 728-732.

Kastelein, R.A., Wensveen, P.J., Hoek, L., Verboom, W.C., Terhune, J.M. (2009): Underwater detection of tonal signals between 0.125 and 100 kHz by harbor seals (*Phoca vitulina*). Journal of the Acoustic Society of America 125 (2), S. 1222-1229.

Kastelein, R.A., Helder-Hoek, L., Van de Voorde, S. (2017): Hearing thresholds of a male and a female harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). Journal of the Acoustic Society of America 142 (2), S. 1006-1010.

Koschinski, S. (2007): Auswirkungen anthropogener Nutzungen und Anforderungen an marine Schutzgebiete für Meeressäugetiere in der südlichen und zentralen Nordsee. Bremen, S. 1-84.

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.

Matthews, L.P., Blades, B., Parks, S.E. (2018): Female harbor seal (*Phoca vitulina*) behavioral response to playbacks of underwater male acoustic advertisement displays. PeerJ 6, e4547.

Mikkelsen, L., Johnson, M., Wisniewska, D.M., van Neer, A., Siebert, U., Madsen, P.T., Teilmann, J. (2019): Long-term sound and movement recording tags to study natural behavior and reaction to ship noise of seals. Ecology and Evolution 9, S. 2588–2601.

Miller, L.A. (2010): Prey capture by Harbor Porpoises (*Phocoena phocoena*): A comparison between echolocators in the field and in captivity. The Journal of the Marine Acoustics Society of Japan 37, S. 156-168.

Nachtsheim, D.A., Viquerat, S., Ramírez-Martínez, N.C., Unger, B., Siebert, U., Gilles, A. (2021): Small Cetacean in a Human High-Use Area: Trends in Harbor Porpoise Abundance in the North Sea Over Two Decades. Frontiers in Marine Science 7, Article 606609.

Nowak, L.J. (2020): Observations on mechanisms and phenomena underlying underwater and surface vocalisations of grey seals. Bioacoustics 30, S. 696-715.

OSPAR Commission (2009): Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment, Biodiversity Series, 133S.

Robinson, S.P., Theobald, P.D., Hayman, G., Wang, L.S., Lepper, P.A., Humphrey, V., Mumford, S. (2011): Measurement of underwater noise arising from marine aggregate dredging operations. Final Report. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund MALSF, 145 S.

Schäfer S., Buchmeier G., Claus E., Duester L., Heininger P., Korner A., Mayer P., Paschke A., Rauert C., Reifferscheid G., Rüdel H., Schlechtriem C., Schröter-Kermani C., Schudoma D., Smedes F., Steffen D., Vietoris F. (2015): Bioaccumulation in aquatic systems: methodological approaches, monitoring and assessment. Environmental Sciences Europe 27 (5), S. 1-10.

Schultz von Glahn, M. (2011): Messung der Hydroschallimmissionen des Schwimmbaggers "Taccola" bei Baggerarbeiten an der Wendestelle des Außenhafens in Emden. ITAP - Institut für Technische und Angewandte Physik, Oldenburg, 13 S.

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.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., Tyack, P.L. (2007): Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. Aquatic Mammals 33 (4), S. 411-521.

Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P., Tyack, P.L. (2019): Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals 45, S. 125-232.

Streit B. (1992): Bioaccumulation processes in ecosystems. Experientia 48, S. 955-970.

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.

van Neer A., Jensen L.F., Siebert U. (2015): Grey seal (*Halichoerus grypus*) predation on harbour seals (*Phoca vitulina*) on the island of Helgoland, Germany. Journal of Sea Research 97, S. 1–4.

Verfuss, U.K., Miller, L.A., Schnitzler, H.U. (2005): Spatial orientation in echolocating harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Journal of Experimental Biology 208, S. 3385-3394.

Verfuß, U.K., Miller, L.A., Pilz, P.K., Schnitzler, H.U. (2009): Echolocation by two foraging harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). The Journal of Experimental Biology 212, S. 823-834.

Villadsgaard, A., Wahlberg, M., Tougaard, J. (2007): Echolocation signals of wild harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. Journal of Experimental Biology 210, S. 56-64.

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.

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.

Literatur Vegetation:

Adolph, W. (2010): Praxistest Monitoring Küste (2008. Seegraskartierung – Gesamtbestandserfassung der eulitoralen Seegrasbestände im Niedersächsischen Wattenmeer und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuare 2/2010, 52 S.

Arge BLMP Nord- und Ostsee (2020): Kennblatt-Nr. 4 Makropyhten (Stand 15.10.2020). mhb.meeresschutz.info.de; letztmalig aufgerufen am 28.5.2021 Geodatenportal des NKL.SH, Stand Juni 2020.

Bartsch, I; Wiencke, C.; Bischof, K.; Buchholz, C. M.; Buck, B. H.; Eggert, A.; Feuerpfeil, P.; Hanelt, D.; Jacobsen, S.; Karez, R.; Karsten, U.; Molis, M.; Roleda M. Y.; Schubert, H.; Schumann, R.; Valentin, K.; Weinberger, F. (2008): The genus Laminaria sensu lato : recent insights and developments European Journal of Phycology Volume 43, 2008 - Issue 1 Pages 1-86.

Boderskov, T. & Krause-Jensen, D. 2022. Literature review of general responses of macroalgae to light, nutrient, salinity and temperature variations relevant to Danish waters. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 32 s. –Scientific briefing no. 2022|30.

Borum, J., Duarte, C. M., Krause-Jensen, D. & Greve, T. M. (2004): European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 88 S.

Burkholder, J. M., Tomasko, D. A. & Touchette, B. W. (2007): Seagrass and eutrophication. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 350, 46-72.

Central Dredging Association CEDA (2020): Assessing and Evaluating Environmental Turbidity Limits of Dredging (online).

Dederer, et al. (2015): "Tauch-Untersuchung des “Steingrund” bei Helgoland (FFH DE 1714-391) und Konzeptentwicklung eines Tauch-Monitorings für den FFH Lebensraumtyp Riff." Final report (2015).

Dennison, W. C., Moore, R. J., Stevenson, K. A., Carter, J. C., Kollar, S., et al. (1993): Assessing Water Quality with Submersed Aquatic Vegetation. BioSience 43, 86-94. Doi: 10.2307/1311969.

Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2013): Persisting intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea since the 1930s. Journal of Sea Research, 82, 134-141.

Dolch, T., Buschbaum, C. & K. Reise (2016 a): Veränderungen der intertidalen Seegrasvorkommen im Grenzgebiet Nordfriesland-Dithmarschen. Alfred-Wegener-Institut; Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung (pptx.- Präsentation https://www.schleswigholstein.de/DE/Fachinhalte/K/kuestengewaesser/Downloads/22_dolch.pdf?__blob=publicationFile&v=1; Stand 24.09.2020).

Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2016 b): Die langfristige Seegrassituation im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer aus der Vogelperspektive. Alfred-Wegener-Institut; Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung (pptx.- Präsentation https://www.schleswigholstein.de/DE/Fachinhalte/K/kuestengewaesser/Downloads/vortrag17.pdf?__blob=publicationFile&v=1; Stand 24.09.2020).

Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2016 c): Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2015. Alfred-Wegener Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung.

Dolch, T., Folmer, E. O., Frederiksen, M. S., Herlyn, M., van Katwijk, M. M., Kolbe, K., Krause-Jensen, D., Schmedes, P. & Westerbeek, E. P. (2017): Seagrass. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper, S. et al., Common Wadden Sea Secretariat. Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded 24.09.2020. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/seagrass.

Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2019): Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2018. Forschungsbericht. Alfred-Wegener Institut Helmholtz-. Zentrum für Polar- und Meeresforschung.

Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2020): Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2019. Forschungsbericht. Alfred-Wegener Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung.

Drachenfels, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen - unter besonderer Berücksichtigung der nach §28a und §28b NNatG geschützten Biotope sowie Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie. Naturschutz Landespfl. Niedersachsen, Heft A/4, Hildesheim, 240 S.

Duarte, C. M. (1991): Seagrass depth limits. Aquat. Bot. 40, 363-377. Doi:10.1016/0304-3770(91)90081-F

Erftemeijer, P. L. A. & Lewis, R. R. R. (2006): Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. Marine Pollution Bulletin 52 (2006), S. 1553 - 1572.

Eriander, L. (2017): Light requirements for successful restoration of eelgrass (Zostera marina L.) in a high latitude environment -Acclimatization, growth and carbohydrate storage. J. Exo. Mar. Biol. Ecol. 496, 37-48. Doi: 10.1016/j.jembe.2017.07.010.

Folmer E. O., van Beusekom, J. E. E., Dolch, T., Gräwe U., van Katwijk M. M., Kolbe, K. & C. J. M. Philippart (2016): Consensus forecasting of intertidal seagrass habitat in the Wadden Sea. Journal of Applied Ecology, 53, 1800-1813.

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.

Geodaten der Nationalparkverwaltung Niedersachsen. Marine.Daten.Infrakstruktur. Niedersachsen; mdi.niedersachsen.de, letztmalig aufgerufen am 21.09.2022.

Giesen, W. B. J. T., van Katwijk, M. M. & C. den Hartog (1990): Eelgrass condition and turbidity in the Dutch Wadden Sea. Aquat. Bot., 37: 71-85.

Kastler, T. & H. Michaelis (1997): Der Rückgang der Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ). Forschungsstelle Küste (unveröffentlicht).

Kenworthy, W. & D. Haunert (1991): The light requirements of seagrasses, proceedings of a workshop to examine the capability of water quality criteria, standards and monitoring programs to protect seagrasses. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-287.

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.

KÜFOG GmbH, Steuwer, J. & S. Tyedmers (2014): Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2013. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuare Band 8, 64 S. + 6 S. Anhang.

KÜFOG GmbH & J. Steuwer (2020): Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2019. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des NLWKN.

Lee, Kun-Seop, Park Sang Rul, Kim Young Kyun (2007): Effects of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrasses: A review. Volume 350, Issues 1-2, Pages144-175. Doi: 10.1016/j.jembe.2007.06.016.

Léger-Daigle, R., Noisette, F., Bélanger, S., Cusson, M. & C. Nozais (2022): Photoacclimation and Light Treshholds for Cold Temperate Seagrasses. Front. Plant Sci. 13:805065. Doi: 10.3389/fpls.2022.805065.

Metzing, D.; Hofbauer, N.; Ludwig, G. & Matzke-Hajek, G. (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7 Pflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7) 784 S. Bundesamt für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg.

Meyer, T. & Nehring, S. (2006): Anpflanzung von Seegraswiesen (*Zostera marina* L.) als interne Maßnahme zur Restaurierung der Ostsee. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. Heft 15. S. 105 - 109.

Mierwald, U. & Romahn, K. (2006): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen in Schleswig- Holstein. - LANU SH - Natur - RL 18-1. 122 S.

Munkes, B.; Schubert, P. R.; Karez, R. & T. B. H. Reusch (2015): Experimental assessment of critical anthropogenic sediment burial in eelgrass *Zostera marina*. Marine Pollution Bulletin 100 (2015), S. 144 - 153.

NLWKN (2021): Überwachung von Makroalgen im niedersächsischen Wattenmeer – Datenzusammenstellung 1990 bis 2020. Dienstbericht NLWKN Betriebsstelle Brake-Oldenburg, 30 S.

Pehlke, C. and I. Bartsch. 2008. Changes in depth distribution and biomass of sublittoral seaweeds at Helgoland (North Sea) between 1970 and 2005. Climate Research 37: 135–147.

Ralph, P. J., Durako, M. J., Enriquez, S., Collier, C. J. & M. A. Doblin (2007): Impact of light limitation on seagrasses. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Volume 350, Issues 1-2, Pages 176-193. Doi: 10.1016/j.jembe.2007.06.017.

Reise, K., Kolbe, K. & V. N. de Jonge (1994): Makroalgen und Seegrasbestände im Wattenmeer. - In: Lozán, J. L.; Rachor, E.; Reise, v. Westernhagen, H. & Lenz, W. (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. - Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin: S. 90 - 100.

Reise, K., van Katwijk, M. M., de Jong, D., Schanz, A. & Z. Jager (2005): Seagrass. In: Essink, K., Dettmann, C. & Farke, H. et al. (Hrsg.): Wadden Sea Qualitiy Status Report 2004. - Wadden Sea Ecosystem, Wilhelmshaven: S. 203 - 210.

Schubert, P. R.; Hukriede, W.; Karez, R. & Reusch, T. B. H. (2015): Mapping and modeling eelgrass Zostera marina distribution in the western Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series - Vol. 522: S. 79 – 95.

Schubert, P.; Kunz, U.; Huber, F.; Howe, C. (2022): Makrophyten-Monitoring im Verbringgebiet E3 / Helgoland 2021, submaris.de, Hamburg Port Authority AöR

Westphalen, G., Collings, G., Wear, R., Fernandes, M., Bryars, S., Chesire, A. (2004): A review of seagrass loss on the Adelaide metropolitan coastline. Adelaide Coastal Waters Study, technical report No. 2, August 2004.

Literatur Naturschutzfachliche und Wasserwirtschaftliche Belange:

BfN (2019): Monitoringbericht: Zustand benthischer Arten und Biotope in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee Untersuchungsjahr 2018.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur - BMVI (2019): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung beim Aus- und Neubau von Bundeswasserstraßen

LLUR SH (2015): Erläuterungen zur Kartierung der gesetzlich geschützten Biotope in Schleswig-Holstein.

LLUR SH (2019): Kartieranleitung und Biotoptypenschlüssel für die Biotopkartierung Schleswig-Holstein mit Hinweisen zu den gesetzlich geschützten Biotopen sowie den Lebensraumtypen gemäß Anhang I der FFH-Richtlinie.

LLUR SH (2022): Erläuterungen zur Kartierung der gesetzlich geschützten Biotope in Schleswig-Holstein (nach § 30 BNatSchG i. V. m. § 21 LNatSchG)

NLWKN - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2018): 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 - Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2020): 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].

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2022): Verordnung zur Änderung der Verordnung über das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP-VO) Vom 7. September 2022. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/raumordnung_landesplanung/landes_raumordnungsprogramm/ https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/raumordnung_landesplanung/landes_raumordnungsprogramm/.

Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein – Abteilung Landesplanung und ländliche Räume – (2021). Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2021. https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/planen-bauen-wohnen/landesentwicklungsplan/landesentwicklungsplan.html#:~:text=Der%20Landesentwicklungsplan%20Schleswig-Holstein%20–%20Fortschreibung,(%20LEP%20-%20VO%202021)).

Literatur Wasserrahmenrichtlinie:

BfG (2020): Statistische Verfahren zur Prüfung der Einhaltung von Konformitätsregeln bei den Verbringungen an der VS Tonne E3. - Bundesanstalt für Gewässerkunde (Herausgeber): BfG-Bericht 2031, 32 S., download: http://bibliothek.bafg.de/dokumente/GS 2028.pdf

BMVI, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Herausgeber) (2019): Leitfaden zur Erstellung des Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bei Vorhaben der WSV an BWaStr". – Download

https://www.bafg.de/DE/08_Ref/U1/01_Arbeitshilfen/WRRL_Leitfaden/wrrl-leitfaden.pdf?__blob=publicationFile

LAWA, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft-Wasser (2017): Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot, beschlossen auf der 153. LAWA-Vollversammlung 16./17. März 2017 in Karlsruhe - unter nachträglicher Berücksichtigung der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts vom 09. Februar 2017, Az. 7 A 2.15 „Elbvertiefung")

Literatur MSRL:

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 Meeres-gewässern und von Spezifikationen und standardisierten Verfahren für die Überwachung und Bewertung sowie zur Aufhebung des Beschlusses 2010/477/EU.

Bioconsult 2013: Ausbreitungspotenzial von Neozoen aus dem Hamburger Hafen in die Nordsee via Baggergutverklappungen. Gutachten im Auftrag HPA. 37 S.

BMU (2012): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.

BMU (2018): Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewer-tung nach § 45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach 13 § 45d und der Festlegung von Zielen nach § 45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umset-zung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.

BMU (2020): Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Aktualisierung der Über-wachungsprogramme (Meeresmonitoring) gemäß § 45f Abs. 1 WHG zur Umsetzung von Art. 11 MSRL. Teil A Monitoring Rahmenkonzept. 115 S.

BMUV (Hrsg.) (2022). MSRL-Maßnahmenprogramm zum Schutz der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee (einschließlich Umweltbericht), aktualisiert für 2022–2027. Bericht über die Überprüfung und Aktualisierung des MSRL-Maßnahmenprogramms gemäß §§ 45j i.V.m. 45h Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes. Bund/Länder-Arbeitsge-meinschaft Nord- und Ostsee (BLANO), 30. Juni 2022. URL: https://www.meeresschutz.info/berichte-art13.html?file=files/meeresschutz/berichte/art13-massnahmen/zyklus22/MSRL_Art13_Aktualisierung_Mass-nahmenprogramm_2022_Rahmentext.pdf

BMUB (2016): MSRL-Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz der deutschen Nord- und Ostsee. Bericht gemäß § 45h Absatz 1 des Wasserhaushaltgesetzes. 128 S.

GEBAK (in Vorbereitung): Gemeinsame Bestimmungen zum Umgang mit Baggergut in Küsten- und Übergangsgewässern.

Junge, F. (2020): Prüfung der Vereinbarkeit verschiedener Baggermaßnahmen im Rahmen der Unterhaltung bzw. des Ausbaus von Häfen und deren Zufahrten mit den Zielen von §§ 27, 31, 44 und 45 a-f WHG. MELUND 15.01.2020.

Mohr, T. & F. Junge (2018): Verschlechterungsverbot und Verbesserungsgebot in Küsten-gewässern – das Zusammenspiel von Wasserrahmenrichtlinie und Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Zeitschrift für Wasserrecht, Jg. 57/2018, Heft 3, S. 148 - 178.

Motyl et al. 2020: Microplastics in the upper tidal Elbe – A comparison between sediments from the Hamburg port area and an adjacent nature reserve. Poster MICRO 2020.

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).

10 Anhänge

Tabelle 10-1: Prognose zur Erhöhung der Schwebstoffgehalte bezogen auf einen 14 Tageszeitraum (Vegetation)

Prognose für Erhöhung Schwebstoffgehalt (Maximum bezogen auf 14 Tageszeitraum, Vegetationsperiode bis 1. Oktober)			
Szenario BZR in Set 1	**1,5 Mio. t** in [mg/l]	**2,0 Mio. t** in [mg/l]	**2,5 Mio. t** in [mg/l]
101_SylterAussenriff	0	0	0
102_HamburgischesWattenmeer	2-5	2-5	2-5
103_Borkum-Riffgrund	0	0	0
104_N_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0-1	0-1	0-1
104_S_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	1-2	1-2	1-2
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	0-1	1-2	1-2
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	2-5	2-5	2-5
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	2-5	2-5	2-5
108_SW_6-12km_Kreis	1-2	1-2	1-2
109_SO_6-12km_Kreis	2-5	5-10	5-10
110_1,5km_Kreis	2-5	5-10	5-10
111_SW_1,5-3km_Kreis	2-5	5-10	5-10
112_SO_1,5-3km_Kreis	2-5	5-10	5-10
113_NW_1,5-3km_Kreis	2-5	5-10	5-10
114_NO_1,5-3km_Kreis	2-5	5-10	5-10
115_NW_3-6km_Kreis	2-5	5-10	5-10
116_NO_3-6km_Kreis	2-5	5-10	5-10
117_SW_3-6km_Kreis	2-5	2-5	2-5
118_SO_3-6km_Kreis	2-5	5-10	5-10
119_NW_6-12km_Kreis	1-2	2-5	2-5
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	1-2	1-2	1-2
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	1-2	2-5	2-5
122_Steingrund	1-2	2-5	2-5
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0-1	0-1	0-1
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0-1	1-2	1-2
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0-1	1-2	1-2
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	2-5	2-5	2-5

Prognose für Erhöhung Schwebstoffgehalt (Maximum bezogen auf 14 Tageszeitraum, Vegetationsperiode bis 1. Oktober)			
Szenario BZR in Set 3	**1,5 Mio. t** in [mg/l]	**2,0 Mio. t** in [mg/l]	**2,5 Mio. t** in [mg/l]
300_Ems	0	0	0
301_Emsmuendung	0	0	0
302_Wattgebiet_Niederlande	0	0	0
303_Kuestenmeer_Niederlande	0	0	0
304_Kuestenmeer_Ems	0	0	0
305_Deutsche_Bucht_Sued	0	0	0
306_Deutsche_Bucht_West	0	0	0
307_Deutsche_Bucht_Nord	0-1	0-1	0-1
308_Kuestenmeer_Daenemark	0-1	0-1	0-1
309_Wattgebiet_Daenemark	0-1	0-1	0-1
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	0-1	0-1	0-1
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0-1	1-2	1-2
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	0-1	1-2	1-2
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	1-2	1-2	1-2
314_Deutsche_Bucht_SO	0-1	1-2	1-2
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	0-1	0-1	0-1
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	0-1	0-1	0-1
317_Wattgebiet_Ostfriesland	0-1	0-1	0-1
318_Wangerooge	0-1	1-2	1-2
319_Jadebusen	0-1	0-1	0-1
320_Jade	0-1	1-2	1-2
321_Kuestengewaesser_Weser_W	1-2	1-2	1-2
322_Kuestenmeer_Weser	1-2	1-2	1-2
323_suedl_Schlickfallgebiet	2-5	2-5	2-5
324_Schlickfallgebiet_West	2-5	2-5	2-5
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	0-1	1-2	1-2
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	1-2	1-2	1-2
327_Helgoland	1-2	1-2	1-2
328_Schlickfallgebiet_Ost	2-5	2-5	2-5
329_Kuestenmeer_Eider_W	2-5	2-5	2-5
330_Eider_Tidebecken	1-2	2-5	2-5
331_Eidermuendung	1-2	1-2	1-2
332_Dithmarscher_Bucht	1-2	2-5	2-5
333_Piep_Tidebecken	2-5	2-5	2-5
334_Hamburgisches_Wattenmeer	2-5	2-5	2-5
335_Kuestengewaesser_Weser_O	1-2	1-2	1-2
336_Wesermuendung	0-1	0-1	0-1
337_Weser	0	0-1	0-1
338_Eversand	0-1	0-1	0-1
339_Knechtsand	0-1	1-2	1-2
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	0-1	1-2	1-2
341_Neuwerk	0-1	0-1	0-1
342_Scharhoern	0-1	0-1	0-1
343_Duhner_Watt	0-1	1-2	1-2
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	2-5	2-5	2-5
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	2-5	2-5	2-5
346_Aussenelbe_Nord	2-5	2-5	2-5
347_Hakensand	1-2	1-2	1-2
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	2-5	2-5	2-5
349_Grimmershoerner_Bucht	1-2	2-5	2-5
350_Cuxhaven_Hafen	1-2	2-5	2-5
351_Altenbrucher_Bogen	0-1	0-1	0-1
352_Tideelbe_Cux_Bruns	1-2	1-2	1-2
353_Medemgrund	1-2	2-5	2-5
354_Medemrinne	1-2	2-5	2-5
355_SH_Watten_noerdl.	0-1	1-2	1-2
356_Neufelder_Sand	0-1	0-1	0-1
357_Tideelbe_vorBrunsb	0-1	1-2	1-2
358_Oste	0	0	0
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	0-1	0-1	0-1
360_Stoer	0	0	0
361_Krueckau	0	0	0
362_Pinnau	0	0	0
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	0	0	0

Langfristprognose für Sedimentablagerungen (95. Perzentil nach 10 Jahren)			
Szenario	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
BZR in Set 1	in [mm]	in [mm]	in [mm]
101_SylterAussenriff	0	0	0
102_HamburgischesWattenmeer	0	0	0
103_Borkum-Riffgrund	0	0	0
104_N_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0	0	0
104_S_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	0	0	0
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAng	0	0	0-1
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	0	0	0
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	0	0-1	0-1
108_SW_6-12km_Kreis	0	0	0
109_SO_6-12km_Kreis	0-1	0-1	1-2
110_1,5km_Kreis	> 100	> 100	> 100
111_SW_1,5-3km_Kreis	1-2	2-5	5-10
112_SO_1,5-3km_Kreis	1-2	2-5	5-10
113_NW_1,5-3km_Kreis	2-5	5-10	10-20
114_NO_1,5-3km_Kreis	0-1	1-2	2-5
115_NW_3-6km_Kreis	0-1	1-2	2-5
116_NO_3-6km_Kreis	0-1	0-1	2-5
117_SW_3-6km_Kreis	0-1	1-2	1-2
118_SO_3-6km_Kreis	0-1	1-2	1-2
119_NW_6-12km_Kreis	0-1	0-1	0-1
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	5-10	5-10	10-20
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	0	0	0
122_Steingrund	0	0	0
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0

Langfristprognose für Sedimentablagerungen (95. Perzentil nach 10 Jahren)			
Szenario	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
BZR in Set 3	in [mm]	in [mm]	in [mm]
300_Ems	0	0	0
301_Emsmuendung	0	0	0
302_Wattgebiet_Niederlande	0	0	0
303_Kuestenmeer_Niederlande	0	0	0
304_Kuestenmeer_Ems	0	0	0
305_Deutsche_Bucht_Sued	0	0	0
306_Deutsche_Bucht_West	0	0	0
307_Deutsche_Bucht_Nord	0	0	0
308_Kuestenmeer_Daenemark	0	0	0
309_Wattgebiet_Daenemark	0	0	0
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	0	0	0
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	0	0	0
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0
314_Deutsche_Bucht_SO	0	0	0
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	0	0	0
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	0	0	0
317_Wattgebiet_Ostfriesland	0	0	0
318_Wangerooge	0	0	0
319_Jadebusen	0	0	0
320_Jade	0	0	0
321_Kuestengewaesser_Weser_W	0	0	0
322_Kuestenmeer_Weser	0	0	0
323_suedl_Schlickfallgebiet	0-1	1-2	1-2
324_Schlickfallgebiet_West	0-1	1-2	2-5
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	0	0	0-1
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	0	0	0
327_Helgoland	1-2	2-5	2-5
328_Schlickfallgebiet_Ost	0	0	0-1
329_Kuestenmeer_Eider_W	0	0	0-1
330_Eider_Tidebecken	0	0	0-1
331_Eidermuendung	2-5	2-5	5-10
332_Dithmarscher_Bucht	2-5	2-5	2-5
333_Piep_Tidebecken	0	0	0-1
334_Hamburgisches_Wattenmeer	0	0	0-1
335_Kuestengewaesser_Weser_O	0	0	0
336_Wesermuendung	0	0	0
337_Weser	0	0	0
338_Eversand	0	0	0
339_Knechtsand	0	0	0
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	0	0	0
341_Neuwerk	0-1	0-1	1-2
342_Scharhoern	0	0	0-1
343_Duhner_Watt	0	0-1	0-1
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	0-1	0-1	0-1
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	0-1	0-1	0-1
346_Aussenelbe_Nord	0	0	0
347_Hakensand	0	0	0-1
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0-1	0-1	0-1
349_Grimmershoerner_Bucht	> 100	> 100	> 100
350_Cuxhaven_Hafen	> 100	> 100	> 100
351_Altenbrucher_Bogen	20-50	20-50	20-50
352_Tideelbe_Cux_Bruns	5-10	5-10	10-20
353_Medemgrund	0-1	0-1	0-1
354_Medemrinne	0	0-1	0-1
355_SH_Watten_noerdl.	0-1	1-2	1-2
356_Neufelder_Sand	10-20	20-50	20-50
357_Tideelbe_vorBrunsb	> 100	> 100	> 100
358_Oste	2-5	2-5	2-5
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	10-20	20-50	20-50
360_Stoer	2-5	5-10	5-10
361_Krueckau	2-5	2-5	2-5
362_Pinnau	0-1	1-2	1-2
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	1-2	1-2	1-2

Tabelle 10-2: Datenbasis für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen der nach GÜBAK und OGewV bewertungsrelevanten Parameter.

	Parameter	Messfraktion	Anzahl Messwerte	Anzahl Messstationen
GÜBAK	**Arsen**	<20 µm	2347	987
	Cadmium	<20 µm	2334	987
	Chrom	<20 µm	2365	987
	Kupfer	<20 µm	2352	987
	Nickel	<20 µm	2353	987
	Blei	<20 µm	2339	969
	Zink	<20 µm	2366	987
	Quecksilber	<20 µm	2352	987
	PCB Summe7 g. BG	<63 µm*	1736	686
	alpha-HCH	<63 µm*	2449	858
	gamma-HCH	<63 µm*	2462	858
	Hexachlorbenzol	<63 µm*	2474	858
	Pentachlorbenzol	<63 µm*	2430	846
	p,p'-DDT	<63 µm*	2484	858
	p,p'-DDE	<63 µm*	2479	858
	p,p'-DDD	<63 µm*	2478	858
	Mineralöl	<63 µm*	2369	834
	PAK Summe 16 g.BG	<63 µm*	1709	654
	Tributylzinn	<2000 µm	835	889
	Phosphor	<2000 µm	2799	1188
	Stickstoff	<2000 µm	2791	1188
OGewV	**PCB 28**	<63 µm*	1949	773
	PCB 52	<63 µm*	1948	773
	PCB 101	<63 µm*	1946	773
	PCB 118	<63 µm*	2472	859
	PCB 138	<63 µm*	1946	773
	PCB 153	<63 µm*	1946	773
	PCB 180	<63 µm*	1948	773

*gemessen in Fraktion <2 mm, normiert auf Feinkorngehalt (<63 µm)

**gemessen in Fraktion <2 mm, normiert auf 2,5% TOC

Tabelle 10-3: Datenbasis für die Ableitung der Hintergrundkonzentrationen der nach OSPAR bewertungsrelevanten Parameter.

	Parameter	Messfraktion	Anzahl Messwerte	Anzahl Messstationen
OSPAR	**Arsen**	<2000 µm	1400	429
	Cadmium	<2000 µm	1433	462
	Chrom	<2000 µm	1433	462
	Kupfer	<2000 µm	1433	462
	Nickel	<2000 µm	1433	462
	Blei	<2000 µm	1433	462
	Zink	<2000 µm	1433	462
	Quecksilber	<2000 µm	1433	462
	Naphthalin	<2000 µm	3028	892
	Phenanthren	<2000 µm	3027	892
	Anthracen	<2000 µm	3027	891
	Fluoranthen	<2000 µm	3025	892
	Pyren	<2000 µm	3011	892
	Benz(a)anthracen	<2000 µm	3029	892
	Chrysen	<2000 µm	2963	879
	Benzo(b)fluoranthen	<2000 µm	2136	835
	Benzo(a)pyren	<2000 µm	2914	777
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	<2000 µm	3029	892
	Benzo(ghi)perylen	<2000 µm	3029	892
	Hexachlorbenzol	<2000 µm	3035	892
	PCB 28	2,5%TOC**	3007	819
	PCB 52	2,5%TOC**	3039	819
	PCB 101	2,5%TOC**	3168	819
	PCB 118	2,5%TOC**	2926	819
	PCB 138	2,5%TOC**	3047	819
	PCB 153	2,5%TOC**	70	819
	PCB 180	2,5%TOC**	96	819
	gamma-HCH	<2000 µm	2485	892
	p,p'-DDE	<2000 µm	2485	891
	p,p'-DDD	<2000 µm	2485	891
	Tributylzinn	<2000 µm	2485	860
	Dibutylzinn	<2000 µm	2485	852

*gemessen in Fraktion <2 mm, normiert auf Feinkorngehalt (<63 µm)

**gemessen in Fraktion <2 mm, normiert auf 2,5% TOC

Tabelle 10-4: Abgeleitete Ausgangskonzentrationen GÜBAK-relevanter Parameter und Bewertung nach GÜBAK.

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g.BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
				<20 µm									<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
100_SylterAussenriff	26,16	0,62	83,68	45,58	41,95	63,61	293	0,56	138,49	0,86	0,86	0,91	4,30	0,08	0,06	0,76	1,62	1,99	3,00	398	1196
101_HamburgischesWattenmeer	26,24	0,45	89,80	29,93	37,56	56,16	198	0,34	35,56	0,27	0,20	0,23	1,99	0,21	0,21	0,26	0,40	0,53	1,27	229	736
102_Borkum-Riffgrund	24,48	0,46	82,40	40,34	35,88	58,99	232	0,42	195,28	1,57	0,97	1,44	5,04	0,50	0,47	1,14	2,29	2,03	2,20	412	1181
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	26,63	0,64	88,34	48,11	44,39	63,96	304	0,50	162,19	0,82	0,73	1,08	4,08	0,13	0,10	0,86	1,93	2,02	2,57	308	1171
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	33,35	0,51	92,79	33,22	49,98	72,38	394	0,31	226,89	0,85	0,37	0,42	2,80	0,18	0,19	0,41	0,56	1,38	1,30	128	1014
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	27,76	0,54	86,44	40,21	40,67	60,47	256	0,45	150,88	0,67	0,51	0,73	3,47	0,20	0,18	0,51	1,04	1,40	1,82	294	1099
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	26,77	0,45	66,94	27,72	34,41	63,98	194	0,41	46,86	0,63	0,19	0,29	3,61	0,08	0,06	0,31	0,67	0,33	1,26	392	1102
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	26,97	0,51	68,62	28,33	34,36	66,19	199	0,44	44,75	0,64	0,23	0,32	4,21	0,08	0,06	0,36	0,79	0,27	1,47	396	1079
108_SW_6-12km_Kreis	23,11	0,46	74,25	28,78	35,67	66,59	197	0,30	27,30	0,30	0,20	0,28	1,71	0,16	0,15	0,24	0,33	0,57	1,34	281	814
109_SO_6-12km_Kreis	26,76	0,55	74,94	29,88	35,79	70,28	214	0,43	34,85	0,49	0,22	0,36	3,27	0,13	0,12	0,31	0,57	0,51	1,62	308	872
110_1,5km_Kreis	25,23	0,85	65,72	36,17	34,56	69,38	262	0,54	34,58	0,58	0,24	0,94	4,29	0,13	0,07	0,57	1,61	0,72	9,24	493	1285
111_SW_1,5-3km_Kreis	22,88	0,51	66,58	30,82	34,17	66,57	207	0,40	29,78	0,38	0,14	0,40	2,43	0,08	0,06	0,29	0,61	0,24	3,03	390	1022
112_SO_1,5-3km_Kreis	24,39	0,72	66,91	34,47	34,67	70,90	239	0,49	32,02	0,52	0,24	0,81	3,59	0,11	0,06	0,47	1,14	0,56	6,00	436	1171
113_NW_1,5-3km_Kreis	22,68	0,50	64,05	29,80	33,54	62,74	198	0,37	30,94	0,45	0,15	0,45	3,06	0,07	0,05	0,35	0,79	0,29	3,54	445	1254
114_NO_1,5-3km_Kreis	24,81	0,54	64,31	30,18	33,73	64,00	190	0,38	31,49	0,52	0,16	0,42	3,44	0,08	0,05	0,31	0,64	0,35	3,83	450	1274
115_NW_3-6km_Kreis	21,58	0,39	62,36	27,38	33,11	58,99	175	0,32	26,35	0,37	0,12	0,33	2,29	0,06	0,05	0,23	0,45	0,25	1,98	409	1154
116_NO_3-6km_Kreis	25,93	0,51	64,58	28,74	33,61	66,52	195	0,42	32,45	0,54	0,17	0,35	3,94	0,07	0,05	0,33	0,68	0,30	2,19	440	1220
117_SW_3-6km_Kreis	22,51	0,43	68,03	29,35	34,46	65,37	191	0,35	26,16	0,31	0,13	0,29	1,84	0,08	0,07	0,21	0,38	0,31	1,96	343	913

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g.BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
118_SO_3-6km_Kreis	25,70	0,62	69,05	31,82	34,79	72,16	224	0,47	30,88	0,52	0,19	0,54	3,45	0,10	0,07	0,36	0,77	0,50	3,11	382	1046
119_NW_6-12km_Kreis	20,20	0,30	60,24	27,05	33,10	57,46	167	0,27	25,20	0,29	0,12	0,21	1,60	0,06	0,05	0,16	0,27	0,34	1,23	329	895
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	21,03	0,28	61,60	28,46	35,68	58,52	193	0,24	54,57	0,39	0,16	0,13	1,48	0,06	0,06	0,13	0,15	0,56	1,02	265	755
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	29,94	0,46	84,82	29,65	41,02	65,20	276	0,36	213,17	0,74	0,27	0,31	2,76	0,15	0,15	0,30	0,42	0,99	1,15	195	944
122_Steingrund	28,91	0,43	79,16	28,60	38,96	64,37	250	0,37	179,11	0,71	0,24	0,29	2,77	0,12	0,12	0,26	0,37	0,91	1,06	244	944
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	26,52	0,52	90,62	29,24	41,35	56,60	205	0,26	96,91	1,13	0,79	0,89	6,59	0,78	0,78	1,53	1,60	3,78	3,01	462	1151
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	24,08	0,45	87,85	36,49	36,78	56,38	193	0,28	213,87	1,86	1,25	1,32	5,69	1,25	1,25	1,28	1,37	1,64	1,36	346	1038
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	21,93	0,52	72,95	31,15	32,75	51,90	188	0,33	101,27	2,02	1,36	1,57	6,61	1,30	1,27	1,44	1,75	1,74	2,90	639	1364
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	26,46	0,46	89,66	26,68	38,01	56,32	200	0,29	68,11	0,60	0,46	0,51	4,79	0,44	0,44	0,69	0,84	1,66	2,31	299	832
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	21,04	0,43	87,04	37,34	35,35	47,78	166	0,24	234,59	1,87	0,73	0,61	4,86	0,51	0,50	0,56	0,70	1,02	1,31	311	1064
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	24,07	0,40	82,29	35,61	35,52	59,16	205	0,31	175,83	1,55	1,24	1,34	4,91	1,19	1,20	1,29	1,51	1,84	1,38	381	1101
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	27,93	0,40	91,61	27,94	39,02	58,95	198	0,22	75,86	0,69	0,85	0,94	3,51	0,86	0,86	0,91	0,98	1,42	1,20	221	664
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	27,32	0,45	83,80	27,91	37,12	61,47	194	0,32	41,94	0,42	0,27	0,33	2,82	0,22	0,21	0,34	0,46	0,85	1,16	210	694
200_OFFI_Beschnitten	26,17	0,67	82,74	46,54	39,78	62,52	297	0,65	149,53	1,04	1,04	1,16	4,93	0,12	0,07	0,89	2,12	2,01	3,85	463	1243
201_OCNF_Beschnitten_Ost	26,22	0,66	84,91	46,67	42,59	63,85	296	0,56	141,55	0,84	0,85	1,20	4,29	0,12	0,07	0,94	2,19	2,07	3,07	388	1188
202_OCNF_Beschnitten_West	25,94	0,63	82,25	45,19	40,74	63,58	288	0,58	133,71	0,88	0,90	0,91	4,37	0,09	0,06	0,74	1,62	1,92	3,21	419	1192
203_OCEF_Beschnitten_Nord	24,75	0,47	76,28	39,64	36,88	63,72	246	0,46	121,40	0,93	0,80	1,06	3,88	0,24	0,22	0,85	1,79	1,83	2,41	404	1091
204_OCEF_Beschnitten_Sued	24,68	0,47	81,94	40,66	35,99	59,46	238	0,44	188,83	1,51	0,97	1,49	5,00	0,47	0,43	1,17	2,43	2,07	2,33	420	1190
205_ICNF_Nord	27,53	0,60	88,88	44,83	46,07	66,49	316	0,43	166,55	0,79	0,61	0,84	3,63	0,13	0,12	0,70	1,44	1,81	2,12	248	1106

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
206_ICEF_Teil_Ost	22,90	0,31	69,93	31,39	33,51	61,37	189	0,27	88,86	0,77	0,63	0,73	2,83	0,49	0,49	0,68	0,92	1,35	1,25	347	893
207_ICEF_Teil_West	24,28	0,42	80,95	38,59	35,60	59,77	223	0,38	183,71	1,50	0,98	1,22	4,79	0,63	0,62	1,07	1,76	1,97	1,73	393	1142
208_KuestenmeerEms	24,36	0,42	83,12	34,30	35,80	60,61	207	0,29	152,11	1,32	1,01	1,09	4,30	0,92	0,92	1,04	1,24	1,64	1,31	339	999
209_KuestenmeerEms-Aestuar	22,01	0,45	86,48	38,97	35,51	51,92	185	0,29	249,11	2,03	0,86	0,85	5,39	0,53	0,51	0,74	1,10	1,33	1,51	332	1067
210_KuestenmeerWeser_Ost	26,98	0,47	81,93	28,32	36,88	63,26	198	0,34	38,55	0,41	0,27	0,34	2,77	0,21	0,20	0,33	0,47	0,80	1,22	225	717
211_KuestenmeerWeser_West	26,80	0,50	86,80	28,46	37,88	66,85	216	0,27	41,66	0,42	0,41	0,49	2,52	0,37	0,37	0,46	0,54	0,95	1,23	187	622
212_KuestenmeerElbe_NordOst	28,21	0,47	79,84	30,29	39,97	69,29	256	0,38	116,49	0,65	0,24	0,27	2,70	0,11	0,11	0,26	0,40	0,76	1,16	239	880
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	21,66	0,33	62,63	27,43	33,60	62,19	178	0,27	29,68	0,30	0,15	0,22	1,60	0,07	0,07	0,18	0,29	0,48	1,45	315	820
214_KuestenmeerEider	28,36	0,53	89,31	40,79	42,63	62,41	285	0,39	224,52	0,77	0,44	0,50	3,37	0,16	0,15	0,45	0,79	1,43	1,65	180	1059
215_Vortrapptief	25,99	0,52	84,80	40,32	41,63	58,08	252	0,38	189,55	0,69	0,42	0,52	3,37	0,20	0,19	0,51	0,89	1,62	1,64	181	1133
216_Rummelloch	28,53	0,35	81,17	28,51	39,58	55,17	207	0,29	219,89	0,62	0,26	0,35	2,59	0,17	0,18	0,34	0,50	1,20	1,30	360	1285
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	24,55	0,46	88,37	35,89	36,84	58,48	201	0,28	192,46	1,69	1,27	1,34	5,26	1,26	1,27	1,30	1,40	1,66	1,32	328	990
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	28,65	0,36	91,62	26,69	40,36	51,87	167	0,19	74,50	0,62	0,60	0,67	3,56	0,60	0,60	0,69	0,74	1,31	1,14	156	485
219_ListerTidebecken	26,07	0,73	86,93	50,25	41,51	61,59	283	0,52	149,55	0,73	0,48	0,76	4,22	0,25	0,20	0,65	1,48	1,73	2,15	333	1216
220_HoernumTidebecken	26,25	0,62	85,42	45,71	41,35	60,84	272	0,46	155,24	0,68	0,49	0,78	3,79	0,25	0,20	0,67	1,45	1,81	1,96	260	1183
221_AueTidebecken	26,29	0,51	80,31	37,11	39,67	57,64	239	0,39	138,63	0,56	0,36	0,60	3,10	0,28	0,24	0,57	1,11	1,59	1,56	325	1265
222_HeverTidebecken	26,72	0,41	75,96	30,82	37,67	54,37	201	0,32	99,10	0,43	0,26	0,46	2,41	0,22	0,19	0,42	0,82	1,23	1,55	494	1485
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	26,06	0,46	89,68	29,65	38,77	58,69	198	0,26	97,81	0,96	1,25	1,36	4,27	1,28	1,28	1,29	1,37	1,59	1,44	355	1024
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	25,66	0,51	91,29	31,59	43,36	56,24	187	0,27	96,57	1,01	0,87	0,99	5,60	0,87	0,87	1,10	1,19	2,01	2,46	502	1316

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
				<20 µm									<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
225_AussenelbeNord	28,14	0,53	94,78	36,91	39,07	62,39	247	0,51	80,76	0,69	0,35	0,69	3,63	0,19	0,19	0,43	1,13	0,54	1,69	163	492
226_EiderTidebecken	32,87	0,39	86,07	30,51	38,66	61,20	234	0,44	147,27	0,58	0,28	0,38	2,91	0,14	0,14	0,33	0,58	1,13	1,35	397	1009
227_PiepTidebecken	32,08	0,45	92,21	32,64	38,94	61,65	236	0,54	120,01	0,67	0,35	0,53	3,41	0,17	0,17	0,39	0,78	1,04	1,39	258	665
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	22,06	0,53	89,60	50,38	35,68	50,91	170	0,26	392,59	3,11	1,04	1,38	9,11	1,00	1,01	1,10	1,18	1,24	1,43	306	981
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	28,39	0,40	89,52	25,90	38,34	55,19	187	0,26	67,08	0,64	0,32	0,36	4,36	0,30	0,30	0,49	0,60	1,09	1,51	208	627
230_Hakensand	30,63	0,64	96,06	42,43	40,01	65,46	272	0,69	131,24	1,03	1,16	1,98	4,77	0,27	0,26	0,60	1,75	0,86	2,14	297	681
231_Ausseneider	28,98	0,42	79,92	30,81	37,48	59,10	214	0,40	71,84	0,39	0,26	0,46	2,50	0,16	0,14	0,37	0,76	1,09	1,83	562	1186
232_DithmarscherBucht	29,77	0,57	88,73	36,38	38,84	61,87	249	0,60	103,75	0,71	0,68	1,18	4,12	0,26	0,23	0,59	1,35	1,14	2,63	426	956
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	23,47	0,45	87,21	38,32	35,99	55,10	189	0,28	256,88	2,24	1,39	1,46	6,50	1,44	1,45	1,42	1,47	1,69	1,38	356	1063
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	27,90	0,48	94,81	27,88	41,71	57,04	204	0,25	99,82	1,28	0,52	0,56	6,31	0,50	0,51	1,55	1,60	4,07	2,16	301	769
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	25,99	0,47	90,07	27,02	37,93	56,68	204	0,30	65,13	0,54	0,53	0,58	4,55	0,53	0,53	0,69	0,82	1,44	2,22	330	902
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	26,29	0,48	89,75	30,53	37,73	55,65	208	0,37	46,28	0,40	0,32	0,42	2,65	0,37	0,37	0,43	0,76	0,57	1,60	240	692
237_Helgoland	20,81	0,28	61,27	28,47	35,63	56,27	191	0,24	59,23	0,40	0,16	0,14	1,51	0,06	0,06	0,14	0,17	0,54	1,02	271	760
238_Elbe-Aestuar	30,86	0,87	93,43	40,17	41,64	62,67	295	0,82	136,67	1,02	1,44	4,17	6,46	0,29	0,24	1,14	2,82	0,65	7,05	366	830
239_Unterems	23,20	0,61	75,92	32,85	34,18	55,35	210	0,37	82,48	1,85	0,87	1,22	6,41	0,93	0,88	1,03	1,45	1,58	3,13	693	1420
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	20,76	0,38	78,18	31,14	33,22	45,10	150	0,24	222,48	2,58	0,90	1,12	7,36	0,95	0,93	0,99	1,13	1,40	1,89	501	1326
241_Weser-Aestuar	25,16	0,57	88,78	26,48	38,57	56,79	220	0,26	100,83	1,08	0,53	0,65	8,55	0,49	0,49	1,96	2,08	6,57	5,80	433	1003
300_Ems	21,98	0,55	76,34	32,68	33,63	50,59	186	0,33	166,04	2,31	0,95	1,45	7,12	0,98	0,91	1,17	1,83	1,65	3,14	582	1338
301_Emsmuendung	23,23	0,46	87,61	40,46	35,96	54,94	188	0,28	273,62	2,34	1,33	1,43	6,79	1,35	1,35	1,36	1,42	1,62	1,38	348	1053

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
302_Wattgebiet_Niederlande	24,33	0,63	82,15	46,45	34,99	57,14	238	0,48	238,93	1,92	1,01	2,46	6,28	0,67	0,51	1,59	4,02	2,05	3,63	463	1250
303_Kuestenmeer_Niederlande	24,70	0,59	82,57	43,40	35,49	57,56	245	0,50	213,25	1,72	1,01	2,31	5,56	0,58	0,43	1,55	4,00	2,10	3,50	452	1225
304_Kuestenmeer_Ems	23,48	0,42	83,52	37,42	35,50	57,60	201	0,31	207,09	1,75	1,09	1,16	5,12	0,94	0,94	1,09	1,38	1,72	1,40	361	1082
305_Deutsche_Bucht_Sued	24,97	0,50	80,11	41,12	35,97	60,87	249	0,48	172,04	1,37	0,98	1,77	4,86	0,47	0,41	1,30	3,00	2,11	2,76	434	1184
306_Deutsche_Bucht_West	25,70	0,58	80,62	43,90	38,97	63,07	278	0,57	138,38	0,99	0,93	1,14	4,49	0,16	0,13	0,89	2,02	1,99	3,15	434	1195
307_Deutsche_Bucht_Nord	26,33	0,75	86,79	49,38	42,68	63,13	303	0,60	152,64	0,88	0,90	1,67	4,59	0,21	0,10	1,19	3,14	2,16	3,58	399	1216
308_Kuestenmeer_Daenemark	26,34	0,99	88,03	52,78	41,85	62,29	311	0,71	155,34	0,92	1,00	2,60	5,10	0,47	0,18	1,66	5,09	2,24	4,83	454	1255
309_Wattgebiet_Daenemark	26,34	0,97	87,69	52,14	41,63	62,12	305	0,67	150,01	0,85	0,86	2,22	4,92	0,47	0,21	1,46	4,38	2,16	4,27	438	1253
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	26,14	0,66	86,51	47,96	41,64	61,25	277	0,48	157,15	0,71	0,49	0,71	3,96	0,23	0,19	0,63	1,34	1,74	1,99	268	1181
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	25,77	0,62	89,85	52,39	43,28	62,55	286	0,44	173,17	0,77	0,59	0,63	3,99	0,13	0,11	0,55	1,11	1,66	2,11	218	1142
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	26,65	0,45	78,89	33,47	39,00	55,91	220	0,35	136,05	0,52	0,31	0,51	2,77	0,24	0,21	0,49	0,92	1,41	1,54	383	1345
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	29,59	0,45	88,51	31,03	42,62	61,25	286	0,32	280,77	0,78	0,34	0,41	2,81	0,19	0,20	0,39	0,55	1,31	1,29	137	1044
314_Deutsche_Bucht_SO	29,19	0,53	87,91	36,48	48,58	71,86	335	0,33	162,61	0,74	0,40	0,46	2,71	0,15	0,15	0,44	0,67	1,41	1,41	161	965
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	22,04	0,28	63,99	29,54	33,74	67,27	171	0,23	39,62	0,33	0,29	0,32	1,48	0,18	0,18	0,31	0,39	0,84	1,11	301	673
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	24,61	0,39	79,88	29,87	35,58	62,95	203	0,25	75,65	0,73	0,86	0,94	3,07	0,83	0,84	0,91	1,01	1,45	1,21	325	918
317_Wattgebiet_Ostfriesland	25,55	0,45	87,31	30,41	37,71	60,01	205	0,28	100,58	1,03	1,32	1,43	4,31	1,35	1,36	1,37	1,48	1,70	1,46	378	1066
318_Wangerooge	27,31	0,44	93,51	28,30	40,45	57,21	189	0,23	87,23	0,74	1,02	1,12	3,81	1,04	1,04	1,04	1,09	1,41	1,29	270	827
319_Jadebusen	24,48	0,58	87,31	30,40	40,81	57,61	214	0,29	92,10	1,12	0,99	1,17	6,57	0,98	0,98	1,22	1,39	2,01	3,48	659	1674
320_Jade	26,46	0,47	94,72	33,24	46,04	55,56	165	0,25	101,95	0,94	0,75	0,83	4,94	0,76	0,77	1,02	1,05	2,15	1,62	404	1094

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
321_Kuestengewaesser_Weser_W	28,75	0,37	90,14	26,05	39,56	52,27	171	0,21	71,76	0,65	0,46	0,52	3,95	0,45	0,46	0,61	0,68	1,29	1,30	168	511
322_Kuestenmeer_Weser	27,27	0,49	88,45	28,45	37,94	66,78	220	0,27	46,95	0,47	0,51	0,58	2,67	0,47	0,47	0,56	0,64	1,04	1,19	202	665
323_suedl_Schlickfallgebiet	27,44	0,54	83,94	32,37	36,95	69,92	226	0,49	45,81	0,41	0,19	0,28	2,44	0,11	0,10	0,24	0,43	0,58	1,38	242	750
324_Schlickfallgebiet_West	23,89	0,47	67,31	28,89	34,27	65,00	196	0,37	32,07	0,42	0,17	0,32	2,65	0,08	0,07	0,26	0,52	0,38	1,88	353	975
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	21,55	0,26	61,82	27,15	34,09	64,38	175	0,23	33,85	0,28	0,15	0,14	1,24	0,06	0,06	0,14	0,17	0,54	1,02	276	686
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	28,30	0,44	81,11	30,02	43,29	69,05	289	0,31	161,41	0,77	0,28	0,28	2,55	0,14	0,15	0,27	0,33	0,94	1,09	198	919
327_Helgoland	21,22	0,29	61,80	28,45	35,79	57,36	194	0,24	60,60	0,41	0,16	0,14	1,55	0,06	0,06	0,14	0,17	0,57	1,02	270	776
328_Schlickfallgebiet_Ost	29,06	0,49	78,15	29,72	36,88	66,78	230	0,45	102,93	0,64	0,22	0,28	3,06	0,09	0,08	0,27	0,50	0,67	1,14	298	928
329_Kuestenmeer_Eider_W	35,43	0,45	90,78	31,68	39,30	67,88	273	0,49	195,15	0,70	0,27	0,27	3,04	0,11	0,11	0,24	0,41	0,94	1,14	221	712
330_Eider_Tidebecken	32,75	0,39	85,87	30,44	38,64	61,04	232	0,43	146,84	0,58	0,28	0,38	2,91	0,14	0,14	0,33	0,58	1,13	1,35	403	1027
331_Eidermuendung	28,99	0,42	79,97	30,77	37,48	59,13	213	0,39	71,77	0,39	0,25	0,44	2,46	0,16	0,14	0,35	0,73	1,07	1,81	559	1168
332_Dithmarscher_Bucht	29,76	0,58	88,87	36,57	38,88	61,94	251	0,61	104,60	0,72	0,70	1,24	4,20	0,26	0,23	0,61	1,42	1,15	2,77	427	960
333_Piep_Tidebecken	32,05	0,45	92,21	32,65	38,94	61,63	236	0,54	119,64	0,68	0,35	0,54	3,42	0,17	0,17	0,39	0,78	1,04	1,39	258	665
334_Hamburgisches_Wattenmeer	26,06	0,43	89,75	29,74	37,51	56,40	192	0,32	29,73	0,23	0,16	0,16	1,78	0,14	0,14	0,19	0,24	0,53	1,16	189	672
335_Kuestengewaesser_Weser_O	27,94	0,42	90,13	26,22	38,10	56,62	195	0,28	67,12	0,62	0,31	0,34	4,53	0,28	0,29	0,47	0,59	1,05	1,63	238	709
336_Wesermuendung	28,35	0,48	92,73	27,46	40,86	55,28	206	0,23	103,95	1,25	0,53	0,57	7,23	0,51	0,51	2,63	2,57	8,76	2,87	304	756
337_Weser	23,60	1,46	81,15	37,98	38,11	64,64	316	0,49	118,49	1,38	0,70	2,41	8,24	0,74	0,39	1,66	4,46	1,83	15,36	830	1716
338_Eversand	24,91	0,51	89,93	25,86	38,34	56,53	207	0,30	83,33	0,70	0,60	0,67	6,30	0,56	0,56	1,01	1,16	2,82	3,52	381	996
339_Knechtsand	26,12	0,45	88,99	28,01	37,51	55,59	198	0,30	50,13	0,39	0,51	0,56	3,22	0,54	0,54	0,60	0,73	1,15	1,81	317	901

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	26,25	0,45	90,23	30,20	37,69	54,88	202	0,34	38,83	0,30	0,20	0,25	2,12	0,25	0,25	0,29	0,51	0,49	1,34	255	764
341_Neuwerk	26,52	0,44	90,28	29,54	37,59	54,17	196	0,33	42,76	0,28	0,18	0,22	1,94	0,24	0,24	0,30	0,55	0,41	1,30	319	890
342_Scharhoern	25,34	0,44	90,87	30,92	38,03	54,22	201	0,33	24,33	0,24	0,11	0,11	2,23	0,12	0,11	0,12	0,16	0,21	1,10	132	423
343_Duhner_Watt	25,70	0,51	87,45	29,80	37,31	55,23	204	0,37	50,67	0,50	0,57	0,70	3,10	0,64	0,64	0,66	0,99	0,78	1,94	233	635
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	28,03	0,59	93,62	35,34	39,13	61,61	257	0,50	68,94	0,69	0,32	0,70	4,20	0,30	0,30	0,61	1,53	0,47	2,22	149	464
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	27,13	0,53	94,50	36,04	39,04	60,66	240	0,46	59,40	0,58	0,25	0,62	3,67	0,17	0,17	0,46	1,21	0,34	2,07	119	419
346_Aussenelbe_Nord	28,85	0,53	95,82	38,41	39,22	64,15	254	0,56	92,88	0,76	0,39	0,76	3,73	0,18	0,18	0,42	1,12	0,63	1,53	170	497
347_Hakensand	30,70	0,65	96,19	42,55	40,07	65,58	274	0,70	132,35	1,03	1,22	2,06	4,79	0,27	0,26	0,60	1,76	0,86	2,17	300	682
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	28,93	0,63	95,22	37,64	39,98	63,25	263	0,60	118,48	1,07	0,46	1,03	5,26	0,34	0,34	0,71	1,97	0,41	2,44	142	355
349_Grimmershoerner_Bucht	23,00	0,56	87,50	28,51	38,48	53,44	197	0,43	79,21	0,85	0,29	0,63	3,50	0,29	0,27	0,32	0,90	0,31	5,54	410	962
350_Cuxhaven_Hafen	25,94	0,60	89,73	32,06	39,44	58,15	215	0,48	80,41	0,78	1,10	1,68	4,29	0,45	0,43	0,63	1,29	0,84	5,20	404	1052
351_Altenbrucher_Bogen	27,89	0,78	91,87	37,69	41,53	60,49	278	0,65	123,89	1,00	0,58	3,72	7,21	0,27	0,22	1,22	3,59	0,62	9,98	322	935
352_Tideelbe_Cux_Bruns	29,97	0,83	93,73	39,94	42,99	62,33	287	0,75	157,31	1,07	0,63	1,65	6,09	0,30	0,27	1,07	2,81	0,68	6,92	297	773
353_Medemgrund	29,63	0,74	94,17	37,04	41,37	64,03	263	0,71	106,29	0,88	1,92	2,90	4,70	0,32	0,30	0,65	1,63	0,70	5,47	329	832
354_Medemrinne	31,97	0,79	97,31	40,60	42,05	66,22	285	0,76	140,73	1,06	2,09	3,16	5,01	0,30	0,28	0,72	1,89	0,59	3,35	314	570
355_SH_Watten_noerdl.	32,87	0,82	96,48	41,99	40,99	68,06	297	0,91	154,37	1,03	2,65	3,92	4,95	0,29	0,26	0,65	1,72	0,81	3,01	356	739
356_Neufelder_Sand	32,11	0,95	94,14	41,27	41,98	66,71	311	1,11	192,29	1,24	0,96	2,49	8,17	0,36	0,26	1,41	3,46	0,50	7,86	516	1107
357_Tideelbe_vorBrunsb	29,60	0,92	91,17	37,70	40,67	64,65	307	0,96	142,09	1,18	0,64	2,97	14,07	0,27	0,16	1,82	4,63	0,53	17,31	752	1892
358_Oste	27,53	1,12	90,09	42,47	42,17	61,76	322	0,75	127,82	1,12	0,75	4,84	8,38	0,43	0,23	1,96	5,98	1,78	15,61	621	1359

Fraktion	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber	Mineralöl	PAK Summe 16 g. BG	Pentachlorbenzol	Hexachlorbenzol	PCB Summe7 g. BG	alpha-HCH	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDT	Tributylzinn	Phosphor	Stickstoff
	<20 µm												<63 µm							<2 mm	
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	mg/kg
R1	40	1,5	120	30	70	90	300	0,7	200	1,8	1	1,8	13	0,5	0,5	1	2	1	20	500	1500
R2	120	4,5	360	90	210	270	900	2,1	600	5,5	3	5,5	40	1,5	1,5	3	6	3	100/300		
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	29,16	1,02	88,48	39,96	41,30	55,08	307	0,77	104,29	0,92	0,55	7,10	7,46	0,29	0,18	1,80	4,24	0,70	11,65	398	867
360_Stoer	26,14	1,20	92,97	46,22	40,01	57,49	323	0,78	94,69	0,85	0,97	3,57	9,77	0,67	0,27	2,47	7,90	1,58	17,25	824	1751
361_Krueckau	27,74	1,21	92,80	47,54	41,45	60,14	351	0,86	105,16	0,98	0,84	3,06	10,26	0,50	0,22	2,56	7,33	1,86	20,26	754	1567
362_Pinnau	27,04	1,21	94,15	50,35	42,39	63,19	362	0,86	129,50	1,07	0,88	3,70	12,38	0,51	0,22	2,44	7,86	2,14	20,37	894	1990
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	36,37	4,26	101,65	92,47	46,85	82,82	726	2,72	229,71	1,43	3,90	20,83	9,31	4,34	1,07	11,77	47,03	12,43	29,73	865	1851
400_HelgolaenderFelssockel	21,85	0,30	63,35	28,54	36,37	58,94	202	0,25	66,05	0,43	0,17	0,14	1,62	0,06	0,06	0,14	0,17	0,60	1,02	264	787
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	29,98	0,46	84,63	29,59	40,88	65,26	275	0,37	210,84	0,74	0,27	0,31	2,80	0,15	0,15	0,30	0,43	0,98	1,15	200	951

Fall 1 c < RW1

Fall 2 R1 < c < RW2

Fall 3 c > RW2

Tabelle 10-5: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten Metalle und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in mg/kg.

Metalle (< 2mm)

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber
ERL (Werte in Klammern nicht bewertungsrelevant)	**(8,2)**	**1,2**	**81**	**34**	**(21)**	**47**	**122**	**0,15**
100_SylterAussenriff	2,07	0,13	8,69	2,23	3,83	7,35	27,89	0,05
101_HamburgischesWattenmeer	5,56	0,12	17,44	4,66	7,02	12,40	34,26	0,06
102_Borkum-Riffgrund	2,35	0,15	11,98	3,57	4,95	8,33	31,97	0,05
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	2,41	0,12	7,19	2,10	3,11	6,18	22,60	0,05
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	4,42	0,11	6,25	2,16	2,53	5,95	26,29	0,05
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	4,95	0,13	11,95	5,04	5,56	8,84	31,99	0,07
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	10,62	0,22	23,34	11,62	12,18	22,03	75,45	0,14
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	10,43	0,24	24,34	11,19	12,38	22,36	77,31	0,16
108_SW_6-12km_Kreis	5,12	0,12	15,13	7,07	7,73	12,26	46,79	0,07
109_SO_6-12km_Kreis	7,56	0,19	18,09	9,24	9,56	17,67	63,21	0,12
110_1,5km_Kreis	9,96	0,36	24,40	14,91	13,12	23,86	101,65	0,19
111_SW_1,5-3km_Kreis	8,03	0,21	21,30	10,83	11,16	19,15	73,66	0,12
112_SO_1,5-3km_Kreis	8,91	0,31	22,83	13,28	12,06	22,26	89,91	0,17
113_NW_1,5-3km_Kreis	10,04	0,26	26,50	13,29	13,93	23,79	87,48	0,15
114_NO_1,5-3km_Kreis	11,08	0,27	26,65	13,13	13,97	25,09	85,94	0,15
115_NW_3-6km_Kreis	9,35	0,19	24,60	11,60	13,09	20,83	73,27	0,12
116_NO_3-6km_Kreis	11,28	0,27	26,67	12,62	13,91	25,25	86,12	0,16
117_SW_3-6km_Kreis	6,80	0,16	18,81	9,25	9,84	15,93	60,79	0,09
118_SO_3-6km_Kreis	8,85	0,26	21,98	11,53	11,69	21,51	81,06	0,15
119_NW_6-12km_Kreis	7,84	0,13	18,01	9,47	9,81	14,62	52,44	0,07
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	8,22	0,10	11,93	8,49	6,94	8,93	35,07	0,04
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	5,64	0,12	11,31	4,49	4,84	9,06	34,69	0,06
122_Steingrund	7,33	0,13	13,66	6,28	6,46	11,44	43,41	0,07
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	9,35	0,21	31,39	10,64	13,20	20,06	67,18	0,11
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	3,25	0,17	13,39	4,45	5,29	8,49	35,66	0,07
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	6,09	0,25	30,38	6,82	10,10	14,19	60,25	0,09
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	6,16	0,14	19,35	5,26	8,16	12,36	38,25	0,06
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	2,80	0,15	12,03	3,48	4,63	7,94	29,06	0,06
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	2,46	0,15	13,28	4,53	5,50	8,50	35,39	0,06
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	3,59	0,17	10,63	4,53	4,79	7,97	35,56	0,07
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	5,24	0,12	12,87	5,87	6,36	12,09	35,97	0,07
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	5,75	0,12	11,65	4,63	5,02	9,44	35,88	0,07
400_HelgolaenderFelssockel	8,39	0,11	12,14	8,59	6,97	9,25	36,04	0,04
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	3,15	0,17	13,06	4,58	5,32	8,55	37,61	0,07
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	2,89	0,12	9,76	2,81	3,50	6,57	19,98	0,05

Metalle (< 2mm)

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber
ERL (Werte in Klammern nicht bewertungsrelevant)	**(8,2)**	**1,2**	**81**	**34**	**(21)**	**47**	**122**	**0,15**
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	5,37	0,12	16,65	4,03	6,42	9,59	32,13	0,06
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	7,28	0,16	23,51	7,87	9,94	14,75	44,21	0,08
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	9,91	0,22	34,01	12,08	13,99	21,07	70,80	0,12
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	6,76	0,14	21,79	5,54	8,96	12,87	42,21	0,07
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	4,76	0,12	13,05	4,51	5,83	10,38	28,18	0,06
225_AussenelbeNord	3,85	0,11	11,26	3,74	4,55	8,16	25,66	0,06
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	3,07	0,15	12,93	3,90	4,89	7,95	29,72	0,06
230_Hakensand	5,84	0,18	20,46	9,61	9,06	13,26	61,30	0,09
237_Helgoland	9,32	0,11	12,28	9,49	7,34	9,29	35,54	0,04
215_Vortrapptief	2,80	0,12	6,71	3,02	3,35	6,05	18,05	0,06
216_Rummelloch	7,74	0,14	16,37	6,72	7,62	11,67	38,36	0,09
219_ListerTidebecken	3,77	0,13	10,06	4,10	4,61	7,51	28,32	0,07
220_HoernumTidebecken	3,24	0,12	7,94	3,79	4,09	7,00	23,01	0,06
221_AueTidebecken	5,19	0,13	11,50	5,68	5,98	9,01	30,87	0,07
222_HeverTidebecken	9,20	0,15	19,84	9,42	10,03	14,27	51,06	0,10
231_Ausseneider	8,98	0,14	19,35	8,46	9,52	14,40	50,91	0,10
232_DithmarscherBucht	6,88	0,17	19,09	7,80	8,43	12,36	51,98	0,10
200_OFFI_Beschnitten	2,41	0,15	10,53	2,90	4,61	8,24	32,78	0,05
209_KuestenmeerEms-Aestuar	2,72	0,15	12,00	3,49	4,68	8,00	29,53	0,05
214_KuestenmeerEider	3,24	0,11	7,66	2,52	3,04	5,99	21,12	0,05
227_PiepTidebecken	5,31	0,11	11,82	3,85	4,96	7,53	26,95	0,06
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	4,25	0,15	21,05	3,93	6,63	9,06	32,13	0,07
205_ICNF_Nord	2,60	0,11	6,68	1,95	2,85	6,05	22,68	0,05
211_KuestenmeerWeser_West	4,35	0,13	10,64	5,03	5,32	9,41	34,60	0,07
210_KuestenmeerWeser_Ost	5,56	0,13	13,32	6,52	6,79	12,74	40,40	0,08
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	5,40	0,13	16,05	8,63	8,43	12,97	49,19	0,06
212_KuestenmeerElbe_NordOst	6,18	0,14	13,65	5,95	6,38	11,84	44,22	0,07
201_OCNF_Beschnitten_Ost	2,24	0,13	8,54	2,26	3,72	7,16	27,42	0,05
202_OCNF_Beschnitten_West	2,05	0,13	9,52	2,47	4,21	7,83	30,16	0,05
203_OCEF_Beschnitten_Nord	1,52	0,13	11,11	3,44	5,02	8,55	32,87	0,04
241_Weser-Aestuar	7,72	0,18	24,98	7,28	11,08	16,27	56,15	0,08
239_Unterems	6,49	0,30	30,25	8,23	10,84	16,35	72,00	0,10
206_ICEF_Teil_Ost	1,05	0,12	12,46	5,58	5,92	8,60	36,34	0,04
208_KuestenmeerEms	2,33	0,15	12,54	4,51	5,34	8,29	35,62	0,05
204_OCEF_Beschnitten_Sued	2,32	0,15	11,97	3,54	4,98	8,40	32,31	0,05
207_ICEF_Teil_West	1,98	0,14	11,74	3,73	5,00	8,15	31,33	0,05
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	4,50	0,26	16,29	6,41	6,80	10,71	57,51	0,11

Metalle (< 2mm)

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber
ERL (Werte in Klammern nicht bewertungsrelevant)	**(8,2)**	**1,2**	**81**	**34**	**(21)**	**47**	**122**	**0,15**
226_EiderTidebecken	8,64	0,13	15,69	6,19	7,28	11,27	39,27	0,09
238_Elbe-Aestuar	8,67	0,30	28,69	11,20	12,12	17,23	85,23	0,19
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	3,84	0,13	7,99	3,79	3,83	6,87	22,65	0,06
300_Ems	5,62	0,25	26,69	6,60	9,22	13,69	57,49	0,09
301_Emsmuendung	3,00	0,14	12,51	3,79	4,74	7,81	28,91	0,06
302_Wattgebiet_Niederlande	3,63	0,20	15,34	4,43	5,84	9,96	40,40	0,07
303_Kuestenmeer_Niederlande	3,35	0,19	14,51	4,25	5,69	9,72	39,53	0,07
304_Kuestenmeer_Ems	2,36	0,14	12,40	4,09	5,10	8,15	32,27	0,05
305_Deutsche_Bucht_Sued	2,32	0,15	12,49	3,82	5,29	8,84	35,00	0,05
306_Deutsche_Bucht_West	2,01	0,14	10,50	2,85	4,64	8,28	32,03	0,05
307_Deutsche_Bucht_Nord	2,77	0,14	9,28	2,76	4,01	7,30	29,01	0,06
308_Kuestenmeer_Daenemark	3,97	0,17	12,09	4,26	5,24	8,60	37,08	0,08
309_Wattgebiet_Daenemark	4,29	0,16	12,42	4,71	5,50	8,78	37,23	0,08
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	3,18	0,12	8,20	3,61	4,00	6,88	23,56	0,06
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	2,43	0,11	7,04	2,36	2,95	5,62	19,37	0,05
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	6,89	0,14	14,98	7,09	7,57	11,19	38,71	0,09
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	3,31	0,11	7,93	2,53	2,94	6,06	21,55	0,05
314_Deutsche_Bucht_SO	2,78	0,11	5,97	1,63	2,53	6,26	24,67	0,04
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	0,34	0,11	11,59	5,39	5,66	8,87	35,68	0,03
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	2,14	0,16	13,25	5,29	5,92	8,66	41,74	0,06
317_Wattgebiet_Ostfriesland	4,14	0,25	16,76	6,38	6,96	10,78	56,25	0,10
318_Wangerooge	4,46	0,23	13,36	5,51	5,70	9,18	47,72	0,10
319_Jadebusen	12,34	0,28	43,41	14,36	18,15	27,14	96,53	0,14
320_Jade	8,76	0,18	29,53	11,33	11,84	17,95	54,26	0,10
321_Kuestengewaesser_Weser_W	4,11	0,12	9,53	4,10	4,52	8,10	24,02	0,06
322_Kuestenmeer_Weser	4,07	0,14	11,30	5,07	5,37	9,42	36,51	0,07
323_suedl_Schlickfallgebiet	5,85	0,14	15,19	6,50	7,24	13,14	43,46	0,08
324_Schlickfallgebiet_West	8,25	0,19	20,34	10,04	10,61	17,89	64,31	0,11
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	3,12	0,10	12,65	6,98	6,42	9,90	38,92	0,03
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	5,48	0,11	10,95	4,52	4,84	8,94	37,67	0,05
327_Helgoland	9,00	0,11	12,27	9,26	7,24	9,31	35,79	0,04
328_Schlickfallgebiet_Ost	8,37	0,17	17,08	8,04	8,46	15,33	53,88	0,10
329_Kuestenmeer_Eider_W	7,22	0,11	9,88	3,41	4,13	7,70	28,79	0,06
330_Eider_Tidebecken	8,76	0,13	16,03	6,36	7,45	11,53	40,10	0,09
331_Eidermuendung	8,81	0,14	18,98	8,27	9,34	14,13	49,96	0,10
332_Dithmarscher_Bucht	6,93	0,17	19,40	7,93	8,55	12,51	53,00	0,11
333_Piep_Tidebecken	5,29	0,11	11,83	3,85	4,96	7,52	26,95	0,06

Metalle (< 2mm)

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink	Quecksilber
ERL (Werte in Klammern nicht bewertungsrelevant)	**(8,2)**	**1,2**	**81**	**34**	**(21)**	**47**	**122**	**0,15**
334_Hamburgisches_Wattenmeer	4,96	0,11	15,48	4,46	6,31	13,94	30,34	0,06
335_Kuestengewaesser_Weser_O	5,12	0,12	15,00	4,67	6,49	11,28	30,59	0,06
336_Wesermuendung	7,56	0,16	23,90	7,62	10,37	15,31	47,64	0,08
337_Weser	8,47	0,80	30,26	16,94	15,79	32,65	170,07	0,16
338_Eversand	7,28	0,16	23,98	6,29	10,42	14,23	46,76	0,07
339_Knechtsand	6,96	0,14	22,47	5,45	8,92	12,88	43,75	0,07
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	5,83	0,12	18,14	4,55	7,23	10,62	35,54	0,06
341_Neuwerk	7,13	0,12	22,31	5,50	9,09	12,12	43,98	0,07
342_Scharhoern	3,29	0,11	9,38	2,82	4,20	6,88	18,79	0,05
343_Duhner_Watt	5,02	0,12	15,85	3,41	5,60	8,49	29,44	0,06
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	3,55	0,11	8,83	2,57	3,64	6,42	18,69	0,05
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	3,29	0,10	8,54	2,83	3,62	7,40	18,74	0,05
346_Aussenelbe_Nord	3,85	0,11	11,24	3,81	4,48	7,25	26,49	0,06
347_Hakensand	5,93	0,18	20,91	9,91	9,30	13,60	63,21	0,09
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	3,54	0,12	10,00	3,12	3,73	6,62	22,26	0,06
349_Grimmershoerner_Bucht	6,24	0,14	20,53	4,60	7,63	10,24	43,61	0,07
350_Cuxhaven_Hafen	7,73	0,20	26,94	8,64	11,00	15,33	68,43	0,12
351_Altenbrucher_Bogen	9,42	0,35	35,52	10,90	12,61	17,89	89,13	0,25
352_Tideelbe_Cux_Bruns	8,03	0,23	25,70	7,68	10,25	14,54	66,21	0,15
353_Medemgrund	8,62	0,24	29,43	11,28	12,58	18,15	85,65	0,16
354_Medemrinne	8,59	0,27	29,26	13,40	13,10	19,48	94,86	0,15
355_SH_Watten_noerdl.	8,14	0,26	26,27	12,33	11,66	17,80	86,70	0,16
356_Neufelder_Sand	7,66	0,24	23,28	7,61	9,10	13,61	65,32	0,16
357_Tideelbe_vorBrunsb	10,39	0,42	41,28	13,24	13,60	20,26	104,19	0,34
358_Oste	8,74	0,40	28,71	10,68	12,46	18,51	98,19	0,21
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	9,44	0,39	30,87	11,70	13,38	17,15	92,12	0,26
360_Stoer	10,60	0,40	35,62	13,15	15,97	19,82	99,37	0,28
361_Krueckau	9,65	0,44	31,36	13,74	13,51	19,07	103,06	0,29
362_Pinnau	9,57	0,46	29,14	14,66	13,00	19,70	107,48	0,29
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	10,54	0,63	33,54	17,02	15,46	25,17	143,37	0,35

Konzentration >ERL

Tabelle 10-6: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten PAKs und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in µg/kg.

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (<2 mm)

	Naphthalin	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen	Benzo(a)pyren
ERL	**160**	**240**	**85**	**600**	**665**	**261**	**384**	**430**
100_SylterAussenriff	19,98	29,47	5,03	34,87	20,54	14,77	5,16	23,55
101_HamburgischesWattenmeer	1,37	2,40	0,55	3,77	1,71	1,50	0,76	1,90
102_Borkum-Riffgrund	6,34	10,51	2,08	13,79	8,88	5,74	3,28	9,85
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	16,55	22,38	5,38	28,76	19,11	12,33	7,20	18,19
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	2,08	2,89	0,80	4,06	2,95	1,77	0,70	3,21
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	10,94	13,22	7,27	16,81	13,49	11,43	7,88	11,24
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	2,67	3,77	1,05	5,70	2,62	2,35	0,02	2,91
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	5,88	8,17	2,20	12,19	5,67	5,00	0,02	5,98
108_SW_6-12km_Kreis	0,01	0,22	0,03	0,48	0,38	0,17	0,32	0,98
109_SO_6-12km_Kreis	2,01	2,94	0,77	4,44	1,76	1,81	0,20	2,16
110_1,5km_Kreis	0,00	0,08	0,01	0,08	0,03	0,04	0,04	0,05
111_SW_1,5-3km_Kreis	0,01	0,03	0,00	0,04	0,01	0,02	0,02	0,00
112_SO_1,5-3km_Kreis	0,01	0,03	0,00	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02
113_NW_1,5-3km_Kreis	0,05	0,05	0,02	0,08	0,07	0,03	0,02	0,04
114_NO_1,5-3km_Kreis	0,05	0,03	0,01	0,07	0,08	0,03	0,03	0,03
115_NW_3-6km_Kreis	0,44	0,59	0,16	0,86	0,53	0,35	0,01	0,49
116_NO_3-6km_Kreis	0,82	1,08	0,29	1,59	0,93	0,65	0,02	0,75
117_SW_3-6km_Kreis	0,04	0,06	0,01	0,07	0,00	0,03	0,04	0,10
118_SO_3-6km_Kreis	0,12	0,13	0,04	0,22	0,12	0,08	0,05	0,08
119_NW_6-12km_Kreis	1,06	1,44	0,39	2,17	1,36	0,92	0,01	2,03
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	1,96	2,69	0,88	4,75	3,76	2,37	0,15	7,56
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	3,13	4,57	1,57	6,97	4,13	3,16	0,43	4,91
122_Steingrund	2,16	3,32	1,09	5,39	3,45	2,30	0,00	4,25
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	2,33	10,35	2,00	18,97	12,74	7,03	10,54	8,00
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	3,38	11,05	2,71	20,67	13,83	7,92	10,21	10,01
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	8,61	41,75	7,04	73,40	50,37	29,72	41,25	31,34
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	1,03	3,44	0,65	6,59	4,46	2,67	3,49	3,34
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,96	1,58	0,69	2,08	1,53	1,20	0,84	2,00
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	4,38	14,23	3,18	26,53	17,63	10,12	12,47	13,79
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	2,53	8,43	1,63	16,38	10,86	6,10	7,89	8,17
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	2,52	4,03	0,96	6,08	2,39	2,45	0,70	2,95
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	3,12	4,56	1,56	6,95	4,08	3,14	0,42	4,80
400_HelgolaenderFelssockel	2,18	3,01	0,97	5,27	4,09	2,59	0,15	7,60
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	3,53	11,76	2,64	22,43	15,05	8,50	10,85	10,97

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (<2 mm)

	Naphthalin	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen	Benzo(a)pyren
ERL	**160**	**240**	**85**	**600**	**665**	**261**	**384**	**430**
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	0,24	0,81	0,22	1,32	0,90	0,52	0,70	0,62
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	0,62	2,48	0,43	4,50	3,09	1,65	2,75	2,34
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	0,75	3,92	0,75	7,68	5,06	2,63	4,08	3,09
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	2,88	12,01	2,33	21,78	14,40	7,94	11,84	9,15
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	0,93	3,87	0,70	7,75	5,58	3,16	4,53	3,95
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	1,09	2,24	0,47	3,74	1,90	1,45	1,16	1,76
225_AussenelbeNord	1,87	2,51	1,18	3,44	1,85	2,41	0,70	2,11
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	3,48	12,25	3,38	21,75	14,57	8,52	11,17	10,14
230_Hakensand	3,17	3,10	3,18	3,22	3,21	6,18	2,78	3,12
237_Helgoland	1,73	2,40	0,76	4,13	3,13	1,99	0,11	5,51
215_Vortrapptief	12,20	14,83	7,78	19,02	15,45	11,83	8,69	12,25
216_Rummelloch	2,46	2,79	2,38	3,24	3,06	2,86	2,21	2,78
219_ListerTidebecken	18,98	21,56	14,45	25,87	22,14	22,17	15,85	19,09
220_HoernumTidebecken	18,17	21,53	12,38	27,05	22,31	18,21	13,25	18,04
221_AueTidebecken	12,92	13,82	11,35	15,28	14,05	13,06	11,61	12,89
222_HeverTidebecken	6,17	6,24	6,07	6,36	6,31	6,35	6,08	6,18
231_Ausseneider	3,31	3,53	3,24	3,89	3,67	5,56	3,03	3,52
232_DithmarscherBucht	8,35	8,45	8,30	8,88	8,72	16,39	7,93	8,48
200_OFFI_Beschnitten	28,85	39,03	5,93	45,31	25,61	17,94	5,14	29,70
209_KuestenmeerEms-Aestuar	1,97	3,24	1,03	4,26	2,94	2,12	1,38	3,59
214_KuestenmeerEider	10,29	13,76	4,78	19,09	14,23	8,93	5,88	10,97
227_PiepTidebecken	6,56	7,83	5,67	9,71	7,59	11,03	4,53	7,48
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	2,15	10,11	1,83	17,69	12,14	7,18	9,93	7,55
205_ICNF_Nord	12,10	16,46	4,15	21,57	14,71	9,26	5,60	13,97
211_KuestenmeerWeser_West	0,38	1,37	0,24	2,56	1,66	0,93	1,33	1,57
210_KuestenmeerWeser_Ost	1,87	3,05	0,72	4,63	1,85	1,85	0,62	2,22
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	0,73	1,02	0,30	1,70	1,24	0,79	0,02	4,70
212_KuestenmeerElbe_NordOst	3,88	5,59	1,66	8,63	4,42	3,82	0,04	7,22
201_OCNF_Beschnitten_Ost	20,10	27,46	5,26	33,03	19,90	13,88	6,00	22,54
202_OCNF_Beschnitten_West	21,97	31,69	5,13	37,05	21,38	15,43	4,90	25,37
203_OCEF_Beschnitten_Nord	10,92	17,27	2,81	21,24	13,37	8,67	3,26	16,54
241_Weser-Aestuar	0,81	4,16	0,79	8,65	6,11	3,53	5,26	3,99
239_Unterems	4,09	20,04	3,43	35,15	24,22	14,30	19,91	14,69
206_ICEF_Teil_Ost	2,54	6,57	1,35	11,24	7,47	4,35	4,57	11,31
208_KuestenmeerEms	3,22	9,74	2,16	17,93	12,03	6,90	8,23	10,80
204_OCEF_Beschnitten_Sued	7,14	11,53	2,19	14,82	9,49	6,14	3,18	10,59

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (<2 mm)

	Naphthalin	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen	Benzo(a)pyren
ERL	**160**	**240**	**85**	**600**	**665**	**261**	**384**	**430**
207_ICEF_Teil_West	5,17	10,28	2,15	15,09	9,92	6,12	4,85	10,81
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	4,29	13,41	2,94	28,84	19,33	10,58	14,16	13,26
226_EiderTidebecken	4,45	5,58	4,04	7,19	6,05	7,33	3,21	5,53
238_Elbe-Aestuar	0,48	0,67	0,49	1,02	0,89	1,03	0,59	0,68
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	1,59	5,06	0,96	9,23	5,64	3,33	4,65	4,04
300_Ems	3,23	14,88	2,61	26,07	17,86	10,50	14,58	11,08
301_Emsmuendung	2,95	10,28	2,74	18,43	12,34	7,18	9,37	8,66
302_Wattgebiet_Niederlande	4,54	6,97	1,11	8,83	5,47	3,57	2,28	5,34
303_Kuestenmeer_Niederlande	6,14	9,00	1,54	11,11	6,84	4,53	2,38	7,22
304_Kuestenmeer_Ems	3,45	9,66	2,28	16,96	11,32	6,66	7,60	9,94
305_Deutsche_Bucht_Sued	8,51	13,41	2,36	17,20	10,81	6,95	3,61	12,37
306_Deutsche_Bucht_West	19,23	27,98	4,42	33,06	19,67	13,48	4,20	22,58
307_Deutsche_Bucht_Nord	21,12	27,22	6,32	33,15	20,72	14,64	7,99	22,26
308_Kuestenmeer_Daenemark	19,52	22,83	8,43	27,11	18,33	15,56	11,69	19,82
309_Wattgebiet_Daenemark	17,58	19,72	10,83	22,66	17,30	17,64	13,64	18,00
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	18,56	21,97	12,67	27,59	22,75	19,47	13,93	18,56
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	18,31	24,30	7,96	33,64	24,98	15,41	10,78	18,86
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	8,58	9,13	7,68	10,02	9,32	8,72	7,81	8,60
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	3,34	4,38	1,91	5,91	4,63	3,08	1,90	3,79
314_Deutsche_Bucht_SO	3,64	5,20	1,26	6,82	4,70	2,92	1,37	6,60
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	1,02	2,39	0,46	3,89	2,58	1,52	1,44	10,85
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	2,81	9,54	1,92	19,06	12,90	7,15	9,02	12,31
317_Wattgebiet_Ostfriesland	4,68	14,89	3,28	32,32	22,00	11,96	15,62	15,29
318_Wangerooge	3,60	11,78	2,27	22,24	14,23	8,16	11,13	10,11
319_Jadebusen	3,95	16,49	3,19	28,86	19,47	10,78	16,02	12,20
320_Jade	1,78	7,96	1,55	15,46	10,05	5,40	8,19	6,32
321_Kuestengewaesser_Weser_W	1,30	3,61	0,71	6,42	3,73	2,35	2,92	2,83
322_Kuestenmeer_Weser	1,20	3,46	0,67	6,39	4,05	2,42	2,74	3,75
323_suedl_Schlickfallgebiet	5,75	8,28	2,33	12,03	4,50	5,26	0,25	6,30
324_Schlickfallgebiet_West	2,82	3,99	1,06	5,94	2,49	2,47	0,07	3,49
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	0,79	1,07	0,36	1,95	1,60	1,00	0,08	8,30
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	1,94	2,76	0,88	4,75	3,57	2,24	0,08	6,46
327_Helgoland	1,84	2,54	0,81	4,41	3,38	2,14	0,13	6,14
328_Schlickfallgebiet_Ost	5,54	8,10	2,42	12,13	5,51	5,21	0,18	6,74
329_Kuestenmeer_Eider_W	4,84	7,74	3,33	11,89	8,16	5,88	1,30	7,36
330_Eider_Tidebecken	4,37	5,47	3,97	7,04	5,93	7,17	3,16	5,42

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (<2 mm)

	Naphthalin	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthen	Pyren	Benz(a)anthracen	Chrysen	Benzo(a)pyren
ERL	**160**	**240**	**85**	**600**	**665**	**261**	**384**	**430**
331_Eidermuendung	3,24	3,47	3,17	3,83	3,61	5,51	2,96	3,46
332_Dithmarscher_Bucht	8,23	8,32	8,18	8,77	8,62	16,15	7,81	8,36
333_Piep_Tidebecken	6,62	7,87	5,73	9,73	7,64	11,16	4,60	7,52
334_Hamburgisches_Wattenmeer	1,62	2,47	0,59	3,68	1,35	1,48	0,22	1,83
335_Kuestengewaesser_Weser_O	1,04	2,08	0,44	3,48	1,78	1,38	1,03	1,70
336_Wesermuendung	0,77	4,11	0,77	8,28	5,53	2,98	4,59	3,42
337_Weser	0,65	2,75	0,49	4,88	3,36	1,93	2,87	2,08
338_Eversand	0,98	4,31	0,79	8,84	6,49	3,68	5,28	4,52
339_Knechtsand	0,99	4,15	0,74	8,21	5,85	3,31	4,77	4,18
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	0,23	0,83	0,13	1,56	1,05	0,56	0,91	0,78
341_Neuwerk	0,13	0,58	0,09	1,10	0,77	0,39	0,70	0,55
342_Scharhoern	0,07	0,08	0,05	0,10	0,05	0,09	0,00	0,07
343_Duhner_Watt	1,68	6,86	1,24	12,30	8,50	4,57	7,56	6,47
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	0,23	0,94	0,15	1,75	1,20	0,60	1,12	0,89
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	0,69	1,00	0,35	1,44	0,66	0,76	0,20	0,80
346_Aussenelbe_Nord	2,86	3,68	1,89	4,92	2,75	3,79	1,02	3,14
347_Hakensand	3,09	3,01	3,10	3,12	3,12	6,02	2,70	3,03
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0,11	0,48	0,09	0,87	0,60	0,29	0,54	0,45
349_Grimmershoerner_Bucht	0,07	0,25	0,06	0,44	0,31	0,17	0,26	0,23
350_Cuxhaven_Hafen	0,84	4,00	0,73	7,21	5,09	2,76	4,29	3,84
351_Altenbrucher_Bogen	0,01	0,41	0,02	0,53	0,26	0,12	0,70	0,33
352_Tideelbe_Cux_Bruns	0,07	0,40	0,05	0,71	0,49	0,26	0,49	0,38
353_Medemgrund	0,25	1,09	0,25	1,98	1,42	0,81	1,21	1,06
354_Medemrinne	0,16	0,29	0,22	0,43	0,35	0,36	0,29	0,28
355_SH_Watten_noerdl.	1,59	1,53	1,64	1,73	1,77	3,14	1,35	1,58
356_Neufelder_Sand	0,21	0,22	0,19	0,36	0,34	0,39	0,14	0,22
357_Tideelbe_vorBrunsb	1,69	3,41	1,52	10,78	9,50	4,55	0,06	4,41
358_Oste	0,24	0,26	0,22	0,52	0,42	0,41	0,01	0,26
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	0,04	0,07	0,03	0,15	0,13	0,07	0,03	0,06
360_Stoer	0,79	0,90	0,69	1,24	1,13	1,15	0,69	0,86
361_Krueckau	0,15	0,18	0,11	0,24	0,21	0,19	0,15	0,14
362_Pinnau	0,10	0,14	0,07	0,20	0,17	0,14	0,11	0,10
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	0,19	0,38	0,13	0,52	0,41	0,26	0,32	0,22

Konzentration >ERL

Tabelle 10-7: Ausgangskonzentrationen der nach OSPAR-relevanten PCBs und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums EAC. Alle Konzentrationen in µg/kg.

Polychlorierte Biphenyle (normiert auf 2,5% TOC)

	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
EAC	**1,7**	**2,7**	**3**	**0,6**	**7,9**	**40**	**12**
100_SylterAussenriff	0,52	0,48	0,82	0,68	1,27	1,37	0,91
101_HamburgischesWattenmeer	0,91	0,86	1,08	0,96	1,47	1,64	1,07
102_Borkum-Riffgrund	0,53	0,48	0,80	0,64	1,24	1,34	0,89
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0,53	0,49	0,87	0,75	1,34	1,47	1,00
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	0,62	0,63	1,17	1,27	1,78	1,88	1,50
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	0,46	0,42	0,78	0,63	1,22	1,34	0,86
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	0,75	0,52	1,09	0,91	1,47	2,06	1,06
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	0,92	0,59	1,29	1,04	1,69	2,43	1,23
108_SW_6-12km_Kreis	0,68	0,54	0,85	0,78	1,25	1,55	0,80
109_SO_6-12km_Kreis	0,84	0,59	1,27	1,07	1,72	2,33	1,19
110_1,5km_Kreis	0,72	0,46	1,23	0,88	1,90	2,59	1,47
111_SW_1,5-3km_Kreis	0,70	0,41	0,99	0,84	1,46	1,99	0,98
112_SO_1,5-3km_Kreis	0,74	0,45	1,18	0,93	1,76	2,41	1,20
113_NW_1,5-3km_Kreis	0,69	0,38	0,98	0,81	1,44	1,96	1,05
114_NO_1,5-3km_Kreis	0,75	0,40	1,10	0,93	1,53	2,19	1,04
115_NW_3-6km_Kreis	0,65	0,37	0,83	0,74	1,23	1,63	0,81
116_NO_3-6km_Kreis	0,96	0,52	1,28	1,07	1,72	2,49	1,21
117_SW_3-6km_Kreis	0,68	0,45	0,87	0,79	1,30	1,71	0,82
118_SO_3-6km_Kreis	0,86	0,53	1,29	1,07	1,80	2,51	1,25
119_NW_6-12km_Kreis	0,73	0,57	0,88	0,80	1,24	1,49	0,86
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	0,80	0,74	0,93	0,89	1,21	1,31	0,96
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	0,54	0,47	0,81	0,74	1,22	1,38	0,91
122_Steingrund	0,57	0,47	0,82	0,73	1,23	1,42	0,88
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,51	0,44	0,84	0,63	1,41	1,63	0,95
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,64	0,57	0,82	0,69	1,21	1,33	0,85
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,51	0,40	0,75	0,61	1,22	1,34	0,81
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,69	0,67	1,06	0,78	1,59	1,87	1,08
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,41	0,38	0,52	0,43	0,71	0,75	0,52
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,62	0,56	0,83	0,69	1,25	1,36	0,90
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,67	0,58	0,88	0,75	1,32	1,51	0,92
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,72	0,60	1,00	0,86	1,44	1,76	0,98
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	0,54	0,47	0,82	0,74	1,22	1,40	0,91
400_HelgolaenderFelssockel	0,75	0,69	0,91	0,86	1,20	1,31	0,94
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	0,64	0,57	0,82	0,70	1,22	1,35	0,87
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	0,92	0,82	0,96	0,86	1,20	1,33	0,85
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	1,08	1,04	1,23	1,12	1,66	1,82	1,22

Polychlorierte Biphenyle (normiert auf 2,5% TOC)

	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
EAC	**1,7**	**2,7**	**3**	**0,6**	**7,9**	**40**	**12**
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	0,59	0,53	0,91	0,67	1,58	1,74	1,05
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	0,52	0,43	0,81	0,64	1,32	1,53	0,88
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	0,64	0,62	1,03	0,73	1,57	1,86	1,04
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	0,71	0,66	1,05	0,80	1,55	1,82	1,06
225_AussenelbeNord	0,89	0,85	1,19	0,96	1,70	1,85	1,20
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	0,68	0,61	0,84	0,71	1,23	1,34	0,87
230_Hakensand	0,52	0,49	0,96	0,66	1,49	1,68	0,94
237_Helgoland	0,80	0,74	0,94	0,89	1,21	1,32	0,97
215_Vortrapptief	0,41	0,36	0,72	0,60	1,16	1,27	0,90
216_Rummelloch	0,43	0,37	0,68	0,57	1,07	1,15	0,78
219_ListerTidebecken	0,41	0,36	0,75	0,59	1,22	1,32	0,85
220_HoernumTidebecken	0,43	0,38	0,77	0,62	1,23	1,34	0,88
221_AueTidebecken	0,42	0,37	0,74	0,61	1,19	1,30	0,87
222_HeverTidebecken	0,39	0,34	0,65	0,55	1,07	1,15	0,73
231_Ausseneider	0,50	0,45	0,78	0,63	1,21	1,32	0,81
232_DithmarscherBucht	0,53	0,50	0,89	0,66	1,38	1,55	0,93
200_OFFI_Beschnitten	0,42	0,37	0,75	0,59	1,20	1,29	0,82
209_KuestenmeerEms-Aestuar	0,44	0,40	0,59	0,49	0,86	0,92	0,62
214_KuestenmeerEider	0,44	0,39	0,72	0,62	1,14	1,24	0,83
227_PiepTidebecken	0,59	0,54	0,89	0,70	1,34	1,50	0,93
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	0,53	0,43	0,69	0,56	1,07	1,15	0,68
205_ICNF_Nord	0,62	0,59	0,99	0,94	1,49	1,60	1,17
211_KuestenmeerWeser_West	0,70	0,58	0,92	0,81	1,35	1,64	0,91
210_KuestenmeerWeser_Ost	0,73	0,59	1,04	0,89	1,47	1,84	1,00
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	0,74	0,62	0,88	0,82	1,23	1,42	0,88
212_KuestenmeerElbe_NordOst	0,71	0,62	1,01	0,94	1,41	1,65	1,08
201_OCNF_Beschnitten_Ost	0,56	0,52	0,87	0,73	1,33	1,45	0,99
202_OCNF_Beschnitten_West	0,51	0,46	0,79	0,66	1,23	1,32	0,88
203_OCEF_Beschnitten_Nord	0,62	0,58	0,86	0,73	1,28	1,36	0,94
241_Weser-Aestuar	0,43	0,41	0,89	0,56	1,56	1,88	1,08
239_Unterems	0,50	0,37	0,72	0,60	1,19	1,33	0,78
206_ICEF_Teil_Ost	0,69	0,65	0,84	0,74	1,18	1,24	0,89
208_KuestenmeerEms	0,63	0,57	0,82	0,70	1,21	1,33	0,88
204_OCEF_Beschnitten_Sued	0,53	0,48	0,80	0,64	1,25	1,36	0,90
207_ICEF_Teil_West	0,57	0,52	0,81	0,66	1,25	1,35	0,90
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	0,65	0,56	0,85	0,73	1,28	1,44	0,90
226_EiderTidebecken	0,47	0,42	0,75	0,60	1,17	1,28	0,79
238_Elbe-Aestuar	0,50	0,52	1,03	0,64	1,66	2,02	1,20
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	0,66	0,57	0,92	0,76	1,37	1,60	0,94

Polychlorierte Biphenyle (normiert auf 2,5% TOC)

	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
EAC	**1,7**	**2,7**	**3**	**0,6**	**7,9**	**40**	**12**
300_Ems	0,54	0,43	0,75	0,61	1,18	1,30	0,79
301_Emsmuendung	0,70	0,63	0,85	0,72	1,21	1,33	0,85
302_Wattgebiet_Niederlande	0,58	0,51	0,83	0,67	1,25	1,39	0,89
303_Kuestenmeer_Niederlande	0,53	0,48	0,81	0,64	1,24	1,36	0,90
304_Kuestenmeer_Ems	0,57	0,52	0,77	0,64	1,15	1,25	0,83
305_Deutsche_Bucht_Sued	0,55	0,51	0,83	0,67	1,29	1,40	0,93
306_Deutsche_Bucht_West	0,51	0,46	0,80	0,65	1,25	1,34	0,88
307_Deutsche_Bucht_Nord	0,51	0,47	0,84	0,69	1,32	1,45	0,97
308_Kuestenmeer_Daenemark	0,47	0,43	0,82	0,64	1,30	1,44	0,93
309_Wattgebiet_Daenemark	0,46	0,42	0,81	0,63	1,30	1,43	0,93
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	0,42	0,37	0,75	0,60	1,21	1,32	0,86
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0,41	0,36	0,72	0,59	1,16	1,25	0,81
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	0,41	0,36	0,70	0,58	1,13	1,22	0,81
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0,47	0,43	0,73	0,65	1,13	1,24	0,86
314_Deutsche_Bucht_SO	0,84	0,85	1,26	1,33	1,78	1,88	1,53
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	0,94	0,92	1,00	0,96	1,25	1,25	1,04
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	0,70	0,63	0,86	0,75	1,24	1,35	0,91
317_Wattgebiet_Ostfriesland	0,65	0,56	0,85	0,72	1,28	1,43	0,91
318_Wangerooge	0,66	0,56	0,86	0,74	1,29	1,48	0,89
319_Jadebusen	0,47	0,37	0,79	0,62	1,31	1,53	0,88
320_Jade	0,54	0,45	0,81	0,65	1,33	1,51	0,87
321_Kuestengewaesser_Weser_W	0,68	0,60	0,96	0,78	1,45	1,70	1,00
322_Kuestenmeer_Weser	0,70	0,59	0,92	0,81	1,33	1,59	0,92
323_suedl_Schlickfallgebiet	0,73	0,59	1,00	0,87	1,41	1,75	0,97
324_Schlickfallgebiet_West	0,78	0,54	1,05	0,90	1,45	1,92	1,01
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	0,86	0,80	0,94	0,91	1,22	1,26	0,96
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	0,66	0,61	0,98	0,98	1,41	1,53	1,12
327_Helgoland	0,77	0,71	0,92	0,88	1,21	1,32	0,96
328_Schlickfallgebiet_Ost	0,62	0,49	0,92	0,77	1,30	1,65	0,93
329_Kuestenmeer_Eider_W	0,45	0,38	0,69	0,56	1,06	1,20	0,72
330_Eider_Tidebecken	0,47	0,42	0,75	0,60	1,17	1,28	0,79
331_Eidermuendung	0,51	0,46	0,79	0,63	1,21	1,32	0,81
332_Dithmarscher_Bucht	0,53	0,50	0,89	0,66	1,38	1,56	0,94
333_Piep_Tidebecken	0,59	0,54	0,89	0,70	1,34	1,50	0,93
334_Hamburgisches_Wattenmeer	0,96	0,92	1,13	1,02	1,46	1,62	1,13
335_Kuestengewaesser_Weser_O	0,71	0,68	1,07	0,80	1,57	1,85	1,07
336_Wesermuendung	0,52	0,46	0,85	0,60	1,44	1,65	0,95
337_Weser	0,40	0,39	0,89	0,61	1,56	1,85	1,18
338_Eversand	0,57	0,56	1,04	0,67	1,65	1,97	1,09

Polychlorierte Biphenyle (normiert auf 2,5% TOC)

	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
EAC	**1,7**	**2,7**	**3**	**0,6**	**7,9**	**40**	**12**
339_Knechtsand	0,65	0,62	0,94	0,74	1,42	1,67	0,95
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	0,94	0,90	1,11	0,99	1,54	1,71	1,09
341_Neuwerk	0,64	0,57	0,87	0,67	1,32	1,49	0,74
342_Scharhoern	1,77	1,75	1,87	1,77	2,24	2,30	1,94
343_Duhner_Watt	1,39	1,36	1,48	1,42	1,88	2,02	1,52
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	1,12	1,08	1,33	1,17	1,87	2,00	1,34
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	1,09	1,07	1,37	1,15	1,99	2,10	1,45
346_Aussenelbe_Nord	0,80	0,76	1,13	0,88	1,64	1,81	1,14
347_Hakensand	0,52	0,49	0,96	0,66	1,50	1,68	0,94
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0,71	0,67	1,09	0,84	1,74	1,89	1,02
349_Grimmershoerner_Bucht	0,49	0,47	0,60	0,69	1,23	1,29	0,63
350_Cuxhaven_Hafen	0,68	0,67	1,00	0,81	1,60	1,80	1,09
351_Altenbrucher_Bogen	0,41	0,44	0,93	0,56	1,56	1,94	1,16
352_Tideelbe_Cux_Bruns	0,46	0,51	0,95	0,58	1,55	1,99	1,09
353_Medemgrund	0,62	0,63	1,06	0,73	1,70	2,04	1,17
354_Medemrinne	0,56	0,57	1,01	0,66	1,60	1,85	1,02
355_SH_Watten_noerdl.	0,54	0,53	0,99	0,66	1,51	1,72	0,97
356_Neufelder_Sand	0,54	0,56	1,06	0,63	1,64	2,03	1,10
357_Tideelbe_vorBrunsb	0,47	0,53	1,33	0,77	2,27	2,82	1,64
358_Oste	0,44	0,45	0,96	0,62	1,60	1,96	1,27
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	0,41	0,43	1,06	0,58	1,85	2,22	1,53
360_Stoer	0,35	0,34	0,88	0,54	1,58	1,78	1,25
361_Krueckau	0,44	0,42	1,08	0,60	1,98	2,09	1,41
362_Pinnau	0,53	0,51	1,25	0,68	2,40	2,35	1,56
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	0,48	0,48	1,04	0,66	1,77	2,09	1,42

Konzentration >EAC

Tabelle 10-8: Ausgangskonzentrationen weiterer nach OSPAR bewertungsrelevanter Organochlorverbindungen und Bewertung anhand des Bewertungskriteriums ERL. Alle Konzentrationen in mg/kg.

Andere Organochlorverbindungen (<2 mm)

	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	HCB
ERL	**3**	**2,2**	**2**	**20**
100_SylterAussenriff	0,03	0,43	0,57	0,28
101_HamburgischesWattenmeer	0,15	0,23	0,34	0,22
102_Borkum-Riffgrund	0,27	0,57	0,80	0,53
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0,04	0,44	0,65	0,33
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	0,04	0,20	0,18	0,10
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	0,12	0,31	0,46	0,28
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	0,05	0,30	0,61	0,27
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	0,05	0,35	0,76	0,32
108_SW_6-12km_Kreis	0,08	0,21	0,32	0,27
109_SO_6-12km_Kreis	0,07	0,29	0,57	0,36
110_1,5km_Kreis	0,07	0,57	1,65	0,95
111_SW_1,5-3km_Kreis	0,05	0,29	0,69	0,45
112_SO_1,5-3km_Kreis	0,05	0,48	1,21	0,82
113_NW_1,5-3km_Kreis	0,05	0,36	0,85	0,49
114_NO_1,5-3km_Kreis	0,05	0,32	0,73	0,50
115_NW_3-6km_Kreis	0,05	0,23	0,49	0,34
116_NO_3-6km_Kreis	0,05	0,33	0,69	0,38
117_SW_3-6km_Kreis	0,05	0,21	0,43	0,32
118_SO_3-6km_Kreis	0,05	0,36	0,81	0,55
119_NW_6-12km_Kreis	0,05	0,16	0,29	0,21
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	0,03	0,12	0,14	0,11
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	0,04	0,18	0,22	0,12
122_Steingrund	0,04	0,17	0,23	0,13
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,71	0,82	0,89	0,77
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	1,07	0,97	1,10	1,07
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	1,27	1,25	1,38	1,37
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	0,35	0,46	0,55	0,41
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,10	0,18	0,21	0,18
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	1,16	1,01	1,14	1,09
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,69	0,72	0,85	0,82
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0,12	0,28	0,39	0,28
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	0,04	0,18	0,24	0,13
400_HelgolaenderFelssockel	0,03	0,12	0,14	0,10
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	1,14	1,01	1,14	1,11
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	0,16	0,27	0,30	0,39
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	0,25	0,35	0,55	0,37

Andere Organochlorverbindungen (<2 mm)

	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	HCB
ERL	**3**	**2,2**	**2**	**20**
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	0,38	0,54	0,56	0,41
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	0,79	0,86	0,95	0,90
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	0,46	0,53	0,62	0,49
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	0,16	0,30	0,35	0,26
225_AussenelbeNord	0,08	0,20	0,39	0,24
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	1,25	1,10	1,18	1,18
230_Hakensand	0,08	0,24	0,46	0,39
237_Helgoland	0,04	0,13	0,15	0,11
215_Vortrapptief	0,11	0,30	0,37	0,21
216_Rummelloch	0,08	0,22	0,28	0,16
219_ListerTidebecken	0,19	0,39	0,65	0,34
220_HoernumTidebecken	0,18	0,40	0,62	0,33
221_AueTidebecken	0,22	0,36	0,51	0,28
222_HeverTidebecken	0,15	0,29	0,45	0,27
231_Ausseneider	0,10	0,27	0,47	0,29
232_DithmarscherBucht	0,18	0,35	0,61	0,43
200_OFFI_Beschnitten	0,03	0,46	0,74	0,37
209_KuestenmeerEms-Aestuar	0,13	0,27	0,34	0,27
214_KuestenmeerEider	0,06	0,26	0,34	0,19
227_PiepTidebecken	0,12	0,25	0,37	0,22
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	0,41	0,54	0,58	0,65
205_ICNF_Nord	0,04	0,37	0,49	0,26
211_KuestenmeerWeser_West	0,16	0,31	0,41	0,36
210_KuestenmeerWeser_Ost	0,11	0,28	0,41	0,30
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	0,05	0,18	0,29	0,21
212_KuestenmeerElbe_NordOst	0,04	0,19	0,29	0,16
201_OCNF_Beschnitten_Ost	0,03	0,48	0,72	0,36
202_OCNF_Beschnitten_West	0,03	0,42	0,58	0,29
203_OCEF_Beschnitten_Nord	0,15	0,46	0,64	0,39
241_Weser-Aestuar	0,41	0,68	0,80	0,46
239_Unterems	0,72	0,84	1,04	1,07
206_ICEF_Teil_Ost	0,45	0,49	0,56	0,49
208_KuestenmeerEms	0,81	0,76	0,87	0,81
204_OCEF_Beschnitten_Sued	0,24	0,57	0,82	0,53
207_ICEF_Teil_West	0,49	0,62	0,77	0,60
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	1,25	1,20	1,49	1,41
226_EiderTidebecken	0,09	0,24	0,36	0,21
238_Elbe-Aestuar	0,08	0,48	1,15	1,09
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	0,39	0,52	0,61	0,58
300_Ems	0,55	0,71	0,94	0,91

Andere Organochlorverbindungen (<2 mm)

	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	HCB
ERL	**3**	**2,2**	**2**	**20**
301_Emsmuendung	1,06	0,95	1,03	1,04
302_Wattgebiet_Niederlande	0,05	0,57	1,15	0,75
303_Kuestenmeer_Niederlande	0,07	0,59	1,16	0,70
304_Kuestenmeer_Ems	0,78	0,73	0,84	0,77
305_Deutsche_Bucht_Sued	0,23	0,61	0,99	0,62
306_Deutsche_Bucht_West	0,07	0,47	0,69	0,37
307_Deutsche_Bucht_Nord	0,05	0,54	1,00	0,51
308_Kuestenmeer_Daenemark	0,10	0,65	1,56	0,83
309_Wattgebiet_Daenemark	0,15	0,60	1,40	0,74
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	0,17	0,38	0,60	0,32
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0,06	0,34	0,50	0,27
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	0,16	0,31	0,45	0,25
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	0,05	0,20	0,20	0,12
314_Deutsche_Bucht_SO	0,04	0,24	0,23	0,12
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	0,16	0,25	0,26	0,23
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	0,81	0,75	0,85	0,82
317_Wattgebiet_Ostfriesland	1,39	1,24	1,46	1,41
318_Wangerooge	0,88	0,97	1,24	1,17
319_Jadebusen	0,96	1,00	1,13	1,06
320_Jade	0,63	0,72	0,78	0,76
321_Kuestengewaesser_Weser_W	0,27	0,41	0,48	0,42
322_Kuestenmeer_Weser	0,28	0,40	0,50	0,45
323_suedl_Schlickfallgebiet	0,06	0,22	0,41	0,26
324_Schlickfallgebiet_West	0,05	0,26	0,54	0,33
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	0,04	0,13	0,15	0,12
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	0,03	0,15	0,15	0,09
327_Helgoland	0,04	0,13	0,15	0,11
328_Schlickfallgebiet_Ost	0,04	0,23	0,43	0,21
329_Kuestenmeer_Eider_W	0,05	0,18	0,28	0,14
330_Eider_Tidebecken	0,09	0,24	0,37	0,21
331_Eidermuendung	0,10	0,26	0,46	0,29
332_Dithmarscher_Bucht	0,18	0,36	0,64	0,44
333_Piep_Tidebecken	0,12	0,25	0,37	0,22
334_Hamburgisches_Wattenmeer	0,11	0,18	0,23	0,16
335_Kuestengewaesser_Weser_O	0,16	0,29	0,34	0,23
336_Wesermuendung	0,38	0,68	0,70	0,41
337_Weser	0,23	0,79	1,83	1,12
338_Eversand	0,51	0,64	0,72	0,53
339_Knechtsand	0,46	0,52	0,64	0,52
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	0,16	0,25	0,40	0,25

Andere Organochlorverbindungen (<2 mm)

	gamma-HCH	p,p'-DDE	p,p'-DDD	HCB
ERL	**3**	**2,2**	**2**	**20**
341_Neuwerk	0,15	0,27	0,46	0,23
342_Scharhoern	0,10	0,12	0,16	0,12
343_Duhner_Watt	0,50	0,57	0,79	0,65
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	0,15	0,33	0,69	0,38
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	0,09	0,21	0,46	0,27
346_Aussenelbe_Nord	0,07	0,18	0,34	0,22
347_Hakensand	0,08	0,24	0,46	0,40
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0,09	0,28	0,67	0,36
349_Grimmershoerner_Bucht	0,07	0,19	0,55	0,40
350_Cuxhaven_Hafen	0,29	0,45	0,84	0,63
351_Altenbrucher_Bogen	0,10	0,57	1,55	1,16
352_Tideelbe_Cux_Bruns	0,08	0,40	1,14	0,55
353_Medemgrund	0,12	0,34	0,80	0,59
354_Medemrinne	0,06	0,22	0,53	0,48
355_SH_Watten_noerdl.	0,07	0,26	0,52	0,64
356_Neufelder_Sand	0,08	0,65	1,54	1,14
357_Tideelbe_vorBrunsb	0,08	1,00	2,45	1,64
358_Oste	0,10	0,97	2,97	2,06
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	0,08	0,80	1,93	2,22
360_Stoer	0,15	1,17	3,48	2,00
361_Krueckau	0,11	1,32	3,73	1,82
362_Pinnau	0,12	1,46	4,50	2,47
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	0,33	3,17	13,56	6,72

Konzentration >ERL

Tabelle 10-9: Ausgangskonzentrationen der nach OGewV bewertungsrelevanten Parameter.

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
100_SylterAussenriff	26,16	83,68	45,58	292,71	0,26	0,23	0,53	1,00	1,13	0,80
101_HamburgischesWattenmeer	26,24	89,80	29,93	197,94	0,14	0,13	0,19	0,32	0,36	0,20
102_Borkum-Riffgrund	24,48	82,40	40,34	232,38	0,27	0,23	0,57	1,07	1,25	0,86
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	26,63	88,34	48,11	304,03	0,25	0,23	0,49	0,92	1,03	0,74
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	33,35	92,79	33,22	394,35	0,17	0,17	0,25	0,43	0,42	0,36
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	27,76	86,44	40,21	255,55	0,21	0,19	0,36	0,65	0,70	0,50
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	26,77	66,94	27,72	193,65	0,30	0,21	0,47	0,63	0,92	0,46
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	26,97	68,62	28,33	198,82	0,38	0,25	0,56	0,72	1,07	0,54
108_SW_6-12km_Kreis	23,11	74,25	28,78	197,21	0,17	0,14	0,22	0,32	0,38	0,21
109_SO_6-12km_Kreis	26,76	74,94	29,88	214,35	0,27	0,19	0,44	0,59	0,80	0,42
110_1,5km_Kreis	25,23	65,72	36,17	261,95	0,33	0,21	0,57	0,88	1,20	0,69
111_SW_1,5-3km_Kreis	22,88	66,58	30,82	207,48	0,23	0,14	0,34	0,49	0,67	0,34
112_SO_1,5-3km_Kreis	24,39	66,91	34,47	238,68	0,30	0,18	0,50	0,73	1,01	0,52
113_NW_1,5-3km_Kreis	22,68	64,05	29,80	197,75	0,29	0,16	0,42	0,61	0,83	0,44
114_NO_1,5-3km_Kreis	24,81	64,31	30,18	189,54	0,33	0,18	0,48	0,66	0,95	0,46
115_NW_3-6km_Kreis	21,58	62,36	27,38	174,92	0,24	0,14	0,31	0,45	0,62	0,30
116_NO_3-6km_Kreis	25,93	64,58	28,74	195,01	0,38	0,21	0,53	0,72	1,06	0,50
117_SW_3-6km_Kreis	22,51	68,03	29,35	191,09	0,19	0,13	0,26	0,37	0,49	0,24
118_SO_3-6km_Kreis	25,70	69,05	31,82	224,30	0,30	0,19	0,48	0,66	0,93	0,47
119_NW_6-12km_Kreis	20,20	60,24	27,05	167,49	0,18	0,13	0,22	0,32	0,40	0,21
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	21,03	61,60	28,46	192,95	0,15	0,14	0,17	0,25	0,26	0,20
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	29,94	84,82	29,65	276,20	0,18	0,17	0,24	0,38	0,41	0,29
122_Steingrund	28,91	79,16	28,60	250,30	0,19	0,17	0,25	0,39	0,45	0,29

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	26,52	90,62	29,24	204,60	0,24	0,19	0,42	0,77	0,90	0,52
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	24,08	87,85	36,49	192,95	0,26	0,22	0,49	0,91	1,04	0,72
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	21,93	72,95	31,15	187,97	0,28	0,24	0,60	1,12	1,34	0,89
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	26,46	89,66	26,68	200,24	0,17	0,15	0,29	0,53	0,62	0,35
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	21,04	87,04	37,34	165,85	0,27	0,24	0,59	1,09	1,29	0,88
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	24,07	82,29	35,61	204,89	0,26	0,22	0,48	0,90	1,01	0,71
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	27,93	91,61	27,94	198,14	0,20	0,18	0,28	0,49	0,53	0,38
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	27,32	83,80	27,91	194,14	0,20	0,17	0,28	0,43	0,51	0,30
400_HelgolaenderFelssockel	21,85	63,35	28,54	201,66	0,16	0,14	0,18	0,27	0,28	0,21
401_SeevogelschutzgebietHelgoland	29,98	84,63	29,59	274,84	0,19	0,17	0,25	0,39	0,43	0,30
200_OFFI_Beschnitten	26,17	82,74	46,54	297,30	0,28	0,24	0,60	1,12	1,32	0,90
201_OCNF_Beschnitten_Ost	26,22	84,91	46,67	295,68	0,26	0,23	0,53	0,99	1,13	0,79
202_OCNF_Beschnitten_West	25,94	82,25	45,19	287,61	0,26	0,23	0,54	1,01	1,16	0,81
203_OCEF_Beschnitten_Nord	24,75	76,28	39,64	245,91	0,24	0,22	0,47	0,87	0,99	0,70
204_OCEF_Beschnitten_Sued	24,68	81,94	40,66	238,15	0,27	0,23	0,58	1,07	1,25	0,86
205_ICNF_Nord	27,53	88,88	44,83	316,20	0,23	0,21	0,42	0,78	0,84	0,63
206_ICEF_Teil_Ost	22,90	69,93	31,39	189,05	0,20	0,18	0,32	0,58	0,62	0,46
207_ICEF_Teil_West	24,28	80,95	38,59	222,52	0,26	0,23	0,52	0,98	1,12	0,78
208_KuestenmeerEms	24,36	83,12	34,30	206,56	0,24	0,21	0,42	0,78	0,87	0,62
209_KuestenmeerEms-Aestuar	22,01	86,48	38,97	185,00	0,27	0,24	0,59	1,09	1,28	0,87
210_KuestenmeerWeser_Ost	26,98	81,93	28,32	197,95	0,21	0,17	0,30	0,45	0,54	0,31
211_KuestenmeerWeser_West	26,80	86,80	28,46	216,40	0,18	0,16	0,24	0,37	0,42	0,27
212_KuestenmeerElbe_NordOst	28,21	79,84	30,29	256,48	0,20	0,17	0,27	0,40	0,48	0,31
213_KuestenmeerElbe_SuedOst	21,66	62,63	27,43	177,84	0,17	0,14	0,21	0,31	0,37	0,22
214_KuestenmeerEider	28,36	89,31	40,79	284,56	0,21	0,20	0,34	0,63	0,67	0,50

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
215_Vortrapptief	25,99	84,80	40,32	251,96	0,21	0,20	0,35	0,65	0,70	0,52
216_Rummelloch	28,53	81,17	28,51	206,94	0,19	0,17	0,24	0,43	0,43	0,30
217_EuhalinesOffenesKuestengewaesserDerEms	24,55	88,37	35,89	200,94	0,25	0,22	0,46	0,84	0,95	0,67
218_OffenesKuestengewaesserVorJadebusen	28,65	91,62	26,69	166,59	0,19	0,17	0,25	0,43	0,46	0,31
219_ListerTidebecken	26,07	86,93	50,25	282,76	0,26	0,23	0,52	0,97	1,09	0,77
220_HoernumTidebecken	26,25	85,42	45,71	271,73	0,25	0,22	0,46	0,86	0,94	0,68
221_AueTidebecken	26,29	80,31	37,11	238,71	0,22	0,20	0,36	0,67	0,71	0,52
222_HeverTidebecken	26,72	75,96	30,82	201,41	0,20	0,18	0,29	0,52	0,54	0,36
223_EuhalinesWattenmeerDerEms	26,06	89,68	29,65	198,25	0,24	0,21	0,37	0,69	0,76	0,54
224_WattenmeerJadebusenUndAngrenzendeKueste	25,66	91,29	31,59	187,39	0,25	0,20	0,41	0,74	0,88	0,50
225_AussenelbeNord	28,14	94,78	36,91	246,59	0,14	0,13	0,20	0,34	0,37	0,22
226_EiderTidebecken	32,87	86,07	30,51	233,59	0,20	0,18	0,28	0,49	0,51	0,34
227_PiepTidebecken	32,08	92,21	32,64	236,48	0,19	0,17	0,27	0,47	0,50	0,33
228_PolyhalinesOffenesKuestengewasserDerEms	22,06	89,60	50,38	170,39	0,27	0,24	0,58	1,09	1,28	0,87
229_OffenesKuestengewaesserDerWeser	28,39	89,52	25,90	187,27	0,17	0,15	0,26	0,45	0,50	0,30
230_Hakensand	30,63	96,06	42,43	272,32	0,15	0,14	0,24	0,42	0,46	0,29
231_Ausseneider	28,98	79,92	30,81	213,58	0,20	0,17	0,29	0,51	0,54	0,35
232_DithmarscherBucht	29,77	88,73	36,38	249,29	0,19	0,18	0,32	0,57	0,62	0,40
233_PolyhalinesWattenmeerDerEms	23,47	87,21	38,32	188,82	0,27	0,23	0,54	1,00	1,16	0,80
234_WestlichesWattenmeerDerWeser	27,90	94,81	27,88	204,17	0,18	0,15	0,29	0,55	0,59	0,36
235_OestlichesWattenmeerDerWeser	25,99	90,07	27,02	203,82	0,18	0,15	0,29	0,54	0,64	0,35
236_WestlichesWattenmeerDerElbe	26,29	89,75	30,53	207,79	0,13	0,12	0,19	0,34	0,40	0,22
237_Helgoland	20,81	61,27	28,47	190,71	0,15	0,14	0,18	0,26	0,27	0,20
238_Elbe-Aestuar	30,86	93,43	40,17	295,02	0,19	0,19	0,39	0,66	0,81	0,50
239_Unterems	23,20	75,92	32,85	209,74	0,28	0,24	0,60	1,11	1,34	0,88

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
240_AussenemsDollart(DeutscherTeil)	20,76	78,18	31,14	149,87	0,27	0,24	0,59	1,10	1,31	0,87
241_Weser-Aestuar	25,16	88,78	26,48	219,63	0,21	0,19	0,47	0,91	1,09	0,62
300_Ems	21,98	76,34	32,68	185,73	0,28	0,24	0,60	1,12	1,35	0,89
301_Emsmuendung	23,23	87,61	40,46	187,97	0,27	0,23	0,54	1,01	1,17	0,80
302_Wattgebiet_Niederlande	24,33	82,15	46,45	238,05	0,28	0,24	0,63	1,17	1,41	0,94
303_Kuestenmeer_Niederlande	24,70	82,57	43,40	244,59	0,28	0,24	0,63	1,16	1,40	0,94
304_Kuestenmeer_Ems	23,48	83,52	37,42	201,33	0,26	0,23	0,51	0,95	1,09	0,76
305_Deutsche_Bucht_Sued	24,97	80,11	41,12	248,77	0,27	0,23	0,56	1,04	1,22	0,84
306_Deutsche_Bucht_West	25,70	80,62	43,90	278,39	0,27	0,23	0,55	1,03	1,19	0,82
307_Deutsche_Bucht_Nord	26,33	86,79	49,38	303,36	0,27	0,23	0,56	1,05	1,21	0,84
308_Kuestenmeer_Daenemark	26,34	88,03	52,78	310,62	0,28	0,24	0,62	1,15	1,38	0,93
309_Wattgebiet_Daenemark	26,34	87,69	52,14	304,86	0,28	0,24	0,60	1,12	1,32	0,90
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	26,14	86,51	47,96	277,01	0,25	0,23	0,48	0,90	0,99	0,71
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	25,77	89,85	52,39	286,12	0,25	0,23	0,48	0,89	0,99	0,71
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	26,65	78,89	33,47	220,21	0,21	0,19	0,31	0,57	0,60	0,42
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	29,59	88,51	31,03	285,69	0,18	0,17	0,23	0,40	0,40	0,32
314_Deutsche_Bucht_SO	29,19	87,91	36,48	335,18	0,18	0,18	0,27	0,49	0,48	0,40
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	22,04	63,99	29,54	171,40	0,15	0,15	0,19	0,31	0,31	0,25
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	24,61	79,88	29,87	203,35	0,21	0,19	0,31	0,56	0,60	0,44
317_Wattgebiet_Ostfriesland	25,55	87,31	30,41	204,93	0,24	0,21	0,40	0,74	0,81	0,57
318_Wangerooge	27,31	93,51	28,30	189,22	0,21	0,19	0,30	0,54	0,58	0,41
319_Jadebusen	24,48	87,31	30,40	214,16	0,31	0,23	0,54	0,97	1,21	0,66
320_Jade	26,46	94,72	33,24	164,67	0,22	0,18	0,32	0,57	0,64	0,37
321_Kuestengewaesser_Weser_W	28,75	90,14	26,05	170,56	0,18	0,16	0,26	0,45	0,49	0,31
322_Kuestenmeer_Weser	27,27	88,45	28,45	220,45	0,19	0,16	0,25	0,39	0,44	0,29

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
323_suedl_Schlickfallgebiet	27,44	83,94	32,37	226,22	0,20	0,16	0,30	0,43	0,54	0,30
324_Schlickfallgebiet_West	23,89	67,31	28,89	195,65	0,25	0,17	0,36	0,50	0,68	0,35
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	21,55	61,82	27,15	175,50	0,14	0,13	0,15	0,23	0,22	0,17
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	28,30	81,11	30,02	289,44	0,16	0,16	0,20	0,33	0,33	0,26
327_Helgoland	21,22	61,80	28,45	193,89	0,16	0,14	0,18	0,26	0,28	0,20
328_Schlickfallgebiet_Ost	29,06	78,15	29,72	229,77	0,23	0,19	0,35	0,50	0,65	0,36
329_Kuestenmeer_Eider_W	35,43	90,78	31,68	273,30	0,20	0,18	0,26	0,43	0,47	0,30
330_Eider_Tidebecken	32,75	85,87	30,44	232,47	0,20	0,18	0,28	0,49	0,52	0,34
331_Eidermuendung	28,99	79,97	30,77	213,12	0,20	0,17	0,29	0,50	0,53	0,34
332_Dithmarscher_Bucht	29,76	88,87	36,57	250,83	0,20	0,18	0,33	0,58	0,63	0,41
333_Piep_Tidebecken	32,05	92,21	32,65	236,39	0,19	0,17	0,27	0,47	0,50	0,33
334_Hamburgisches_Wattenmeer	26,06	89,75	29,74	192,45	0,14	0,13	0,18	0,28	0,31	0,19
335_Kuestengewaesser_Weser_O	27,94	90,13	26,22	194,93	0,17	0,15	0,26	0,46	0,52	0,30
336_Wesermuendung	28,35	92,73	27,46	206,00	0,18	0,16	0,32	0,60	0,66	0,40
337_Weser	23,60	81,15	37,98	316,37	0,29	0,24	0,73	1,40	1,77	1,07
338_Eversand	24,91	89,93	25,86	207,10	0,19	0,17	0,37	0,70	0,83	0,45
339_Knechtsand	26,12	88,99	28,01	197,84	0,16	0,15	0,25	0,46	0,54	0,30
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	26,25	90,23	30,20	201,67	0,13	0,12	0,18	0,32	0,37	0,19
341_Neuwerk	26,52	90,28	29,54	196,31	0,14	0,11	0,21	0,37	0,43	0,18
342_Scharhoern	25,34	90,87	30,92	200,72	0,11	0,11	0,14	0,19	0,21	0,14
343_Duhner_Watt	25,70	87,45	29,80	203,93	0,12	0,11	0,19	0,35	0,41	0,29
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	28,03	93,62	35,34	256,83	0,14	0,12	0,21	0,41	0,45	0,24
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	27,13	94,50	36,04	239,71	0,13	0,12	0,19	0,35	0,36	0,21
346_Aussenelbe_Nord	28,85	95,82	38,41	254,40	0,14	0,13	0,21	0,35	0,37	0,23
347_Hakensand	30,70	96,19	42,55	273,63	0,15	0,14	0,24	0,42	0,47	0,29

Parameter	Arsen	Chrom	Kupfer	Zink	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
Messfraktion	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<20 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm	<2000 µm
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
UQN	40	640	160	800	20	20	20	20	20	20
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	28,93	95,22	37,64	263,23	0,13	0,11	0,20	0,39	0,44	0,22
349_Grimmershoerner_Bucht	23,00	87,50	28,51	196,73	0,13	0,12	0,17	0,26	0,32	0,19
350_Cuxhaven_Hafen	25,94	89,73	32,06	214,82	0,15	0,14	0,25	0,47	0,54	0,35
351_Altenbrucher_Bogen	27,89	91,87	37,69	277,92	0,18	0,19	0,41	0,71	0,88	0,52
352_Tideelbe_Cux_Bruns	29,97	93,73	39,94	286,67	0,14	0,14	0,30	0,53	0,63	0,36
353_Medemgrund	29,63	94,17	37,04	262,70	0,14	0,13	0,24	0,45	0,52	0,33
354_Medemrinne	31,97	97,31	40,60	284,60	0,11	0,11	0,19	0,32	0,38	0,23
355_SH_Watten_noerdl.	32,87	96,48	41,99	296,97	0,15	0,15	0,27	0,45	0,52	0,31
356_Neufelder_Sand	32,11	94,14	41,27	310,84	0,23	0,25	0,55	0,87	1,13	0,57
357_Tideelbe_vorBrunsb	29,60	91,17	37,70	307,32	0,32	0,34	0,86	1,49	1,84	1,08
358_Oste	27,53	90,09	42,47	321,58	0,28	0,25	0,67	1,20	1,55	0,96
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	29,16	88,48	39,96	307,00	0,28	0,27	0,61	1,06	1,28	0,84
360_Stoer	26,14	92,97	46,22	323,10	0,28	0,25	0,77	1,50	1,71	1,13
361_Krueckau	27,74	92,80	47,54	351,09	0,39	0,35	1,00	2,09	2,02	1,37
362_Pinnau	27,04	94,15	50,35	362,28	0,52	0,41	1,15	2,56	2,30	1,53
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	36,37	101,65	92,47	726,36	0,68	0,55	1,66	3,02	3,80	2,60

Tabelle 10-10: Ausgangskonzentrationen und resultierende Belastungen für die drei Mengenszenarien und zwei angenommenen Baggergutqualitäten für die Fälle in denen sich für wenigstens ein Szenario rechnerisch eine verbringungsbedingte Konzentrationszunahme ergibt, die die parameterspezifische erweiterte Messunsicherheit übersteigt. Konzentrationszunahmen > erweiterte Messunsicherheit blau hinterlegt.

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	Parameter	Fraktion	Einheit	Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a
110_1,5km_Kreis	Mineralöl	<63 µm	mg/kg	34,58	90,66	126,65	121,94	85,95	118,92	114,60
110_1,5km_Kreis	PAK Summe 16 g.BG	<63 µm	mg/kg	0,58	1,31	1,78	1,72	1,09	1,41	1,37
110_1,5km_Kreis	Pentachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,24	0,82	1,19	1,14	0,68	0,96	0,93
110_1,5km_Kreis	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,94	4,11	6,14	5,87	3,33	4,86	4,66
110_1,5km_Kreis	PCB Summe7 g. BG	<63 µm	µg/kg	4,29	11,23	15,69	15,10	9,67	13,13	12,68
110_1,5km_Kreis	alpha-HCH	<63 µm	µg/kg	0,13	0,41	0,59	0,56	0,33	0,45	0,44
110_1,5km_Kreis	gamma-HCH	<63 µm	µg/kg	0,07	0,15	0,20	0,20	0,12	0,15	0,15
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	0,57	2,47	3,70	3,54	2,03	2,97	2,85
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	1,61	7,24	10,85	10,38	5,83	8,53	8,18
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDT	<63 µm	µg/kg	0,72	2,78	4,10	3,93	2,12	3,02	2,90
110_1,5km_Kreis	Tributylzinn	<2000 µm	µg/kg	9,24	31,81	31,81	30,15	31,81	31,81	30,15
110_1,5km_Kreis	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	493,02	1147,40	1147,40	1099,23	1129,24	1129,24	1082,40
110_1,5km_Kreis	Stickstoff	<2000 µm	mg/kg	1285,48	2998,18	2998,18	2872,09	3087,81	3087,81	2955,13
110_1,5km_Kreis	Arsen	<2000 µm	mg/kg	9,96	17,26	17,26	16,72	17,22	17,22	16,68
110_1,5km_Kreis	Cadmium	<2000 µm	mg/kg	0,36	1,21	1,21	1,14	1,05	1,05	1,00
110_1,5km_Kreis	Chrom	<2000 µm	mg/kg	24,40	39,28	39,28	38,18	39,50	39,50	38,39
110_1,5km_Kreis	Kupfer	<2000 µm	mg/kg	14,91	33,11	33,11	31,77	31,53	31,53	30,31
110_1,5km_Kreis	Nickel	<2000 µm	mg/kg	13,12	21,72	21,72	21,08	22,09	22,09	21,43
110_1,5km_Kreis	Blei	<2000 µm	mg/kg	23,86	41,05	41,05	39,78	40,67	40,67	39,43
110_1,5km_Kreis	Zink	<2000 µm	mg/kg	101,65	265,02	265,02	252,99	246,27	246,27	235,63
110_1,5km_Kreis	Quecksilber	<2000 µm	mg/kg	0,19	0,73	0,73	0,69	0,58	0,58	0,55
110_1,5km_Kreis	Naphthalin	<2000 µm	µg/kg	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
110_1,5km_Kreis	Anthracen	<2000 µm	µg/kg	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	Parameter	Fraktion	Einheit	Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a
110_1,5km_Kreis	Fluoranthen	<2000 µm	µg/kg	0,08	0,19	0,19	0,18	0,16	0,16	0,15
110_1,5km_Kreis	Pyren	<2000 µm	µg/kg	0,03	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13
110_1,5km_Kreis	Benz(a)anthracen	<2000 µm	µg/kg	0,04	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
110_1,5km_Kreis	Chrysen	<2000 µm	µg/kg	0,04	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07
110_1,5km_Kreis	Benzo(a)pyren	<2000 µm	µg/kg	0,05	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
110_1,5km_Kreis	Indeno(1,2,3-cd)pyren	<2000 µm	µg/kg	0,01	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
110_1,5km_Kreis	Benzo(ghi)perylen	<2000 µm	µg/kg	0,02	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
110_1,5km_Kreis	Hexachlorbenzol	<2000 µm	µg/kg	0,95	4,57	4,57	4,30	3,95	3,95	3,73
110_1,5km_Kreis	gamma-HCH	<2000 µm	µg/kg	0,07	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11
110_1,5km_Kreis	p,p'-DDE	<2000 µm	µg/kg	0,57	2,75	2,75	2,59	2,43	2,43	2,29
110_1,5km_Kreis	Tributylzinn	<2000 µm	µg/kg	9,19	31,81	31,81	30,15	31,81	31,81	30,15
110_1,5km_Kreis	PCB 28	<2000 µm	µg/kg	0,33	0,66	0,66	0,64	0,61	0,61	0,59
110_1,5km_Kreis	PCB 52	<2000 µm	µg/kg	0,21	0,64	0,64	0,61	0,59	0,59	0,56
110_1,5km_Kreis	PCB 101	<2000 µm	µg/kg	0,57	1,41	1,41	1,35	1,38	1,38	1,32
110_1,5km_Kreis	PCB 138	<2000 µm	µg/kg	0,88	2,47	2,47	2,35	2,26	2,26	2,16
110_1,5km_Kreis	PCB 153	<2000 µm	µg/kg	1,20	3,27	3,27	3,11	2,92	2,92	2,79
110_1,5km_Kreis	PCB 180	<2000 µm	µg/kg	0,69	2,18	2,18	2,07	1,96	1,96	1,86
113_NW_1,5-3km_Kreis	Pentachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,15	0,17	0,20	0,25	0,17	0,19	0,23
113_NW_1,5-3km_Kreis	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,45	0,55	0,69	0,97	0,53	0,63	0,85
113_NW_1,5-3km_Kreis	alpha-HCH	<63 µm	µg/kg	0,07	0,08	0,09	0,12	0,08	0,09	0,11
113_NW_1,5-3km_Kreis	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	0,35	0,41	0,49	0,66	0,40	0,46	0,59
113_NW_1,5-3km_Kreis	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	0,79	0,97	1,21	1,72	0,93	1,12	1,50
113_NW_1,5-3km_Kreis	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	445,36	457,08	472,63	505,21	456,78	471,93	503,67
113_NW_1,5-3km_Kreis	Cadmium	<2000 µm	mg/kg	0,26	0,28	0,30	0,34	0,27	0,29	0,33
113_NW_1,5-3km_Kreis	Zink	<2000 µm	mg/kg	87,48	90,44	94,38	102,62	90,13	93,65	101,02
113_NW_1,5-3km_Kreis	Hexachlorbenzol	<2000 µm	µg/kg	0,49	0,55	0,65	0,83	0,54	0,62	0,78

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	Parameter	Fraktion	Einheit	Ausgangs-konzentration	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a	1,5 Mio. t TS/a	2,0 Mio. t TS/a	2,5 Mio. t TS/a
113_NW_1,5-3km_Kreis	p,p'-DDE	<2000 µm	µg/kg	0,36	0,40	0,45	0,56	0,39	0,44	0,53
115_NW_3-6km_Kreis	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	0,23	0,25	0,26	0,31	0,24	0,26	0,29
115_NW_3-6km_Kreis	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	0,45	0,50	0,55	0,68	0,49	0,53	0,63
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,13	0,18	0,20	0,22	0,17	0,19	0,20
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	0,13	0,16	0,17	0,18	0,16	0,17	0,17
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	0,15	0,25	0,29	0,31	0,23	0,26	0,28
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	Hexachlorbenzol	<2000 µm	µg/kg	0,11	0,14	0,16	0,17	0,14	0,15	0,16
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	p,p'-DDE	<2000 µm	µg/kg	0,12	0,14	0,15	0,16	0,14	0,15	0,15
349_Grimmershoerner_Bucht	PAK Summe 16 g.BG	<63 µm	mg/kg	0,85	1,27	1,33	1,35	1,11	1,15	1,16
349_Grimmershoerner_Bucht	Pentachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,29	0,69	0,75	0,77	0,59	0,63	0,65
349_Grimmershoerner_Bucht	Hexachlorbenzol	<63 µm	µg/kg	0,63	3,07	3,44	3,57	2,50	2,78	2,88
349_Grimmershoerner_Bucht	PCB Summe7 g. BG	<63 µm	µg/kg	3,50	8,90	9,70	9,99	7,76	8,40	8,62
349_Grimmershoerner_Bucht	alpha-HCH	<63 µm	µg/kg	0,29	0,42	0,45	0,45	0,37	0,38	0,38
349_Grimmershoerner_Bucht	p,p'-DDE	<63 µm	µg/kg	0,32	1,82	2,04	2,12	1,49	1,67	1,73
349_Grimmershoerner_Bucht	p,p'-DDD	<63 µm	µg/kg	0,90	5,30	5,96	6,19	4,27	4,77	4,95
349_Grimmershoerner_Bucht	p,p'-DDT	<63 µm	µg/kg	0,31	1,98	2,23	2,32	1,50	1,68	1,74
349_Grimmershoerner_Bucht	Tributylzinn	<2000 µm	µg/kg	5,54	16,36	17,96	18,54	16,36	17,96	18,54
349_Grimmershoerner_Bucht	Phosphor	<2000 µm	mg/kg	410,28	713,75	758,71	774,91	706,28	750,13	765,93
349_Grimmershoerner_Bucht	Stickstoff	<2000 µm	mg/kg	962,23	1800,42	1924,60	1969,34	1837,33	1966,97	2013,68
349_Grimmershoerner_Bucht	Arsen	<2000 µm	mg/kg	6,24	10,78	11,45	11,69	10,76	11,43	11,67
349_Grimmershoerner_Bucht	Cadmium	<2000 µm	mg/kg	0,14	0,58	0,64	0,67	0,51	0,57	0,59
349_Grimmershoerner_Bucht	Chrom	<2000 µm	mg/kg	20,53	28,25	29,39	29,81	28,34	29,50	29,92
349_Grimmershoerner_Bucht	Kupfer	<2000 µm	mg/kg	4,60	16,34	18,08	18,70	15,69	17,33	17,92
349_Grimmershoerner_Bucht	Nickel	<2000 µm	mg/kg	7,63	13,43	14,29	14,60	13,58	14,46	14,78
349_Grimmershoerner_Bucht	Blei	<2000 µm	mg/kg	10,24	22,92	24,80	25,48	22,76	24,62	25,29
349_Grimmershoerner_Bucht	Zink	<2000 µm	mg/kg	43,61	134,76	148,27	153,13	127,04	139,41	143,86

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	**Parameter**	**Fraktion**	**Einheit**	**Ausgangs-konzentration**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**
349_Grimmershoerner_Bucht	**Quecksilber**	<2000 µm	mg/kg	0,07	0,34	0,38	0,39	0,28	0,31	0,32
349_Grimmershoerner_Bucht	**Hexachlorbenzol**	<2000 µm	µg/kg	0,40	2,12	2,37	2,46	1,86	2,08	2,16
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 101**	norm2,5%TOC	µg/kg	0,60	0,89	0,93	0,94	0,85	0,89	0,90
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 153**	norm2,5%TOC	µg/kg	1,29	2,00	2,10	2,14	1,81	1,89	1,92
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 180**	norm2,5%TOC	µg/kg	0,63	1,20	1,28	1,31	1,08	1,14	1,16
349_Grimmershoerner_Bucht	**gamma-HCH**	<2000 µm	µg/kg	0,07	0,10	0,10	0,11	0,09	0,09	0,09
349_Grimmershoerner_Bucht	**p,p'-DDE**	<2000 µm	µg/kg	0,19	1,24	1,40	1,46	1,11	1,25	1,30
349_Grimmershoerner_Bucht	**Tributylzinn**	<2000 µm	µg/kg	5,78	16,50	18,08	18,66	16,50	18,08	18,66
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 28**	<2000 µm	µg/kg	0,13	0,35	0,38	0,40	0,33	0,36	0,37
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 52**	<2000 µm	µg/kg	0,12	0,33	0,36	0,38	0,31	0,34	0,35
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 101**	<2000 µm	µg/kg	0,17	0,68	0,76	0,78	0,67	0,74	0,77
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 138**	<2000 µm	µg/kg	0,26	1,17	1,31	1,35	1,09	1,21	1,25
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 153**	<2000 µm	µg/kg	0,32	1,53	1,71	1,78	1,39	1,55	1,60
349_Grimmershoerner_Bucht	**PCB 180**	<2000 µm	µg/kg	0,19	1,01	1,13	1,17	0,92	1,02	1,06
350_Cuxhaven_Hafen	**p,p'-DDE**	<63 µm	µg/kg	0,63	0,89	0,95	0,98	0,83	0,87	0,90
350_Cuxhaven_Hafen	**p,p'-DDD**	<63 µm	µg/kg	1,29	2,11	2,27	2,37	1,91	2,03	2,11
350_Cuxhaven_Hafen	**Phosphor**	<2000 µm	mg/kg	404,04	462,53	474,53	481,80	461,10	472,81	479,90
350_Cuxhaven_Hafen	**Arsen**	<2000 µm	mg/kg	7,73	8,48	8,63	8,72	8,47	8,63	8,72
350_Cuxhaven_Hafen	**Cadmium**	<2000 µm	mg/kg	0,20	0,28	0,30	0,31	0,27	0,28	0,29
350_Cuxhaven_Hafen	**Kupfer**	<2000 µm	mg/kg	8,64	10,57	10,96	11,20	10,44	10,81	11,04
350_Cuxhaven_Hafen	**Blei**	<2000 µm	mg/kg	15,33	17,35	17,77	18,02	17,32	17,73	17,98
350_Cuxhaven_Hafen	**Zink**	<2000 µm	mg/kg	68,43	83,90	87,07	89,00	82,42	85,29	87,04
350_Cuxhaven_Hafen	**Quecksilber**	<2000 µm	mg/kg	0,12	0,16	0,17	0,18	0,15	0,16	0,17
350_Cuxhaven_Hafen	**Hexachlorbenzol**	<2000 µm	µg/kg	0,63	0,94	1,01	1,04	0,89	0,95	0,98
350_Cuxhaven_Hafen	**p,p'-DDE**	<2000 µm	µg/kg	0,45	0,63	0,67	0,69	0,61	0,64	0,66
350_Cuxhaven_Hafen	**PCB 28**	<2000 µm	µg/kg	0,15	0,19	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	**Parameter**	**Fraktion**	**Einheit**	**Ausgangs-konzentration**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**
350_Cuxhaven_Hafen	**PCB 101**	<2000 µm	µg/kg	0,25	0,34	0,36	0,37	0,34	0,36	0,37
350_Cuxhaven_Hafen	**PCB 138**	<2000 µm	µg/kg	0,47	0,63	0,66	0,68	0,61	0,64	0,66
350_Cuxhaven_Hafen	**PCB 153**	<2000 µm	µg/kg	0,54	0,75	0,80	0,82	0,73	0,76	0,79
350_Cuxhaven_Hafen	**PCB 180**	<2000 µm	µg/kg	0,35	0,49	0,52	0,54	0,48	0,50	0,52
351_Altenbrucher_Bogen	**p,p'-DDE**	<63 µm	µg/kg	1,22	1,71	1,83	1,87	1,57	1,66	1,69
351_Altenbrucher_Bogen	**p,p'-DDD**	<63 µm	µg/kg	3,59	5,01	5,39	5,50	4,57	4,82	4,90
351_Altenbrucher_Bogen	**p,p'-DDT**	<63 µm	µg/kg	0,62	1,29	1,47	1,52	1,08	1,20	1,24
351_Altenbrucher_Bogen	**Phosphor**	<2000 µm	mg/kg	321,73	468,30	506,91	518,85	465,08	502,84	514,51
351_Altenbrucher_Bogen	**Stickstoff**	<2000 µm	mg/kg	934,53	1300,87	1397,37	1427,20	1316,78	1417,47	1448,60
351_Altenbrucher_Bogen	**Arsen**	<2000 µm	mg/kg	9,42	10,81	11,18	11,29	10,81	11,17	11,28
351_Altenbrucher_Bogen	**Cadmium**	<2000 µm	mg/kg	0,35	0,50	0,54	0,55	0,47	0,51	0,52
351_Altenbrucher_Bogen	**Kupfer**	<2000 µm	mg/kg	10,90	14,84	15,88	16,20	14,56	15,53	15,83
351_Altenbrucher_Bogen	**Blei**	<2000 µm	mg/kg	17,89	22,00	23,09	23,42	21,94	23,00	23,33
351_Altenbrucher_Bogen	**Zink**	<2000 µm	mg/kg	89,13	120,36	128,58	131,12	117,03	124,38	126,65
351_Altenbrucher_Bogen	**Quecksilber**	<2000 µm	mg/kg	0,25	0,34	0,36	0,37	0,31	0,33	0,33
351_Altenbrucher_Bogen	**Naphthalin**	<2000 µm	µg/kg	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
351_Altenbrucher_Bogen	**Hexachlorbenzol**	<2000 µm	µg/kg	1,16	1,76	1,92	1,97	1,65	1,78	1,82
351_Altenbrucher_Bogen	**p,p'-DDE**	<2000 µm	µg/kg	0,57	0,96	1,06	1,09	0,90	0,99	1,02
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 28**	<2000 µm	µg/kg	0,18	0,26	0,29	0,29	0,25	0,27	0,28
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 52**	<2000 µm	µg/kg	0,19	0,27	0,29	0,30	0,26	0,28	0,28
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 101**	<2000 µm	µg/kg	0,41	0,59	0,63	0,65	0,58	0,63	0,64
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 138**	<2000 µm	µg/kg	0,71	1,02	1,10	1,13	0,98	1,05	1,08
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 153**	<2000 µm	µg/kg	0,88	1,31	1,42	1,45	1,25	1,34	1,37
351_Altenbrucher_Bogen	**PCB 180**	<2000 µm	µg/kg	0,52	0,82	0,90	0,92	0,78	0,85	0,87
356_Neufelder_Sand	**Cadmium**	<2000 µm	mg/kg	0,24	0,30	0,30	0,31	0,29	0,29	0,30
356_Neufelder_Sand	**Blei**	<2000 µm	mg/kg	13,61	15,24	15,34	15,60	15,21	15,32	15,57

					Baggergutqualität 2008-2018			Baggergutqualität 2008-2018		
BZR	**Parameter**	**Fraktion**	**Einheit**	**Ausgangs-konzentration**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**	**1,5 Mio. t TS/a**	**2,0 Mio. t TS/a**	**2,5 Mio. t TS/a**
356_Neufelder_Sand	**Zink**	<2000 µm	mg/kg	65,32	77,14	77,92	79,79	76,03	76,74	78,43

Tabelle 10-11: Ökotoxikologische Prognose für Set 1 mit <63 µm Feinkorn für den Median der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechnete Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet.

Nummer BZR	Bezeichnung des Bilanzraum	Auflage Feink. <63 µm, Median [kg/m²] ≙ [mm]						Prognose Tox.-Klasse für <63µm Oberflächensediment nach 10 J.					
		Baggergutauflage/Jahr (MW letzte 2 Wochen der Modellierung)			Prognose Auflage-erhöhung für 10 Jahre (BG-Aufl. · 10 J. · 0,7)*			2008 - 2018 mit Toxizitätsklasse 1,4			2016 - 2021 mit Toxizitätsklasse 1,1		
		1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
100	SylterAussenriff	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	HamburgischesWattenmeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	Borkum-Riffgrund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	NO_6-12km_Kreis_Teil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	SW_6-12km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	SO_6-12km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	1,5km_Kreis	0	0,2	0,4	0,5	2,2	4,1	0	0	0	0	0	0
111	SW_1,5-3km_Kreis	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
112	SO_1,5-3km_Kreis	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
113	NW_1,5-3km_Kreis	0	0	0	0	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0
114	NO_1,5-3km_Kreis	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
115	NW_3-6km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	NO_3-6km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	SW_3-6km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	SO_3-6km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	NW_6-12km_Kreis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	SeevogelschutzgebietHelgoland_West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	Steingrund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	NationalparkNiedersaechsischesWatten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 10-12: Ökotoxikologische Prognose für Set 3 mit <63 µm Feinkorn für den Median der BZR. Angegeben sind die Baggerauflagen im Modelllauf, die für 10 Jahre extrapolierten Auflageerhöhungen, die Hintergrundauflagen sowie die errechnete Toxizitätsklassen nach Abschluss der Verbringung. Hohe Auflagen sind graduell mit grau gekennzeichnet.

Nummer BZR	Bezeichnung des Bilanzraum	Auflage Feink. <63 µm, Median [kg/m²] ≙ [mm]						Prognose Tox.-Klasse für <63µm Oberflächensediment nach 10 J.					
		Baggergutauflage/Jahr (MW letzte 2 Wochen der Modellierung)			Prognose Auflage-erhöhung für 10 Jahre (BG-Aufl. · 10 J. · 0,7)*			2008 - 2018 mit Toxizitätsklasse 1,4			2016 - 2021 mit Toxizitätsklasse 1,1		
		1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t	1,5 Mio. t	2,0 Mio. t	2,5 Mio. t
300	Ems	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	Emsmuendung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	Wattgebiet_Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	Kuestenmeer_Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	Kuestenmeer_Ems	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305	Deutsche_Bucht_Sued	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
306	Deutsche_Bucht_West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
307	Deutsche_Bucht_Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
308	Kuestenmeer_Daenemark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
309	Wattgebiet_Daenemark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	Wattenmeer_Nordfriesland_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
311	Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	Wattenmeer_Nordfriesland_S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
313	Kuestenmeer_Nordfriesland_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
314	Deutsche_Bucht_SO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315	Kuestenmeer_Helgoland_SW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
316	Kuestenmeer_Ostfriesland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
317	Wattgebiet_Ostfriesland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
318	Wangerooge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	Jadebusen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	Jade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
321	Kuestengewaesser_Weser_W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	Kuestenmeer_Weser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
323	suedl_Schlickfallgebiet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
324	Schlickfallgebiet_West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325	Kuestenmeer_Helgoland_S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
326	Kuestenmeer_Helgoland_N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
327	Helgoland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
328	Schlickfallgebiet_Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
329	Kuestenmeer_Eider_W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	Eider_Tidebecken	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
331	Eidermuendung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
332	Dithmarscher_Bucht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
333	Piep_Tidebecken	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
334	Hamburgisches_Wattenmeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
335	Kuestengewaesser_Weser_O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
336	Wesermuendung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
337	Weser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
338	Eversand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
339	Knechtsand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340	Hamburgisches_Wattenmeer_S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
341	Neuwerk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	Scharhoern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
343	Duhner_Watt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
344	Hamburgische_Wattenmeer_NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	Fahrwasser_Aussenelbe_West	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
346	Aussenelbe_Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
347	Hakensand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
348	Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
349	Grimmershoerner_Bucht	1,2	1,7	2,5	8,7	12,0	17,7	0	0	0	0	0	0
350	Cuxhaven_Hafen	0	0	0	0,2	0,2	0,3	0	0	0	0	0	0
351	Altenbrucher_Bogen	0	0	0	0,2	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0
352	Tideelbe_Cux_Bruns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353	Medemgrund	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
354	Medemrinne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
355	SH_Watten_noerdl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
356	Neufelder_Sand	0	0	0	0	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0
357	Tideelbe_vorBrunsb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
358	Oste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
359	Tideelbe_stromauf_Bruns	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	Stoer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
361	Krueckau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362	Pinnau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
363	Tideelbe_Stade-Geesthacht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 10-13: Schwebstofferhöhung und Lichteindringtiefenveränderung für BZR Set 1. Hintergrund (HG) und die Erhöhung durch das Baggergut (BG) aus dem BAW Modell mit dem organischem Schwebstoff (POM) aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) in den Kategorien Küste (Kü), Schlickfallgebiet (Sch) und offene See (See) (Einteilung der Gebiete siehe Abb. 5.5.3-1).

14 d | < 63 µm | Sommer 2016	Schwebstoffe									Lichteindringtiefen						
Fenstergroesse | Kornfraktion | Saison	HG BAW	HG Gebiet	HG + POM	Erhöhung d. BG		HG+BG+POM		HG+BG vs HG		HG+POM	Änderung d. BG		HG+BG+POM		HG+BG vs HG	
	Median	Kü | Sch | See		1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5		1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5
BZR-Nummer	[mg/l]	21 | 38 | 56%	[mg/l]	0.7xMW		[mg/l]		[%]		[m]	Delta [m]		[m]		Delta [%]	
100_SylterAussenriff	**0,2**	56	**0,3**	0,0	0,0	0,3	0,4	3%	5%	8,32	0,04	0,07	8,28	8,25	0%	1%
101_HamburgischesWattenmeer	**8,7**	27	**11,0**	0,9	1,3	11,9	12,3	8%	12%	3,27	0,11	0,16	3,15	3,11	4%	5%
102_Borkum-Riffgrund	**0,5**	27	**0,6**	0,0	0,0	0,6	0,6	0%	0%	7,39	0,00	0,00	7,39	7,39	0%	0%
103_SPA_OestlicheDeutscheBucht_N	**0,7**	56	**1,1**	0,1	0,2	1,2	1,3	12%	22%	6,61	0,17	0,28	6,44	6,33	3%	4%
104_SPA_OestlicheDeutscheBucht_S	**4,0**	56	**6,2**	0,6	1,0	6,8	7,2	10%	17%	4,10	0,14	0,23	3,96	3,88	3%	6%
105_Ramsar-Gebiet_S-H_WattenmeerUndAngre	**3,5**	27	**4,5**	0,3	0,4	4,7	4,9	6%	10%	4,58	0,08	0,14	4,50	4,44	2%	3%
106_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_NO	**4,5**	38	**6,2**	1,6	2,6	7,9	8,9	26%	42%	4,09	0,34	0,51	3,75	3,58	8%	13%
107_NO_6-12km_Kreis_Teil	**5,1**	38	**7,1**	2,1	3,3	9,1	10,3	29%	46%	3,91	0,37	0,55	3,54	3,36	10%	14%
108_SW_6-12km_Kreis	**2,0**	38	**2,8**	0,6	0,9	3,4	3,6	21%	31%	5,26	0,27	0,39	4,99	4,87	5%	7%
109_SO_6-12km_Kreis	**4,7**	38	**6,5**	1,9	2,8	8,4	9,3	29%	43%	4,03	0,37	0,51	3,66	3,52	9%	13%
110_1,5km_Kreis	**3,4**	38	**4,7**	3,5	5,4	8,2	10,1	74%	114%	4,49	0,80	1,10	3,69	3,39	18%	25%
111_SW_1,5-3km_Kreis	**2,9**	38	**3,9**	2,9	4,3	6,8	8,2	74%	109%	4,76	0,80	1,07	3,96	3,69	17%	22%
112_SO_1,5-3km_Kreis	**3,8**	38	**5,3**	3,5	5,3	8,8	10,6	66%	100%	4,33	0,73	1,01	3,60	3,33	17%	23%
113_NW_1,5-3km_Kreis	**3,2**	38	**4,4**	3,2	5,2	7,7	9,6	74%	117%	4,59	0,80	1,12	3,79	3,47	17%	24%
114_NO_1,5-3km_Kreis	**4,1**	38	**5,7**	3,2	5,2	8,9	10,8	57%	91%	4,23	0,66	0,94	3,58	3,29	16%	22%
115_NW_3-6km_Kreis	**2,8**	38	**3,8**	2,3	3,8	6,2	7,6	61%	99%	4,80	0,69	0,99	4,11	3,81	14%	21%
116_NO_3-6km_Kreis	**4,6**	38	**6,4**	2,5	4,0	8,9	10,3	40%	63%	4,06	0,48	0,71	3,58	3,36	12%	17%
117_SW_3-6km_Kreis	**2,4**	38	**3,3**	1,5	2,2	4,8	5,5	47%	68%	5,02	0,56	0,75	4,46	4,27	11%	15%
118_SO_3-6km_Kreis	**4,2**	38	**5,7**	2,8	4,1	8,5	9,9	48%	72%	4,21	0,57	0,78	3,64	3,43	14%	19%
119_NW_6-12km_Kreis	**2,3**	38	**3,2**	1,2	2,0	4,5	5,3	39%	63%	5,04	0,47	0,71	4,57	4,33	9%	14%
120_SeevogelschutzgebietHelgoland_West	**1,8**	56	**2,8**	0,8	1,3	3,6	4,1	27%	46%	5,23	0,35	0,55	4,88	4,68	7%	10%
121_SeevogelschutzgebietHelgoland_Ost_oh	**5,3**	38	**7,3**	0,8	1,3	8,1	8,6	11%	18%	3,86	0,15	0,24	3,71	3,62	4%	6%
122_Steingrund	**4,6**	38	**6,4**	1,1	1,8	7,5	8,2	17%	28%	4,05	0,23	0,36	3,82	3,69	6%	9%
123_NationalparkNiedersaechsischesWatten	**9,1**	27	**11,5**	0,1	0,2	11,7	11,7	1%	2%	3,20	0,01	0,02	3,19	3,18	0%	1%
124_NationalparkNiedersaechsischesWatten	**3,7**	27	**4,6**	0,0	0,0	4,6	4,6	0%	0%	4,52	0,00	0,00	4,52	4,52	0%	0%
125_NationalparkNiedersaechsischesWatten	**66,2**	27	**84,1**	0,0	0,0	84,1	84,1	0%	0%	0,32	0,00	0,00	0,32	0,32	0%	0%
126_NationalparkNiedersaechsischesWatten	**8,9**	27	**11,3**	0,3	0,4	11,6	11,7	2%	4%	3,23	0,03	0,05	3,20	3,18	1%	2%
127_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	**5,5**	27	**7,0**	0,0	0,0	7,0	7,0	0%	0%	3,93	0,00	0,00	3,93	3,93	0%	0%
128_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	**3,1**	27	**4,0**	0,0	0,0	4,0	4,0	0%	0%	4,74	0,00	0,00	4,74	4,74	0%	0%
129_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	**6,7**	27	**8,5**	0,3	0,4	8,8	8,9	3%	5%	3,65	0,05	0,07	3,60	3,58	1%	2%
130_NiedersaechsischeAngrenzendesKuesten	**7,3**	27	**9,3**	1,4	1,9	10,6	11,2	15%	21%	3,52	0,20	0,27	3,32	3,24	6%	8%

Tabelle 10-14: Schwebstofferhöhung und Lichteindringtiefenveränderung für BZR Set 3. Hintergrund (HG) und die Erhöhung durch das Baggergut (BG) aus dem BAW Modell mit dem organischem Schwebstoff (POM) aus Literaturdaten (Schartau et al, 2019) in den Kategorien Küste (Kü), Schlickfallgebiet (Sch) und offene See (See) (Einteilung der Gebiete siehe Abb. 5.5.3-1)

	Schwebstoffe									Lichteindringtiefen						
14 d | < 63 µm | Sommer 2016	HG BAW	HG Gebiet	HG + POM	Erhöhung d. BG		HG+BG+POM		HG+BG vs HG		HG+POM	Erhöhung d. BG		HG+BG+POM		HG+BG vs HG	
Fenstergroesse | Kornfraktion | Saison				1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5		1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5
BZR-Nummer	Median	Kü | Sch | See		0.7xMW												
	[mg/l]	21 | 38 | 56%	[mg/l]			[mg/l]		[%]		[m]	Delta [m]		[m]		Delta [%]	
300_Ems	55,1	27	69,9	0,0	0,0	69,9	69,9	0%	0%	0,59	0,00	0,00	0,59	0,59	0%	0%
301_Emsmuendung	11,7	27	14,8	0,0	0,0	14,8	14,8	0%	0%	2,84	0,00	0,00	2,84	2,84	0%	0%
302_Wattgebiet_Niederlande	1,2	27	1,5	0,0	0,0	1,5	1,5	0%	0%	6,18	0,00	0,00	6,18	6,18	0%	0%
303_Kuestenmeer_Niederlande	0,7	27	0,9	0,0	0,0	0,9	0,9	0%	0%	6,89	0,00	0,00	6,89	6,89	0%	0%
304_Kuestenmeer_Ems	2,0	27	2,6	0,0	0,0	2,6	2,6	0%	0%	5,38	0,00	0,00	5,38	5,38	0%	0%
305_Deutsche_Bucht_Sued	0,4	56	0,6	0,0	0,0	0,6	0,6	0%	0%	7,58	0,00	0,00	7,58	7,58	0%	0%
306_Deutsche_Bucht_West	0,1	56	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0%	1%	9,60	0,00	0,01	9,60	9,59	0%	0%
307_Deutsche_Bucht_Nord	0,3	56	0,4	0,0	0,1	0,5	0,5	7%	13%	7,95	0,10	0,17	7,85	7,78	1%	2%
308_Kuestenmeer_Daenemark	0,3	27	0,4	0,0	0,0	0,5	0,5	4%	8%	7,93	0,06	0,11	7,87	7,82	1%	1%
309_Wattgebiet_Daenemark	0,5	27	0,6	0,0	0,0	0,6	0,6	3%	5%	7,51	0,04	0,08	7,47	7,44	1%	1%
310_Wattenmeer_Nordfriesland_N	2,3	27	2,9	0,1	0,2	3,0	3,1	4%	8%	5,20	0,06	0,11	5,14	5,10	1%	2%
311_Kuestenmeer_Nordfriesland_	2,3	27	2,9	0,2	0,4	3,1	3,3	7%	12%	5,18	0,10	0,17	5,08	5,01	2%	3%
312_Wattenmeer_Nordfriesland_S	4,6	27	5,8	0,2	0,4	6,0	6,2	4%	6%	4,19	0,05	0,09	4,14	4,10	1%	2%
313_Kuestenmeer_Nordfriesland_	5,1	27	6,4	0,5	0,8	6,9	7,2	7%	13%	4,05	0,10	0,17	3,94	3,88	3%	4%
314_Deutsche_Bucht_SO	1,9	56	2,9	0,4	0,7	3,3	3,6	13%	23%	5,19	0,18	0,30	5,00	4,89	4%	6%
315_Kuestenmeer_Helgoland_SW	1,4	56	2,2	0,0	0,1	2,2	2,2	2%	3%	5,63	0,03	0,04	5,60	5,58	0%	1%
316_Kuestenmeer_Ostfriesland	2,8	27	3,5	0,0	0,1	3,6	3,6	1%	2%	4,91	0,02	0,03	4,89	4,88	0%	1%
317_Wattgebiet_Ostfriesland	7,0	27	8,9	0,1	0,1	9,0	9,0	1%	1%	3,58	0,01	0,01	3,57	3,56	0%	0%
318_Wangerooge	7,5	27	9,5	0,2	0,3	9,7	9,8	2%	4%	3,48	0,04	0,05	3,45	3,43	1%	1%
319_Jadebusen	13,8	27	17,5	0,1	0,2	17,6	17,7	1%	1%	2,59	0,01	0,01	2,59	2,58	0%	1%
320_Jade	11,9	27	15,1	0,2	0,3	15,3	15,4	1%	2%	2,81	0,02	0,03	2,79	2,78	1%	1%
321_Kuestengewaesser_Weser_W	7,9	27	10,1	0,4	0,5	10,4	10,6	4%	5%	3,40	0,05	0,07	3,35	3,32	1%	2%
322_Kuestenmeer_Weser	3,4	27	4,3	0,4	0,6	4,7	4,8	9%	13%	4,64	0,13	0,18	4,51	4,46	3%	4%
323_suedl_Schlickfallgebiet	5,3	38	7,3	1,5	2,1	8,8	9,5	20%	29%	3,85	0,26	0,37	3,59	3,48	7%	10%
324_Schlickfallgebiet_West	2,8	38	3,8	1,5	2,4	5,3	6,2	40%	64%	4,81	0,49	0,72	4,32	4,09	10%	15%
325_Kuestenmeer_Helgoland_S	1,7	56	2,6	0,3	0,6	2,9	3,2	13%	22%	5,36	0,18	0,29	5,18	5,07	3%	5%
326_Kuestenmeer_Helgoland_N	2,8	56	4,3	0,7	1,2	5,0	5,5	17%	29%	4,63	0,23	0,36	4,40	4,27	5%	8%
327_Helgoland	1,8	56	2,9	0,8	1,4	3,7	4,3	29%	49%	5,21	0,37	0,58	4,84	4,63	7%	11%
328_Schlickfallgebiet_Ost	6,3	38	8,7	1,4	2,2	10,1	10,9	16%	25%	3,61	0,21	0,33	3,40	3,28	6%	9%
329_Kuestenmeer_Eider_W	10,5	27	13,3	0,9	1,4	14,2	14,8	7%	11%	2,99	0,10	0,15	2,90	2,84	3%	5%
330_Eider_Tidebecken	11,5	27	14,6	0,5	0,8	15,1	15,5	3%	6%	2,86	0,05	0,08	2,81	2,78	2%	3%
331_Eidermuendung	7,2	27	9,1	0,3	0,4	9,3	9,5	3%	5%	3,55	0,04	0,07	3,51	3,48	1%	2%
332_Dithmarscher_Bucht	13,5	27	17,2	0,4	0,6	17,6	17,8	2%	4%	2,62	0,03	0,05	2,59	2,57	1%	2%
333_Piep_Tidebecken	19,1	27	24,3	0,9	1,3	25,1	25,6	4%	5%	2,12	0,05	0,07	2,07	2,05	2%	3%
334_Hamburgisches_Wattenmeer	9,2	27	11,7	0,9	1,3	12,6	13,0	8%	11%	3,18	0,11	0,15	3,07	3,03	3%	5%
335_Kuestengewaesser_Weser_O	9,0	27	11,4	0,3	0,5	11,7	11,9	3%	4%	3,22	0,04	0,06	3,17	3,16	1%	2%
336_Wesermuendung	8,7	27	11,1	0,1	0,2	11,2	11,3	1%	1%	3,26	0,01	0,02	3,24	3,24	0%	1%
337_Weser	5,1	27	6,5	0,0	0,0	6,5	6,6	0%	0%	4,03	0,00	0,01	4,02	4,02	0%	0%
338_Eversand	9,5	27	12,0	0,2	0,2	12,2	12,3	1%	2%	3,14	0,02	0,03	3,12	3,11	1%	1%
339_Knechtsand	6,7	27	8,5	0,2	0,4	8,7	8,8	3%	4%	3,64	0,04	0,06	3,60	3,58	1%	2%
340_Hamburgisches_Wattenmeer_S	6,8	27	8,7	0,3	0,4	9,0	9,1	3%	5%	3,61	0,05	0,07	3,57	3,54	1%	2%
341_Neuwerk	2,4	27	3,0	0,1	0,2	3,1	3,2	4%	7%	5,15	0,06	0,09	5,09	5,06	1%	2%
342_Scharhoern	1,7	27	2,2	0,2	0,3	2,4	2,5	9%	14%	5,61	0,13	0,19	5,48	5,42	2%	3%
343_Duhner_Watt	13,7	27	17,4	0,3	0,5	17,8	17,9	2%	3%	2,60	0,03	0,04	2,57	2,56	1%	2%
344_Hamburgische_Wattenmeer_NO	20,6	27	26,2	0,9	1,2	27,1	27,4	3%	5%	2,01	0,05	0,06	1,96	1,95	2%	3%
345_Fahrwasser_Aussenelbe_West	20,4	27	25,9	1,6	2,0	27,5	28,0	6%	8%	2,03	0,09	0,11	1,94	1,92	4%	5%
346_Aussenelbe_Nord	20,7	27	26,3	1,3	1,8	27,5	28,0	5%	7%	2,01	0,07	0,09	1,94	1,92	3%	5%
347_Hakensand	16,3	27	20,8	0,4	0,6	21,1	21,3	2%	3%	2,35	0,03	0,04	2,32	2,31	1%	2%
348_Fahrwasser_Aussenelbe_Ost	28,4	27	36,1	1,0	1,3	37,1	37,4	3%	4%	1,55	0,04	0,05	1,51	1,50	3%	3%
349_Grimmershoerner_Bucht	27,9	27	35,5	0,8	1,0	36,3	36,5	2%	3%	1,57	0,03	0,04	1,54	1,53	2%	3%
350_Cuxhaven_Hafen	28,2	27	35,8	0,7	0,9	36,5	36,7	2%	3%	1,56	0,03	0,04	1,53	1,52	2%	2%
351_Altenbrucher_Bogen	19,8	27	25,1	0,1	0,2	25,2	25,3	1%	1%	2,08	0,01	0,01	2,07	2,06	0%	1%
352_Tideelbe_Cux_Bruns	42,5	27	54,0	0,6	0,7	54,6	54,7	1%	1%	0,97	0,02	0,02	0,95	0,95	2%	2%
353_Medemgrund	32,3	27	41,0	0,6	0,8	41,6	41,8	2%	2%	1,36	0,02	0,03	1,34	1,34	2%	2%
354_Medemrinne	34,6	27	44,0	0,6	0,8	44,6	44,8	1%	2%	1,26	0,02	0,03	1,24	1,24	2%	2%
355_SH_Watten_noerdl.	16,5	27	21,0	0,3	0,4	21,3	21,4	1%	2%	2,33	0,02	0,03	2,32	2,31	1%	1%
356_Neufelder_Sand	37,2	27	47,2	0,3	0,3	47,5	47,6	1%	1%	1,16	0,01	0,01	1,15	1,15	1%	1%
357_Tideelbe_vorBrunsb	46,9	27	59,6	0,4	0,4	59,9	60,0	1%	1%	0,82	0,01	0,01	0,81	0,81	1%	1%
358_Oste	3,0	27	3,8	0,0	0,0	3,8	3,8	0%	0%	4,80	0,00	0,00	4,80	4,79	0%	0%
359_Tideelbe_stromauf_Bruns	39,1	27	49,7	0,2	0,2	49,9	49,9	0%	0%	1,09	0,01	0,01	1,08	1,08	1%	1%
360_Stoer	14,1	27	17,9	0,0	0,0	17,9	17,9	0%	0%	2,57	0,00	0,00	2,57	2,57	0%	0%
361_Krueckau	17,2	27	21,8	0,0	0,0	21,8	21,8	0%	0%	2,28	0,00	0,00	2,28	2,28	0%	0%
362_Pinnau	26,0	27	33,1	0,0	0,0	33,1	33,1	0%	0%	1,68	0,00	0,00	1,67	1,67	0%	0%
363_Tideelbe_Stade-Geesthacht	17,7	27	22,5	0,0	0,0	22,5	22,5	0%	0%	2,23	0,00	0,00	2,23	2,23	0%	0%

Tabelle 10-15: Bewertung nach WRRL – Wasserphase Szenario 2,5 Mio. t TS

2,5 Mio t TS Szenario Qualität 2013 - 2018

OWK		Helgoland	Küstenmeer Elbe				Tideelbe			Außenelbe Nord		Westliches Watt.dE	östl. Wattenmeer d. Weser	Hakensand	Piep Tidebecken	Dithmarscher Bucht	Ausseneider	Küstenmeer Eider	Eider Tidebecken	Küstenmeer Weser		offenes Küstengewässer der Weser	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küste		offenes Küstengewässer vor Jadebusen	
Parameter	Messstelle	HELGO	westl. Süderpiep	OSee_W4	OSee_W3	OSee_W1	Cux	Bruns	Grauer Ort	Norderelbe	OSee_W2	Norderelbe (behelfsweise)	Wu_Ku_W1	Norderelbe (behelfsweise)	Norderelbe (behelfsweise)	Norderelbe (behelfsweise)	Ausseneider Tn29**/ Eider (behelfsweise)	Eider	Eider (behelfsweise)	OSee_W4 (behelfsweise)	AuWe_W1 (behelfsweise)	AuWe_W1	Jade_W_2	JaBu_W_2	AuWe_W_2	Jade_W_1
PBDE																	*									
PFOS	JD-UQN																**									
PFOS	ZHK-UQN																									
Quecksilber	ZHK-UQN																									
Benzo(a)pyren	JD-UQN																									
Benzo(a)pyren	ZHK-UQN																									
Benzo(b)fluor	ZHK-UQN																									
Benzo(ghi)	ZHK-UQN																									
Benzo(k)fluor	ZHK-UQN																									
Fluoranthen	JD-UQN																									
Fluoranthen	ZHK-UQN																									
TBT (MW20-21)	JD-UQN																									
TBT (MW20-21)	ZHK-UQN																									
HCB	ZHK-UQN																**									

keine Daten oder alle Daten < BG und BG < UQN
keine UQN-Überschreitung
UQN im Ist-Zustand überschritten
UQN im Ist-Zustand überschritten, durch Baggergut weitere messbare Erhöhung

Tabelle 10-16: Bewertung nach WRRL – Wasserphase Szenario 2 Mio. t TS

2 Mio t TS Szenario Qualität 2013 - 2018

OWK		Helgoland	Küstenmeer Elbe				Tideelbe			Außenelbe Nord		Westliches Watt dE	östl. Wattenmeer d. Weser	Hakensand	Piep Tidebecken	Dithmarscher Bucht	Ausseneider	Küstenmeer Eider	Eider Tidebecken	Küstenmeer Weser		offenes Küstengewässer der Weser	Wattenmeer Jadebusen und angrenzende Küste		offenes Küstengewässer vor Jadebsuen	
Parameter	Messstelle	HELGO	westl. Süderpiep	OSee_W4	OSee_W3	OSee_W1	Cux	Bruns	Grauer Ort	Norderelbe	OSee_W2	Norderelbe (behelfsweise)	Wu_Ku_W1	Norderelbe (behelfsweise)	Norderelbe (behelfsweise)	Norderelbe (behelfsweise)	Ausseneider Tn29**/ Eider (behelfsweise)	Eider	Eider (behelfsweise)	OSee_W4 (behelfsweise)	AuWe_W1 (behelfsweise)	AuWe_W1	Jade_W_2	JaBu_W_2	AuWe_W_2	Jade_W_1
PBDE																	**									
PFOS	JD-UQN																**									
PFOS	ZHK-UQN																									
Quecksilber	ZHK-UQN																									
Benzo(a)pyren	JD-UQN																									
Benzo(a)pyren	ZHK-UQN																									
Benzo(b)fluor	ZHK-UQN																									
Benzo(ghi)	ZHK-UQN																									
Benzo(k)fluor	ZHK-UQN																									
Fluoranthen	JD-UQN																									
Fluoranthen	ZHK-UQN																									
TBT (MW20-21)	JD-UQN																									
TBT (MW20-21)	ZHK-UQN																									
HCB	ZHK-UQN																**									

keine Daten oder alle Daten < BG
keine UQN-Überschreitung
UQN im Ist-Zustand überschritten
UQN im Ist-Zustand überschritten, durch Baggergut weitere messbare Erhöhung

Tabelle 10-17: Genehmigte aber noch nicht abgeschlossene Projekte im oder im Umfeld der Natura 2000 Gebiete (vgl. Kapitel 6.1) bei denen ohne detailierte Betrachtung kumulative Auswirkungen mit der Baggergutverbringung im VSB bei Tonne E3 ausgeschlossen werden können (Tabelle durch HPA übermittelt)

Plan oder Projekt (Stand November 2022)	Baubeginn	Bau-ende	Bau abgeschlossen	Vorhaben -träger	Bemerkung
320+-kV-HGÜ Kabelanbindung der Offshore Windparks in der AWZ , Cluster BorWin 6 auf der „Büsum-Trasse“ (12sm-Grenze - Büttel inkl. Unterpressung Landesschutzdeich) (eine zusätzliche Kabelanbindung)	2024	2027	nein	TenneT	Einmaliger, kleinräumiger Eingriff
Sandentnahme Westerland III	2012	2030	nein	LKN	Zu weit weg
Unterhaltungsarbeiten / Spülarbeiten Speicherkoog/Miele			ja	DHSV Dithmarschen	Temporärer, kleinräumiger Eingriff
Unterhaltungsbaggerung Fährhafen Wittdün / Amrum (Wasserinjektion/Verbringungsstelle Norderaue südl. Amrum)	2020	2025	nein	Versorgungsbetriebe Amrum AöR	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Landemole Steenodde/Amrum (Wasserinjektion/Verbringungsstelle Norderaue südl. Amrum)	2017	2022	nein	Versorgungsbetriebe Amrum AöR	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Pellworm Tammensiel (Wasserinjektion)	2017	2022	nein	Gemeinde Pellworm	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Hafen Dagebüll (Wasserinjektion/Verbringungsstelle Norderaue südl. Föhr)	2018	2022	nein	Hafengesellschaft Dagebüll	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Hafen Schlüttsiel (Wasserinjektion)	2019	2024	nein	Hafenbetriebe Schlüttsiel und Halligen GmbH	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Seezeichenhafen Wittdün/Amrum (Wasserinjektion/verbringungsstelle Norderaue südl. Amrum)	2020	2025	nein	Amrumer Yachtclub e.V.	Zu weit weg
Unterhaltungsbaggerung Föhr/Wyk (Wasserinjektion/Verbringungsstelle Norderaue südl. Föhr)	2020	2025	nein	Städtischer Hafenbetrieb Wyk	Zu weit weg
Landeshafen Husum: Unterhaltungsbaggerung (Wasserinjektion)	2022	2026	nein	LKN	Zu weit weg
Räumung der Außentiefs: Rantum (Sylt), Südwesthörn, Sönke-Nissen-Koog, Nordstrandischmoor Anleger, Süderkoog (Pellworm), Lundenbergsand, Everschopsiel, Tümlauer Koog, Ehstensiel, Tönninig (Hafen), Friedrichstadt (Hafen),	laufend	laufend	nein	LKN	Zu weit weg oder Wirkungen werden von den natürlichen Prozessen bzw. der hohen

Nordgroven, Steertloch (Sommerloch), Friedrichskoog (Hafenpriel), Neufeld, Brunsbüttel, Harrwetern (Skt. Magarethen), Vierstieghafen (Skt. Margarethen)					Hintergrundtrübung überlagert.
Neubau Pierplatte Dagebüll	2021	2023?	nein	Gemeinde Dagebüll	Zu weit weg
Seetrassen im Norderney-II-Korridor (TenneT, Amprion)		in Aus-führung			Zu weit weg