

Auswirkungsprognose für die Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ bei Elbe-km 749

Hamburg Port Authority AöR

Überarbeitete Version, November 2022

Inhalt

1	Zusammenfassung	19
2	Hintergrund	34
2.1	Veranlassung	34
2.2	Anforderungen an das zukünftige Sedimentmanagement	38
2.3	Notwendigkeit eines verstärkten Sedimentaustrages	39
2.4	Bisherige Aktivitäten zur Erhöhung des Sedimentaustrages.....	40
2.5	Beitrag zur Umsetzung von Umweltrichtlinien.....	42
3	Beschreibung des Vorhabens.....	45
3.1	Eignung und Lage der Verbringstelle	45
3.2	Verbringmethode.....	46
3.3	Beschreibung des Baggergutes.....	48
3.3.1	Herkunftsorte der Sedimente und Baggergutmengen.....	48
3.3.2	Freigabeuntersuchung	49
3.3.3	Qualität der Sedimente.....	50
3.4	Alternativenprüfung nach GÜBAK	67
4	IST-Zustand des Vorhabengebietes und seiner Umgebung	75
4.1	FFH- und EU-Vogelschutzgebiete	75
4.1.1	Erhaltungsgegenstände und -zustände der FFH-Gebiete.....	77
4.2	Gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG	81
4.3	Besonderer Artenschutz (§§ 44 ff BNatSchG)	90
4.4	Wasserrahmenrichtlinie	91
4.5	Meeresstrategie- Rahmenrichtlinie	96
4.5.1	Deskriptor D1 „Biodiversität“.....	99
4.5.2	Deskriptoren D1 und D4: „Biodiversität und Nahrungsnetz“.....	101
4.5.3	Deskriptor D2 „Nicht-einheimische Arten“.....	102
4.5.4	Deskriptor D3 „Zustand kommerzieller Fisch- und Schalentierbestände“.....	103
4.5.5	Deskriptor D4 „Nahrungsnetz“.....	103
4.5.6	Deskriptor D5 „Eutrophierung“.....	103
4.5.7	Deskriptor D6 „Meeresgrund“	104
4.5.8	Deskriptor D7 „Hydrografischen Bedingungen“	105

4.5.9	Deskriptor D8 „Schadstoffe“	106
4.5.10	Deskriptor D9 „Schadstoffe in Lebensmitteln“	107
4.5.11	Deskriptor D10 „Abfälle im Meer“	107
4.5.12	Deskriptor D11 „Einleiten von Energie“.....	108
4.6	Hydromorphologie des Vorhabengebietes.....	109
4.6.1	Hydrologie und Salzgehalt.....	109
4.6.2	Morphologie und Sedimentinventar	112
4.7	Schwebstoffgehalt.....	123
4.8	Sauerstoff, Nährstoffe und Schadstoffe.....	124
4.8.1	Sauerstoff in der Wasserphase	124
4.8.2	Nährstoffe in der Wasserphase	126
4.8.3	Schadstoffe in der Wasserphase.....	130
4.8.4	Nährstoffe und Schadstoffe in Sedimenten	131
4.9	Bioakkumulation.....	136
4.10	Flora und Fauna des Untersuchungsgebietes	149
4.10.1	Phyto- und Zooplankton	150
4.10.2	Makrophyten	151
4.10.3	Makrozoobenthos.....	159
4.10.4	Fische und Neunaugen	172
4.10.5	Meeressäuger	178
4.10.6	Vögel.....	184
5	Auswirkungen der geplanten Verbringung	229
5.1	Hydrologie und Morphologie.....	229
5.1.1	Beschreibung des Modellansatzes	229
5.1.2	Kritische Einordnung der Modellergebnisse	236
5.1.3	Räumliche Verteilung des umgelagerten Sediments	237
5.1.4	Wirkung auf den Schwebstoffgehalt	249
5.1.5	Hydrologie und Salzgehalt.....	255
5.1.6	Fazit Hydrologie und Morphologie	255
5.2	Bewertungsrelevante Bilanzierungsräume und Bewertungsansatz.....	259

5.2.1	Sedimentauflage und Schwebstoffgehalte.....	261
5.2.2	Schadstoffeinträge	265
5.2.3	Bewertungsrelevante Aspekte.....	265
5.3	Veränderung von Habitatstrukturen.....	268
5.4	Sedimentchemie	270
5.4.1	Nährstoffe	270
5.4.2	Schadstoffe	271
5.4.3	Ökotoxikologische Auswirkungen.....	286
5.5	Wasserkörper.....	290
5.5.1	Sauerstoff.....	290
5.5.2	Nährstoffe in der Wasserphase	292
5.5.3	Schadstoffe in der Wasserphase.....	296
5.6	Bioakkumulation.....	303
5.7	Flora und Fauna.....	312
5.7.1	Phytoplankton und Zooplankton.....	312
5.7.2	Makrophyten	314
5.7.3	Makrozoobenthos.....	317
5.7.4	Fische und Neunaugen	327
5.7.5	Meeressäuger	332
5.7.6	Vögel.....	336
5.8	Abschließende Bewertung der Auswirkungen	344
6	Betroffenheit von Belangen Dritter.....	350
6.1	Fischerei	350
6.2	Erholung & Tourismus.....	353
6.3	Schifffahrt.....	358
6.4	Hochwasser- und Küstenschutz	359
7	Auswirkungen für das Weltnaturerbe.....	360
8	Monitoringkonzept.....	364
9	Abkürzungsverzeichnis.....	367
10	Literatur.....	372
11	Anhänge.....	389

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einbringmenge und -frequenz des Baggergutes	47
Tabelle 2: Basiskenngrößen aus Freigabeuntersuchungen 2016 – 2019 des Hamburger Baggergutes.	50
Tabelle 3: Trockenmassen der Sand- und Feinkornanteile bezogen auf einen Hopperbagger mit 9000 m ³ Laderaumvolumen (LRV)	51
Tabelle 4: Anteile der Baggergutzusammensetzung, basierend auf Verbringmengen in die Nordsee bei Tonne E3 von 2016-2019	51
Tabelle 5: Bewertung der mittleren Stoffgehalte von Freigabeuntersuchungen der Jahre 2016-2019 anhand der GÜBAK (RW1 & RW2) sowie der 3 Jahres-Mittelwerte (2017-2019) und Spannbreite der Schwebstoffmessstelle Seemannshöft.	53
Tabelle 6: Stoffgehalte ausgewählter prioritärer Schadstoffe in Baggergut und schwebstoffbürtigen Sedimenten des Hamburger Hafens.	57
Tabelle 7: Bewertung mittlerer Stoffgehalte in Sedimenten des Hamburger Hafens anhand von EAC und ERL Zielvorgaben für marine Sedimente	59
Tabelle 8: Mittlere Nährstoffgehalte zwischen 2016 und 2019 in Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässern des Hamburger Hafens.	60
Tabelle 9: Bewertungsstufen der Sauerstoffzehrung	60
Tabelle 10: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Sedimenten und Baggergut	61
Tabelle 11: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Köhlbrands	62
Tabelle 12: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019, Norderelbe Blatt (Bl.) 7	62
Tabelle 13: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019, Norderelbe Bl. 6	63
Tabelle 14: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 der Süderelbe	63
Tabelle 15: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Köhlfleets	64
Tabelle 16: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Parkhafens	64

Tabelle 17: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Sandauhafens	65
Tabelle 18: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 der Reth Blatt 3	65
Tabelle 19: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Vorhafens	66
Tabelle 20: Erhaltungszustände der LRT des „Nationalpark niedersächsisches Wattenmeer“	78
Tabelle 21: Erhaltungszustände der LRT des „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“	79
Tabelle 22: Erhaltungszustände der LRTs des „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)“	80
Tabelle 23: Darstellung der Einstufung des chemischen Zustands und Parameter mit Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für flussgebietsspezifische Schadstoffe (Anlage 6 OGewV) und der UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (Anlage 8 OGewV) im IST-Zustand	95
Tabelle 24: Übersicht der zur betrachtenden Deskriptoren gemäß des Kommissionsbeschlusses EU/2017/848	98
Tabelle 25: Funktionelle Gruppen der See- und Küstenvögel (aus Umweltbundesamt 2018)	99
Tabelle 26: Übersicht Gesamtzustand der deutschen Nordseegewässer bezüglich der Kriterien des Deskriptors 8	107
Tabelle 27: Übersicht über die Probenanzahl pro Teilgebiet (HPA und BioConsult 2021)	117
Tabelle 28: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Winterhalbjahr (01.10. -14.04.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper	127
Tabelle 29: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Winterhalbjahr (01.10. -14.04.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper	128
Tabelle 30: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Sommerhalbjahr (15.04. -30.9.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper	128
Tabelle 31: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Sommerhalbjahr (15.04.-30.09.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper	129

Tabelle 32: Mittelwerte der gelösten Nährstoffe Nitrat, ortho-Phosphat, gelöstes Silikat und Algenbiomasse von BfG-Längsbereisungen entlang der Fahrrinne der Jahre 2009-2016 (Quelle: BfG 2021)	129
Tabelle 33: Übersicht über Stoffe mit UQN-Überschreitung im Wasser in ausgewählten, möglicherweise von der Verbringung beeinflussten, OWK	130
Tabelle 34: Schwermetalle und Arsen in der Fraktion < 20 µm in feinkornhaltigen Sedimenten des Verbringstellbereiches.	133
Tabelle 35: Ökotoxikologische Belastung Verbringbereich und Umgebung, 2020	134
Tabelle 36: Zusammenfassende GÜBAK-Bewertung der statistischen Kennwerte der Hintergrundbelastung aller BZR für ausgewählte Schadstoffe	135
Tabelle 37: Zusammenfassende Bewertung der Hintergrundbelastung in der Fraktion < 2 mm nach OSPAR (2021)- Kriterien*	136
Tabelle 38: Zur Verfügung stehende Bioakkumulationsuntersuchungen im Bereich der BZR an der deutschen Nordseeküste von HPA und aus Programmen Dritter (verändert nach BfG 2021).	137
Tabelle 39: Seit dem Jahr 2018 geltende Biota-UQN (OGewV 2016) bezogen auf das Frischgewicht (FG) verschiedener Organismen	138
Tabelle 40: Konzentrationen verschiedener Analyten in Aalmuttermuskulatur (<i>Zoarces viviparus</i>) im Hauptprielsystem der Meldorf Bucht	139
Tabelle 41: Konzentrationen verschiedener Analyten in Silbermöweneiern (<i>Larus argentatus</i>) im Hauptprielsystem der Meldorf Bucht	139
Tabelle 42: Relevante Schadstoffkonzentrationen in Miesmuschelweichkörpern in Cuxhaven	143
Tabelle 43: Konzentrationen relevanter Schadstoffe im Muskelgewebe des Stints (<i>Osmerus eperlanus</i>) an den Stationen Brunsbüttelkoog und Cuxhaven	144
Tabelle 44: Anwendung der UQN und OSPAR Kriterien auf die Bioakkumulationsergebnisse des HPA Monitorings bei Tonne E3 von 2016-2019	148
Tabelle 45: Anwendung der Lebensmittelhöchstgehalte (LMHG) der Verordnungen EC 1881, KmV, RHmV auf die Bioakkumulationsergebnisse des HPA Monitorings bei Tonne E3 von 2016-2019	149
Tabelle 46: Artenspektrum des Makrozoobenthos (Infauna, van-Veen-Greifer) dargestellt je Teilgebiet. V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West. Für die quantitativen Arten ist die mittlere Abundanz (Ind./m ²) angegeben.	161
Tabelle 47: Abundanzen ¹ der Arten in den einzelnen Transekten sowie für alle Transekte (aus: Umland 2020).	168

Tabelle 48: Artenvorkommen und deren Abundanzen (bezogen auf 1000 m ²) im Nahbereich der geplanten Verbringstelle	175
Tabelle 49: Artenspektrum Fische aus Bioconsult 2021 (1 m-Baumkurre) / 1000 m ² per Teilgebiet	176
Tabelle 50: Artenvorkommen im „Übergangsgewässer Elbe“, Messstelle „Medem“ (www.fgg-elbe.de)	177
Tabelle 51: Zustand der Brutvögel laut der Rote Liste Kategorie von Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Deutschland	185
Tabelle 52: Erhaltungsgegenstände und -zustände (in Klammern) der Vogelschutzgebiete „Ramsar-Gebiet Schleswig-holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (0916-391, Teilgebiet 1), „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“ und „Niedersächsisches Wattenmeer (2210-401)	188
Tabelle 53: Brutvögel Neuwerk: 2019 im Vergleich mit drei Vorjahren (angepasst aus Umland 2020)	194
Tabelle 54: Brutvögel Scharhörn 2019 im Vergleich zu den Jahren 2016-2018 (angepasst aus Umland 2020)	195
Tabelle 55: Brutvögel Nigehörn im Vergleich von 2019 und 2016-2018 (angepasst aus Umland 2020)	195
Tabelle 56: Trends für die Eiderente in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).	212
Tabelle 57: Trends für die Brandgans in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).	214
Tabelle 58: Trends für den Sichelstrandläufer in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).	220
Tabelle 59: Trends für den Seeregenpfeifer in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).	222
Tabelle 60: Vergleich der Korngrößen nach der Udden-Wentworth-Skala und DIN EN ISO 14688 (Quelle: BAW 2021, S.12)	233
Tabelle 61: Bewertungsrelevante Bilanzierungsräume aufgrund von Sedimentbedeckung (S) bzw. Schwebstoffgehalt (T) und ihre Lage im Naturraum	262
Tabelle 62: Ergänzende bewertungsrelevante Bilanzierungsräume	263
Tabelle 63: Lage bewertungsrelevanter BZR in Natura 2000 Schutzgebieten und WRRL/ MSRL Wasserkörpern	264

Tabelle 64: Mögliche Wirkfaktoren damit verbundenen Folgewirkungen für Flora und Fauna und Lebensraumtypen (LRT) bzw. Biotope	267
Tabelle 65: Schadstofffrachten aus der Mittelalbe in die Tideelbe, verbringungsbedingte Schadstofffrachten in die Hamburger Außenelbe und berechnete Schadstoffablagerungsmengen	272
Tabelle 66: Berechnungsgrößen zur Ermittlung von Schadstoffanreicherungen	273
Tabelle 67: BZR und Schadstoffe, die eine über die Messunsicherheit hinausgehende Anreicherung erwarten lassen	279
Tabelle 68: Hintergrundgehalte und Berechnungsergebnisse für neue Stoffgehalte der BZR nach der Baggergutverbringung (Szenario 1) auf Grundlage unterschiedlicher Bewertungsansätze in den Bewertungsfaktionen der GÜBAK	280
Tabelle 69: Bewertung der neuen Stoffgehalte auf Basis der OSPAR EAC und ERL-Kriterien in der < 2 mm Fraktion	281
Tabelle 70: GÜBAK-Bewertung, Rechenansatz b, ohne Tiefenbezug für die Langfristprognose für BZR, die eine kontinuierliche Sedimentation erfahren	284
Tabelle 71: Stoffgehalte der Fraktion < 2 mm im Vergleich zu EAC und ERL-Bewertungskriterien, Rechenansatz b, ohne Tiefenbezug für die Langfristprognose für BZR mit kontinuierlicher Sedimentation	284
Tabelle 72: Baggergebiet mit vorgesehenen Mengenanteilen und Mittelwerten der Toxizitätsklassen einzelner Baggerabschnitte von 2016 - 2019 sowie gewichtete Mittelwerte beider betrachteter Verbringsszenarien	287
Tabelle 73: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Sedimenten und Baggergut gemäß HABAB-WSV (BfG 2017c), GÜBAK (2009) und BfG (2020b)	288
Tabelle 74: Ausgewählte Bilanzpolygone mit den aus den Auflagen errechneten Toxizitätsklassen für Szenario 1 und 2 sowie Rechenansätze a und b.	289
Tabelle 75: Gewichtete mittlere Sauerstoffzehrung nach 180 min und gewichtete Mittelwerte der TOC Anteile der beiden betrachteten Verbringsszenarien (Szenario 1 und 2) sowie mittleren POC Anteile an den Messstationen Tonne 13 (Scharhörn) und Cuxhaven (Kugelbake) und im Winter 2016-2019.	292
Tabelle 76: Baggergebiete mit vorgesehenen Mengenanteilen an Baggergut und gerundete Mittelwerte der hochskalierten freisetzbaren NH ₄ -Stickstoffkonzentrationen im Porenwasser des Baggerguts einzelner Baggerabschnitte von 2016 bis 2019 sowie gewichtete Mittelwerte beider betrachteten Verbringsszenarien 1 und 2	293
Tabelle 77: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte des OWK Tideelbe.	299

Tabelle 78: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte der OWK Außenelbe Nord, Westl. Wattenmeer der Elbe, Hakensand und Piep Tidebecken.	300
Tabelle 79: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte des OWK Küstenmeer Elbe.	302
Tabelle 80: Vergleich der Hintergrundbelastung im Schlickfallgebiet bei Tonne E3 (Daten aus AP für E3 der BfG (2019)), Hintergrundbelastung der Hamburger Außenelbe für betroffene BZR (s. Tabelle 67)	305
Tabelle 81: Überschreitungen der OSPAR Kriterien EAC, LMHG, EcoQO sowie der Biota-UQN anhand der verfügbaren Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet	308
Tabelle 82: Angewendete Lebensmittelhöchstgehalte der Verordnungen EC 1881, KmV, RHmV anhand der verfügbaren Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet	311
Tabelle 83: Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf Habitate und Flora und Fauna.	345

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbrachte Unterhaltungsbaggermengen 2013 im europäischen Küstenmeer und Küstennahbereich (Angaben in Mio. tTS; Quelle OSPAR 2014)	34
Abbildung 2: Jahresmittelwerte des Abflusses (MQ, in m ³ /s) Neu Darchau seit 1987. Die Angaben beziehen sich auf gewässerkundliche Jahre (1.11. – 31.10.)	35
Abbildung 3: Das Sedimentinventar im Zeitraum 2013 bis 2020 in m ³ Peilvolumen (PV) (Quelle: HPA)	37
Abbildung 4: Möglicher Abbau des Sedimentinventars im Hamburger Hafen durch verstärkten Austrag von Feinsedimenten (Quelle: Datenmodell HPA)	39
Abbildung 5: Mögliches (hypothetisches) Szenario für die Baggergutverbringung innerhalb und außerhalb des Ästuars (Quelle: Datenmodell der HPA)	40
Abbildung 6: Lage der geplanten Verbringstelle und Entfernung zu den Inseln Scharhörn und Neuwerk	45
Abbildung 7: Schwerpunkte des Sedimentanfalls im Hamburger Hafen: Landesgewässer (grün) und Bundeswasserstrasse (rosa)	48
Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung der mittleren Jahresabflüsse in Neu Darchau und ausgewählter Schadstoffgehalte in Sedimenten des Köhlbrands, der Norder- und Süderelbe in der Fraktion < 63 µm	54
Abbildung 9: Mittlere Schadstoffgehalte aus Freigabeuntersuchungen zwischen 2016 und 2019 in seeschiffstiefen Bereichen entlang des Hamburger Hafens	54
Abbildung 10: Lage der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und umliegende FFH (grüne Schrift) - und Vogelschutz-Gebiete (schwarze Schrift)	76
Abbildung 11: Ausdehnung des Habitattyps ‘sublitorale Schlickflächen’ in der deutschen Nordsee und im WRRL-Gewässertyp Küstenmeer	84
Abbildung 12: Lage des Untersuchungsgebietes für den Side Scan (aus AquaTech 2021)	87
Abbildung 13: Sedimentzusammenstellung des beprobten Gebietes: Mittel- und Feinsände (orange bzw. hellgelb), und deutlich sedimentdynamische Strukturen (schraffiert) (aus: AquaTech 2021)	87
Abbildung 14: Vorkommen von Biotoptypen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ und ihre Lage in den Bilanzierungsräumen	89
Abbildung 15: Ökologischer Zustand und ökologisches Potenzial der Oberflächenwasserkörper (aus: FGG-Elbe (fgg-elbe.de), im März 2021)	93

Abbildung 16: Räumliche Darstellung der Marine Reporting Units der MSRL: Allgemeine Gliederung [ANSDE_EEZ, _TeW und _CW] und Übersicht über die deutsche Nordsee im Sinne der MSRL [ANSDE_MS] (Quelle: verändert nach LLUR 2018 in BLANO 2019).	97
Abbildung 17: Räumliche Darstellung der Marine Reporting Units der MSRL: Deskriptor 5 (Quelle: verändert nach LLUR 2018 in BLANO 2019)	104
Abbildung 18: Monatliches MThw (oben) und MTnw (unten) Außenelbe (Pegel Cuxhaven und Bake A)	110
Abbildung 19: Differenztopographie der Jahre 2010 – 2016 (Karte: HPA, Datenquelle: www.kuestendaten.de)	112
Abbildung 20: Lage der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und Wassertiefen. Höhenbezug: NHN, Wassertiefen (in Metern) über NHN sind als negative Werte angegeben (Quelle: HPA, Peildienst)	114
Abbildung 21: Übersicht des Untersuchungsgebietes von Meyer & Wurpts mit seinen morphologischen Einheiten (Quelle: Meyer & Wurpts 2020)	114
Abbildung 22: Lage der Probenahmepunkte für Sedimente (rot: BioConsult, blau: HPA) und Elbe-km (Karte: HPA)	116
Abbildung 23: Mittlere Korngrößenverteilung je Teilgebiet	118
Abbildung 24 : Veränderung der Zusammensetzung der Oberflächensedimente 2014-2020 (aus: Meyer & Wurpts 2020)	121
Abbildung 25: Mittlere Schwebstoffverteilung in der deutschen Nordsee (aus BSH 2021)	123
Abbildung 26: Boxplot und statistische Kennwerte für die im Bereich der Außenelbe erfassten Schwebstoffgehalte (bearbeitete FGG-Hubschrauberlängsprofile, aus BfG 2021)	124
Abbildung 27: Sauerstoffsättigung bei Scharhörn und Cuxhaven der Jahre 2015 bis 2019 (Quelle: BfG 2021, Auswirkungsprognose VS Neuer Lüchtergrund)	125
Abbildung 28: Übersicht über das Untersuchungsgebiet mit nummerierten Bilanzpolygonen	126
Abbildung 29: Zusammenhang von Feinkornanteilen und organischen Kohlenstoffanteilen im Bereich des Verbringgebietes	132
Abbildung 30: Zusammenhang zwischen organischen Kohlenstoffanteilen und Stickstoffgehalten	132
Abbildung 31: Konzentrationen an Hg, b-HCH und HCB in Eiern des Austernfischers (<i>Haematopus ostralegus</i>) und der Flussseeschwalbe (<i>Sterna hirundo</i>) in 2019	140
Abbildung 32: Konzentrationen der Summe der 7 PCB Kongenere in Eiern des Austernfischers (<i>Haematopus ostralegus</i>) und der Flussseeschwalbe (<i>Sterna hirundo</i>) in 2019	141

Abbildung 33: Konzentrationen an ppDDE und ppDDD in Eiern des Austernfischers (<i>H. ostralegus</i>) und der Flusseeschwalbe (<i>S. hirundo</i>) in 2019	141
Abbildung 34: Stoffgehalte der Summe der 7 PCB Kongenere bezogen auf Trockensubstanz in der Nordseegarnele 2016 – 2020 (Bestimmungsgrenze bei 3,5 µg/kg TS)	145
Abbildung 35: Gehalt von Quecksilber bezogen auf Trockensubstanz in der Nordseegarnele 2016-2020	145
Abbildung 36: Seegrasbestände im Nationalpark Niedersächsisches und Hamburgisches Wattenmeer (2019) (aus: http://www.mdi.niedersachsen.de/ , abgerufen im Februar 2021)	153
Abbildung 37: Seegrasbestand und Einzelvorkommen im Neuwerker Watt 2019 (aus Küfog & Steuwer 2020) inklusive Transekten aus dem jährlichen Makrozoobenthosmonitoring des Nationalparks Hamburgisches Wattenmeer (verändert nach Umland 2020)	153
Abbildung 38: Grünalgen- und Seegrasvorkommen (>20% und >60% Dichte) an der nördlichen schleswig-holsteinischen Küste im August 2019 (aus: Dolch et al. 2020)	155
Abbildung 39: Grünalgen- und Seegrasvorkommen (>20% und >60% Dichte) an der südlichen schleswig-holsteinischen Küste im August 2019 (aus: Dolch et al. 2020)	156
Abbildung 40: Verbreitung von Salzwiesen im Wattenmeer (aus: Esselink et al. 2017)	157
Abbildung 41: Verbreitung von Quellerwatt (KWG) im hamburgischen Wattenmeer	158
Abbildung 42: Verbreitung von Schlickgraswatt (KWG) im hamburgischen und niedersächsischen Wattenmeer	158
Abbildung 43: Verbreitung von Salzwiesen im hamburgischen und niedersächsischen Wattenmeer	159
Abbildung 44: Lage des Probenahmegebietes im Bereich der geplanten Verbringstelle VS 749 und der Teilgebiete Fahne, Nahbereich lateral und „R-Gebiet“	160
Abbildung 45: Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer) dargestellt je Teilgebiet. V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West, R bzw. R-01 = „R-Gebiet“	164
Abbildung 46: Dominanzverhältnisse der mittels 1 m-Baumkurre erfassten Fauna (Epifauna und Fische) dargestellt je Teilgebiet. V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West	165
Abbildung 47: Transekten aus dem jährlichen Makrozoobenthosmonitoring des Nationalparks Hamburgisches Wattenmeer (HPA nach Umland 2020)	167
<u>Abbildung 48 a und b: Miesmuschelbänke im Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer (2016), Übersicht und vergrößerter Ausschnitt</u>	170

Abbildung 49: Lage der Probenahmestellen des „Young fish survey“ von 2018-2020 (Thünen Institut)	174
Abbildung 50: Aufwandskorrigierte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte [Ind./km ²] pro Zelle (hier: 10x10 km).	178
Abbildung 51: Anzahl von Kegelrobben im Wattenmeer während des Haarwechsels von 2008-2020 (aus Brasseur et al. 2020)	180
Abbildung 52: Anzahl der Seehunde im Wattenmeer (während des Haarwechsels) von 1975-2020 (Galatius et al. 2020)	183
Abbildung 53: Vorkommen von Stern- und Prachttauchern in der deutschen Nordsee am 21.02.2018 (fluggestützt) (Guse et al. 2018)	197
Abbildung 54: Verteilung der Trottellummen und Tordalke in der inneren Deutschen Bucht im Februar 2018 (aus Borkenhagen et al. 2018)	199
Abbildung 55: Vorkommen des Basstölpels in der deutschen Nordsee bei einer schiffsgestützten Erfassung im Juli 2014 (aus Markones et al. 2015).	200
Abbildung 56: Vorkommen des Eissturmvoels in der deutschen Nordsee bei einer schiffsgestützten Erfassung im Juli 2014 (aus Markones et al. 2015).	201
Abbildung 57: Vorkommen von Dreizehenmöwen in der deutschen Nordsee während einer fluggestützten Erfassung im Mai 2014 (aus Markones et al. 2015)	206
Abbildung 58: Verbreitung von Fluss-, Lach-, Küsten-, Zwerg- und Brandseeschwalbe im Wattenmeer in 2006 und 2012 (aus: Koffijberg et al. 2020)	208
Abbildung 59: Übersicht der Umgebung der Flusseeschwalbenbrutkolonie (aus Hennig et al. 2016)	210
Abbildung 60: Verbreitung der Eiderente im niedersächsischen Wattenmeer im Winter 2020 (aus http://www.mdi.niedersachsen.de/ , abgerufen im Februar 2021)	212
Abbildung 61: Mausergebiete der Brandgans (aus: Umweltbeobachtung Nationalpark Wattenmeer (nationalpark-wattenmeer.de), abgerufen im Januar 2021)	215
Abbildung 62: Die 64 Bilanzräume des hydrodynamisch-numerischen Modells für die mittelräumige Analyse (Karte: HPA)	232
Abbildung 63: Abfluss Neu Darchau April bis Dez. 2016 (Quelle: HPA WI22)	234
Abbildung 64: Bilanzierungsräume zur Ermittlung des großräumigen Transports	238
Abbildung 65: Großräumiger Verbleib des umgelagerten Sediments (in kg TS)	239
Abbildung 66: Sediment am Boden aus der Verbringung: Mittelwert	241

Abbildung 67: Sediment am Boden aus der Verbringung: 95. Perzentil	242
Abbildung 68: Sediment am Boden im Ausschnitt „Cux Watt“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original, Menge 124.660 t TS)	245
Abbildung 69: Sediment am Boden im Ausschnitt „Medem“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original)	247
Abbildung 70: Sediment am Boden im Ausschnitt „Brunsbüttel“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original)	248
Abbildung 71: Schwebstoff aus der Verbringung: Mittelwert	251
Abbildung 72: Schwebstoff aus der Verbringung: 95. Perzentil	251
Abbildung 73: Prozentuale Zunahme des Schwebstoffgehalts durch die Verbringung	253
Abbildung 74: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „CuxWatt“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.	254
Abbildung 75: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „Medem“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.	254
Abbildung 76: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „Brunsbüttel“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.	255
Abbildung 77: Lage der BZR 35 und 54 sowie starke Sedimentationsbereiche in den Hafenbecken Cuxhavens	263
Abbildung 78: ppDDD in schwebstoffbürtigen Sedimenten (2016-2019) der FGG-Messstationen zwischen der Mittelelbe und Cuxhaven in der Fraktion < 2 mm	271
Abbildung 79: Quecksilbergehalt in den Sedimenten vor Cuxhaven (Daten der BfG und der FGG Elbe) und in Silbermöweneiern bei Trischen (UBA) (gelber Balken: Spanne aller für die BZR prognostizierten Quecksilbergehalte, blaue Markierung: Mittelwert der Spanne.)	310
Abbildung 80: Tolerable anhaltende Überdeckungsdicke (cm/Monat) von Feinsand und Schlick für Makrozoobenthosarten (nach Bijkerk et al. 1988, zitiert in Essink 1999)	319
Abbildung 81: Darstellung der Selektionsgebiete S 1 und S 2 in den ICES-Rechtecken 36F8 und 37F8 (aus FIUM 2021)	352

1 Zusammenfassung

Veranlassung

Um ihre hoheitliche Aufgabe, die Gewährleistung der sicheren und leichten Erreichbarkeit des Hamburger Hafens und der planfestgestellten Solltiefen für die Schifffahrt, zu erfüllen, muss die Hamburg Port Authority (HPA) im Rahmen der regelmäßigen Unterhaltung jedes Jahr mehrere Millionen Tonnen Trockensubstanz (tTS) Elbsediment aus den Landeshafengewässern und der Bundeswasserstraße entfernen. Wie sich die Sedimentation in den einzelnen Gebieten entwickelt, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Menge und zeitliche Verteilung des Oberwasserzuflusses aus dem Oberlauf der Elbe. Nimmt dieser in Phasen von Trockenheit im Einzugsgebiet der Elbe ab, hat der Ebbstrom nicht mehr die erforderliche Spülkraft, um Sedimente mit der Tide aus dem Hafenbereich in Richtung Nordsee zu bewegen. Dieser Sachverhalt führt seit 2014 zu einem langanhaltenden niedrigen Oberwasserabfluss, einhergehend mit erhöhten Sedimentablagerungen im Hamburger Hafen. Von der in Hamburg gelegenen Verbringstelle für Baggergut „Neßsand“ verdriften Sedimente bei niedrigem Oberwasser elbaufwärts und müssen dort abermals gebaggert werden (sog. Kreislaufbaggerung) oder sedimentieren außerhalb der unterhaltenen Gewässerbereiche. Um unter den heute bereits herrschenden und auch künftig zu erwartenden Umweltbedingungen flexibel auf die Schwankungen der Randbedingungen für den Sedimenttransport reagieren und ein erfolgreiches Sedimentmanagement betreiben zu können, benötigt die HPA weitere Verbringoptionen, um wesentliche Teile des verbrachten Sediments aus dem Ästuar auszutragen. Diese Verbringoptionen müssen elbabwärts von Brunsbüttel liegen, damit ein anteiliger Austrag der Sedimente aus dem Ästuar auch bei niedrigem Oberwasser gesichert ist. Dies ist auch ein Beitrag zur Umsetzung von Umweltrichtlinien (WRRL, MSRL, FFH- und VS-Richtlinie), u.a. auch des Integrierten Bewirtschaftungsplans Elbeästuar (IBP 2012).

Beschreibung des Vorhabens

Die geplante Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ befindet sich bei Elbe km 749 am südlichen Rand der Hauptrinne der Außenelbe innerhalb der Seewasserstraße des Bundes. Die Verbringstelle ist bis auf weiteres als unterstützende Verbringstelle für Sediment vorgesehen, das aus der Unterhaltung der Bundeswasserstraße stammt und bedarf gemäß § 7 Abs. 3 WaStrG keiner gesonderten Erlaubnis, Genehmigung oder Bewilligung. Sie liegt ca. 1,2 km nördlich der Insel Scharhörn und ca. 5 km nordwestlich von Neuwerk und damit stromab der Trübungszone des Elbästuars. Ihre Flächengröße beträgt 0,2 km² bei einer Länge von ca. 1.200 m und einer Breite von ca. 160 m. Sie liegt außerhalb des betonnten Fahrwassers und weist Wassertiefen von - 17,3 m NHN bis – 22,0 m NHN auf. Die geplante

Verbringstelle befindet sich außerhalb des Nationalparks Wattenmeer, der UNESCO-Welterbestätte, sowie von Fauna-Flora-Habitat- oder Vogelschutzrichtlinie geschützten Bereichen. Sie ist, wie auch die Fahrinne, Teil eines Oberflächenwasserkörpers nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie und Meeressstrategie-Richtlinie.

Der Verbringzeitraum ist vorsorglich auf die kalte Jahreszeit vom 1. November bis 15. März eines jeden Jahres beschränkt, um Umweltwirkungen von vornherein zu minimieren. Der vorliegenden Auswirkungsprognose liegt eine tideunabhängige Umlagerung zugrunde. Die betrachtete maximale Verbringmenge beträgt 1 Mio. t TS pro Jahr. Während des Betriebs von zwei Hopperbaggern wird an einem Tag (24 h) von 2-4 Einbringvorgängen ausgegangen, die jeweils nur wenige Minuten andauern. Es ist mit unterschiedlicher Verbringungsintensität und mit Unterbrechungen der Verbringung durch Geräte verschiedener Größen zu rechnen, damit die Unterhaltung bedarfsgerecht durchgeführt werden kann. Die durchgehende Schifffahrt wird durch den Einbringvorgang inklusive der An- und Abfahrt der Hopperbagger nicht behindert werden.

Zusammensetzung des Baggergutes

Zur Bewertung der Qualität des Hamburger Baggergutes im Rahmen dieser Auswirkungsprognose werden die jährlichen Freigabeanalysen zur Verbringung von Baggergut zur „Tonne E3“ der Jahre 2016 - 2019 zu Grunde gelegt und verschiedene Richtlinien herangezogen. Die Sedimentqualität von 2016-2019 stellt demnach den Rahmen dar, innerhalb dessen auch zukünftig jährlich durchzuführende Freigabeuntersuchungen liegen müssen.

Das Baggergut besteht aus schluffdominierten Feinsedimenten, deren Feinkornanteil (< 63 µm) in den einzelnen Hafenbereichen zwischen 60 und 92 % schwankt und im gewichteten Mittel zwischen 66 und 76 % liegt.

Obwohl sich in Folge niedrigerer Oberwasserabflüsse die Sedimentqualität im Hamburger Hafen deutlich verbessert hat, führen die Gehalte an ppDDE, ppDDD, ppDDT und zum Teil Hexachlorbenzol (HCB) zu einer Einstufung in den GÜBAK Fall 3. Die Stickstoff- und Phosphorgehalte übersteigen sowohl in der Bundeswasserstraße als auch in den Landeshafengewässern den RW 1 der GÜBAK.

Die Umweltqualitätsnormen (UQN) flussgebietsspezifischer Schadstoffe für Schwebstoff/Sediment werden für Metalle deutlich unterschritten. Auch die UQN für einzelne PCB und Triphenylzinn werden von den jeweiligen Stoffgehalten im Baggergut nicht überschritten.

Sowohl bei den Schwermetallen mit Ausnahme von Chrom als auch einigen organischen Schadstoffen liegen Stoffkonzentrationen in den Hafensedimenten oberhalb der Zielvorgaben der OSPAR (EAC (Environmental Assessment Criteria) für PCBs und ERLs (Effect Range-

Low) für weitere organische Schadstoffe und Metalle) vor, wobei Quecksilber und ppDDD die größten Differenzen zum jeweiligen ERL-Wert aufweisen. Bzgl. der TBT erfolgt ein Vergleich mit dem von Duft et al. 2003 aus Biotesten abgeleiteten Wert von 7,2 µg/kg (ermittelt in künstlichen, ungealterten und reinsandigen Sedimenten, der dem OSPAR Wert von 0,8 µg/kg – normiert auf 2,5 % TOC- zugrunde liegt). Die Überschreitungen des Kriteriums liegen für TBT zwischen 5- und 7-fach. Die Nährstoffgehalte der Sedimente zeigen eine Abhängigkeit vom Anteil der organischen Substanz und den Feinkornanteilen.

Der Großteil der Proben der einzelnen Gebiete wies bei den ökotoxikologischen Untersuchungsergebnissen unproblematische Belastungspotenziale auf.

IST-Zustand des Vorhabengebietes und seiner Umgebung

Die Beschreibung des IST-Zustandes dient als Grundlage für die anschließende Prüfung der Vorhabenauswirkungen. Da sich das Untersuchungsgebiet in bzw. am Rand des Geltungsbereiches diverser Umwelt- und Naturschutzrichtlinien (FFH- und Vogelschutzrichtlinie, Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)) befindet, deren Schutzziele möglicherweise durch das Vorhaben betroffen werden könnten, werden zunächst die Schutzgüter und deren Zustand sowie relevante Aspekte des gesetzlichen Biotop- und Artenschutzes behandelt. Der Fokus liegt dabei auf den Schutzgebieten, die in oder nahe von Bilanzierungsräumen liegen, in denen es verbringungsbedingt zu Sedimentauflagen, Schwebstoff- und/oder Schadstoffgehalten in einem Ausmaß kommt, das möglicherweise als (erhebliche) negative Auswirkung zu bewerten wäre. Die sich daran anschließende Beschreibung des IST-Zustands umfasst hydrologische, hydromorphologische und sedimentologische Parameter, Nähr- und Schadstoffe in der Wasserphase und in Sedimenten, Bioakkumulation, Flora und Fauna, sowie FFH-Lebensraumtypen bzw. Biotopen oder Habitaten und deren Zustandseinordnung.

Hydrodynamisch-numerisches BAW Modell

Grundlage für die Ermittlung der Auswirkungen ist die Nachbildung der Sedimentumlagerung in einem hydrodynamisch-numerischen Modell, welches Informationen über die Verteilung des umgelagerten Sediments in der Wassersäule und am Gewässergrund sowie deren zeitlichen Verlauf liefert. Für die Modellierung wurden die morphologischen, hydrologischen und meteorologischen Verhältnisse aus dem Jahre 2016 zugrunde gelegt sowie rezente Peildaten des Elbmündungsgebietes aus dem Jahr 2019 und die Tiefen- und Geometrieänderungen durch die aktuell umgesetzte Fahrrinnenanpassung. Das Modellgebiet umfasst das Elbeästuar vom Wehr Geesthacht bis zur Deutschen Bucht, einschließlich der seitlich angrenzenden Watten. Die seewärtige Grenze reicht von Spiekeroog über Helgoland bis St. Peter Ording und umfasst das Weser-Ästuar und den Jadebusen. Für quantitative Auswertungen wurde das

Modellgebiet zwischen Schwingemündung und Helgoland in 64 sogenannte Bilanzierungsräume (BZR) unterteilt. Der Modellierungszeitraum für die Berechnung der Verteilung des Sediments am Boden betrug 9 Monate, für Schwebstoff 2 Monate. Sedimentmassen werden in kg bzw. kg/m² angegeben, die sich in mm Schichtdicke umrechnen lassen (1 kg/m² entspricht ca. 1 mm). Schwebstoffkonzentrationen werden in g/m³ bzw. mg/l angegeben. Das Modellbaggergut besteht zu vier gleichen Teilen aus den Fraktionen (mittlerer Korndurchmesser in Klammern) *fine silt* (12,0 µm), *medium silt* (23,5 µm), *coarse silt* (46,5 µm) und *very fine sand* (94,0 µm).

Die Modellergebnisse sind als eine nach dem Stand der Technik vorgenommene Annäherung an die zukünftige Morphodynamik zu betrachten. Berechnet werden können nur die vorhabensbedingten Wirkungen, die sich in einer morphologischen Ausprägung niederschlagen, die allerdings aufgrund nicht absehbarer zukünftiger hydrologischer und meteorologischer Randbedingungen nicht exakt prognostizierbar ist. Dies bedeutet:

- Insbesondere die Mengen, die an einem Zeitpunkt zur Ablagerung am Boden kommen bzw. von dort aus verdriften, werden in der real über einen größeren Zeitraum geplanten Verbringung wesentlich kleiner sein als in der Modellierung und anschließenden Skalierung auf 1,0 Mio. t TS. Somit handelt es sich hier um eine auf der sicheren Seite liegende Betrachtung, während in der Realität in vielen Bereichen des Untersuchungsgebietes mit sehr viel niedrigeren Ablagerungsmächtigkeiten und zeitverzögterer Verdriftung zu rechnen ist.
- Die andauernde Wechselwirkung zwischen strömungsbedingt veränderter Unterwassertopographie und Hydrologie wird im Modell nicht nachvollzogen.
- Das Modell berücksichtigt (künftige) Unterhaltungsarbeiten nicht, was dazu führt, dass es z.B. für Hafenbecken in Cuxhaven (BZR 54) oder Brunsbüttel (BZR 08) Sedimentmengen berechnet, die dort tatsächlich aufgrund des Schiffsverkehrs und der laufenden Unterhaltung nicht zu erwarten sind.

Daher kann die Modellierung kein exaktes Abbild der zukünftigen Verhältnisse erstellen. Sie liefert jedoch belastbare Informationen über Transportwege, Sedimentationsschwerpunkte und auch die quantitative Verteilung des umgelagerten Sediments.

Auswirkungen der geplanten Verbringung

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes in Bezug auf die Bewertung potenzieller Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung auf Flora und Fauna sowie Biotope bzw. Lebensraumtypen erfolgt räumlich differenziert, das heißt auf Basis der Modellierungsergebnisse, die angeben, in welchen der 64 BZR es zu einer für die Schutzgüter relevanten Sedimentauflage und/oder erhöhten Schwebstoffgehalten und dadurch zu

erhöhten Schadstoffgehalten kommen kann. Der Bewertungsansatz wird in den entsprechenden Kapiteln detailliert beschrieben.

Hydromorphologie

Die hydro- und morphodynamischen Prozesse der Außenelbe werden vorhabensbedingt nicht verändert. Die Verbringung hat keine Auswirkungen auf Strömung, Wasserstände oder Salzgehalt. Die räumliche Verteilung von Sedimentationsbereichen sowie die Substratverhältnisse ändern sich vorhabensbedingt nicht. Eine Verschlickung zusätzlicher Flächen wird daher nicht erwartet.

Das umgelagerte Baggergut wird nahezu vollständig aus der Verbringstelle ausgetragen, davon 41% als Schwebstoff weiträumig in Richtung Nordsee – auch bei niedrigem Oberwasser. Vor allem gröbere Fraktionen des umgelagerten Baggergutes werden im Mündungstrichter verteilt, wobei elbnahe Wattflächen in deutlich geringerem Umfang betroffen sind als die Fahrinne und Häfen. Der Eintrag in Wattflächen ist größtenteils vorübergehend, da in Phasen mit starkem Seegang und/oder Sturmfluten Sedimente wieder mobilisiert werden. Vorhabensbedingte Sedimenteinträge am Boden sind in vielen Bereichen (insb. Wattflächen) daher nicht dauerhaft.

Die Menge des eingetragenen Sediments aus der Verbringung ist, bezogen auf die Fläche, gering und bewegt sich jährlich in der Größenordnung von Millimetern bis wenigen Zentimetern: Selbst in Bereichen, in denen sich kleinräumig Sediment ablagert, überschreiten die jährlichen Maximaleninträge nur selten 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil). Veränderungen dieser geringen Größe sind unter Wasser nicht und über Wasser nur eingeschränkt messbar. Vor dem Hintergrund der unabhängig von der geplanten Sedimentverbringung stattfindenden morphologischen Dynamik von Watten und Rinnen werden sie im Wirkraum nicht erkennbar sein.

Im Hinblick auf mehrjährige Wirkung der Verbringung bedeutet die „auf der sicheren Seite“ liegende Untersuchung, dass ein einfaches Hochrechnen der für die maximale Jahresmenge von 1 Mio. t TS ermittelten Werte zu einer starken Überschätzung für einen Zeitraum von 5 Jahren führen würde. Da auch andere Unsicherheiten wie die Variabilität der Hydro- und Morphodynamik und der menschlichen Aktivitäten mit zunehmender Dauer des Betrachtungszeitraumes größer werden, wurde in dieser Auswirkungsprognose auf den Versuch verzichtet, langfristige Vorhabenswirkungen quantitativ zu ermitteln. Auf Grundlage der in dieser Untersuchung dargestellten Maximalwerte für die maximale Jahresmenge von 1 Mio. t TS und den Kenntnissen über die maßgeblichen Wirkzusammenhänge kann jedoch geschlussfolgert werden, dass die Hydromorphologie des Vorhabengebietes und der weiträumigen Umgebung durch das geplante Vorhaben auch über einen Zeitraum von 5 Jahren nicht mehr als geringfügig beeinflusst wird. Nur auf der Verbringstelle, ihrer direkten

Umgebung und einigen meist anthropogen geprägten Teilbereichen (BZR 04, 06, 08, 35, 51, 52, 54) übersteigt das im Modell ermittelte kleinräumige Sedimentationsgeschehen (95. Perzentil) die Größenordnung von einstelligen Millimeterbeträgen jährlich. Da das umgelagerte Sediment denselben Transportbedingungen unterliegt wie die vorhandenen Sedimente, wird sich Sediment aus der Verbringung in Bereichen sammeln, in denen auch Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt. Eine Verschlickung zusätzlicher Flächen wird daher nicht erwartet, da sich die für die Sedimentation maßgeblichen hydrologischen Parameter (insb. Strömungsgeschwindigkeiten und Seegang) vorhabensbedingt nicht verändern. In Sedimentationsbereichen, die für die Schifffahrt genutzt werden, wirken Schifffahrt und Unterhaltungsbaggerungen der Sedimentation entgegen. Vorhabensbedingte Veränderungen der Schwebstoffgehalte betreffen vor allem die Verbringstelle und deren nahe Umgebung. Im sonstigen Wirkraum sind sie vor dem Hintergrund der vorhandenen Schwebstoffgehalte unauffällig.

Sauerstoffverhältnisse, Nähr- und Schadstoffeinträge, Ökotoxikologie und Bioakkumulation *Sediment*

Bei einer Verbringung im Winterhalbjahr, auch von feinkörnigen Sedimenten, wird bis auf kurzzeitige und lokal sehr begrenzte Beeinträchtigung im direkten Umfeld der Verbringungsstelle das Auftreten einer zusätzlichen Sauerstoffzehrung im Elbmündungsbereich als unwahrscheinlich eingeschätzt. Aufgrund des stabilen Sauerstoffhaushaltes werden keine Auswirkungen erwartet.

Da laut BfG (2021) die meisten Sedimente im Elbmündungsbereich oberflächennah aerobe Zonen aufweisen, ist eine Freisetzung von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) in die Wasserphase über den Wirkpfad Sedimenteintrag nicht zu erwarten.

Die Bewertung der Schadstoffeinträge erfolgt durch die Überprüfung einer signifikanten Erhöhung der Schadstoffgehalte in Sedimenten in den bewertungsrelevanten Kornfraktionen der GÜBAK. Dabei ist die Überschreitung der erweiterten, parameterspezifischen Messunsicherheit das relevante Kriterium. Darüber hinaus wird eine Bewertung anhand der internationalen, ökotoxikologisch abgeleiteten EAC- und ERL-Kriterien vorgenommen. Dabei werden Stoffgehalte in der Gesamtfraktion bewertet, wobei für die Bewertung der PCB eine Normierung auf 2,5 % TOC erfolgt. Für TBT wird ein aus Biostesten abgeleiteter Wert von 7,2 µg/kg in der Gesamtfraktion zugrunde gelegt (Duft et al. 2003). Diese Berechnungen werden für alle BZR, unabhängig von der Höhe und Dynamik des Baggerguteintrags, durchgeführt.

Die Bewertung wird für ein repräsentatives, elbtypisches Schadstoffspektrum vorgenommen, dass Schwermetalle und organische Schadstoffe umfasst, die aufgrund ihrer Relevanz für z.B. die Umweltqualitätsnormen (UQN) oder aufgrund ihrer Anreicherung in Hafensedimenten (GÜBAK Fall 3) ggf. die stärksten Veränderungen im Küstenbereich erwarten lassen könnten.

Als Berechnungsgrundlage für den Sedimenteneintrag werden die Modellierungsergebnisse der BAW (2021) des mittleren 95. Perzentiles herangezogen.

Die Berechnung der Veränderung von örtlichen Schadstoffgehalten in Sedimenten wird mit zwei Szenarien durchgeführt, bei denen die Herkunft des Baggergutes variiert. Dabei werden zwei Rechenansätze verfolgt. In Rechenansatz „RA a“ wird ein Tiefenbezug von 20 cm (begründet durch Bioturbation und der Van-Veen-Greifer-Probenahme) im Sediment berücksichtigt, Rechenansatz „RA b“ berücksichtigt ausschließlich die Neusedimentation, bestehend aus Baggerguteintrag und Hintergrundsedimentation.

- Für den BZR 52 (V749_HPA), also die Verbringstelle, kann davon ausgegangen werden, dass durch die Verbringtätigkeit die Sedimentqualität lediglich temporär und lokal der Qualität des Hamburger Baggergutes entspricht. Dies ist begründet durch die Ablagerung konsolidierten Schlicks, der sich allerdings innerhalb kurzer Zeiträume auflöst und abtransportiert wird.
- Je nach Bewertungsansatz können darüber hinaus in bis zu 14 Bilanzierungsräumen Schadstoffanreicherungen berechnet werden. Diese Anreicherungen sind kleinräumig sowie überwiegend temporär und messtechnisch nicht nachweisbar.
- Durch die Baggergutverbringung verursachte, messbare Richtwertüberschreitungen nach GÜBAK und OSPAR treten nur in den unterhaltenen Hafenbereichen der BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und 54 (Cux_Hafen) auf. Darüber hinaus lassen sich Schadstoffanreicherungen in den BZR 13 (Scharhörn) und 63 (Neuwerk) zwar berechnen, diese wären aber aufgrund der hohen Sedimentdynamik nur von kurzer Dauer. Darüber hinaus führt ein Verbringzeitraum in der Sturmflutsaison dazu, dass kritische Sedimentablagerungen gänzlich unwahrscheinlich werden.

Ökotoxikologische Auswirkungen

Für die Berechnung der Erhöhungen des ökotoxikologischen Potentials in den Sedimenten der einzelnen BZR wurde die rezente Sedimentation (Baggergutanteil und Hintergrundsedimentation, beides gemäß Modellberechnungen) berücksichtigt. Auch hier wurden zwei Rechenansätze (RA a b) verfolgt.

- Die Erhöhung des ökotoxikologischen Potentials liegt für beide Berechnungsansätze in den meisten BZR unter 0,1. Lediglich für die BZR 54 und BZR 35 wird eine Erhöhung der Toxizitätsklassen von maximal 0,22 bzw. 0,44 für beide Rechenansätze berechnet.
- Insgesamt sind die berechneten Toxizitätsklassen so gering, dass diese messtechnisch nicht erfassbar sein werden und ihre Einordnung höchstens in die Klasse „I“ („sehr gering toxisch belastet“) erfolgt.

- Für eine Prognose über einen längeren Zeitraum, mit wiederholten Verbringungen im Winterhalbjahr, wird das angenommene Verhältnis zwischen Anteil der Sedimentation aus Baggergut und Hintergrund gleichbleiben.

Wasserkörper

Aufgrund der Verbringung des Baggerguts im Winterhalbjahr und den dann vorherrschenden niedrigen Wassertemperaturen wird eine kurzfristige und lokale Sauerstoffzehrung sowie eine mittel- bis längerfristige Sauerstoffzehrung durch Schwebstoffe auch wegen der geringen vorhabensbedingten Änderungen der Schwebstoffkonzentration nicht erwartet.

Auch nach einer längeren Nutzung der Verbringstelle werden keine ökologisch relevanten und messtechnisch nachweisbaren Veränderungen der Nährstoffkonzentrationen erwartet. Da das Algenwachstum im Winter hauptsächlich durch Temperatur und Licht limitiert ist, ist durch eine Zunahme der Nährstoffe kein zusätzliches Algenwachstum zu erwarten. Im Sommer bleibt die berechnete Stickstoffkonzentration weiterhin unter dem Limit der Konzentration, die Algen zum Wachstum brauchen, daher ist auch für den Sommer mit keinem erhöhten Algenwachstum zu rechnen.

Durch die Verbringung von Baggergut kommt es zu einem Eintrag von daran gebundenen Schadstoffen. Für die Wasserphase werden sie gemäß WRRL auf Wasserkörperniveau betrachtet. Im Ergebnis sind die maßnahmenbedingten Schadstoffeinträge jedoch weder in der Lage, eine messbare weitere Konzentrationserhöhung eines Stoffes mit bereits überschrittener Umweltqualitätsnorm in den WRRL-Wasserkörpern zu verursachen noch eine erstmalige UQN Überschreitung auszulösen.

Bioakkumulation

Die Einordnung der Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet zeigt, dass der gute chemische Zustand (WRRL) im Untersuchungsgebiet bereits im IST-Zustand nicht erreicht wird bzw. eine chronische Schädigung der marinen Spezies nicht auszuschließen ist. Anhand der prognostizierten Schadstofferhöhungen in den Sedimenten des Untersuchungsraums sind jedoch weitere Erhöhungen der bereits überschrittenen UQN und OSPAR Kriterien unwahrscheinlich, aber nicht ausgeschlossen.

Aufgrund fehlender Transferfunktion für eine Quantifizierung von Schadstoffgehalten in Biota durch Erhöhungen von Schadstoffgehalten im Sediment und in der Wasserphase kann eine erhöhte Bioakkumulation auf der Verbringstelle, im Nahbereich der Verbringstelle und angrenzenden BZR nicht eindeutig prognostiziert werden. Insgesamt gibt es anhand der vorliegenden Daten jedoch keine Hinweise darauf, dass die Baggergutverbringung zu einer großräumigen erhöhten Bioakkumulation von Schadstoffen in den Organismen führen wird. Ein temporär und kleinräumig auftretendes erhöhtes Bioakkumulationspotential für das lokal

anzutreffende Makrozoobenthos auf der Verbringstelle selbst sowie für den Sedimentationsbereich in den BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und BZR 54 (Cux _Hafen) sowie ggf. einzelner Fische kann hingegen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Habitate, Flora und Fauna

Folgende auf den Toleranzen ausgewählter, sensibler Arten beruhenden Kriterien haben zur Auswahl bewertungsrelevanter BZR geführt:

- Eine Bedeckung der Gewässersohle durch Sediment größer als 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil).
- Ein mittlerer, vorhabensbedingt erhöhter Schwebstoffgehalt von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%.

Des Weiteren spielt deren Lage in Natura 2000 Schutzgebieten und WRRL/ MSRL Wasserkörpern eine Rolle. Außerdem werden vorsorglich die BZR hinzugezogen, in denen o.g. Kriterien zwar nicht erfüllt werden aber in denen mit dem Vorkommen sensibler Arten bzw. Habitaten zu rechnen ist. Wie bereits ausgeführt, entspricht die im Modell errechnete Sedimentation nicht der in Wirklichkeit zu erwartender Entwicklung in den BZR 04, 06, 08, 35 und 54. Außerdem ist eine Vorbelastung durch die andauernde, regelmäßige Unterhaltung in den Häfen vorhanden. Dies bedeutet, dass schlussendlich die BZR 01, 02, 13, 15, 21, 24, 25, 32, 35, 48, 49, 51, 52 und 63 für eine Bewertung der Auswirkungen einer erhöhten Sedimentation und/oder Schwebstoffkonzentration herangezogen werden.

Weitere bewertungsrelevante Aspekte und Kriterien zur Einordnung des Ausmaßes der Auswirkungen auf die Schutzgüter sowie Wirkfaktoren bzw. -pfade werden in den entsprechenden Kapiteln detailliert beschrieben.

Veränderung von Habitatstrukturen

Bezogen auf den Umfang des Untersuchungsgebiets kann insgesamt nicht von einer mehr als geringfügigen und lokalen Betroffenheit der Habitate durch die verbringungsbedingte Sedimentation ausgegangen werden, die nicht von der vorherrschenden natürlichen Sedimentation abzugrenzen ist. Außerdem muss beachtet werden, dass es sich bei der Modellierung um eine „worst case“ Betrachtung handelt. Durch die Baggergutverbringung wird wiederkehrend, aber nur kleinräumig der Lebensraum auf der 0,2 km² großen Verbringstelle (BZR 52), die am Rand der Fahrinne liegt, sowie der unmittelbare Nahbereich (BZR 51; 2,5 km²) nachteilig beeinflusst. Auch wenn der Verbringzeitraum sich auf die Zeit von Anfang November bis Mitte März beschränkt, ist die Beeinträchtigung aufgrund der wiederkehrenden Verbringung als langfristig zu bewerten. Aufgrund der möglichen Regeneration innerhalb des verbringungsfreien Zeitraums werden die Änderungen allerdings als nicht so einschneidend

wie z. B. durch Einbringung von festen Strukturen wie Windkraftanlagen oder einer ganzjährigen Baggergutverbringung bewertet.

Plankton

Da die Verbringung von Baggergut außerhalb der Vegetationsphase von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird, wird insgesamt nur mit geringfügigen Auswirkungen über die Wirkpfade „*Veränderung der auf den Schwebstoffgehalten basierenden Trübung*“ und „*Freisetzung von Nährstoffen durch die Baggergutverbringung (Eutrophierung), sauerstoffzehrenden Substanzen und Schadstoffe*“ auf das Plankton ausgegangen, die keine Verschlechterung des aktuellen Zustands bewirken.

Makrozoobenthos

Für die Wirkpfade „*Störung der Nahrungsaufnahme von filtrierenden Makrozoobenthosarten durch erhöhte Schwebstoffgehalte*“ und „*Freisetzung von schwebstoffgebundenen Schadstoffen und Bioakkumulation*“ kann nicht von mehr als geringfügigen Auswirkungen ausgegangen werden. Für den Faktor „*Überdeckung durch Sedimentation*“ ist aufgrund verschiedener Aspekte davon auszugehen, dass insgesamt nur kleinräumig, d.h. begrenzt auf der Verbringstelle (BZR 52: 0,2 km²) mit langfristigen Auswirkungen auf Anzahl und Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos durch die Überdeckung zu rechnen ist. Langfristig und somit nachteilig sind die Auswirkungen anzusehen, da sie wiederkehrend sind, auch wenn sie jährlich nur auf den Zeitraum von Anfang November bis Mitte März begrenzt sind. Die Auswirkungen werden abgemildert durch in dem entsprechenden Kapitel dargestellten Umstände.

Fische und Neunaugen

Da die Verbringung sich a) auf den Zeitraum von 4 ½ Monaten d.h. von Anfang November bis Mitte März reduziert, b) nur ein sehr kleiner Teil des potenziellen Aufenthaltsgebietes Nordsee und umliegender Ästuare betroffen ist, und c) davon auszugehen ist, dass es in den umliegenden Schutzgebieten zu keiner Beeinträchtigung durch die geplante Aktivität kommt und somit genügend Ausweichmöglichkeiten bestehen, wird davon ausgegangen, dass insgesamt höchstens geringfügige Auswirkungen für einzelne Individuen, aber nicht auf Populationsniveau, zu erwarten sind. Die Verbringstelle befindet sich außerdem in einem natürlicherweise morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem die Organismen ständig Erosions- und Sedimentationsprozessen ausgesetzt sind, die nicht von den Auswirkungen der Baggergutsedimentation abgegrenzt werden können.

Meeressäuger

Schweinswal, Kegelrobbe und Seehund sind sehr mobile Arten und ihre Hauptverbreitungs-, Wurf-, Aufzucht- und Nahrungsgebiete liegen weit entfernt von der Verbringstelle. Aufgrund dieser Entfernung kann für keinen der Wirkpfade „Veränderung des Nahrungsangebotes“, „Bioakkumulation“, „Störungen/Vergrämung durch Lärm und Unterwasserschall“, „Kollision mit Baggerschiffen“ davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen der Baggergutverbringung über eine zwar wiederkehrende, aber nicht über eine lokal und temporär, d.h. auf den Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März und auf die Verbringstelle, begrenzte Beeinträchtigung einzelner Tiere hinausgehen.

Vögel

Aufgrund der im Folgenden zusammenfassend dargestellten Aspekte ist davon auszugehen, dass es höchstens kleinräumig und im Verbringzeitraum wiederkehrend in geringfügigem Maße zu einer Störung einzelner Individuen kommen kann, aber die Populationen der wertbestimmenden Vogelarten nicht beeinträchtigt werden. Außerhalb der Baggergutverbringung in den Monaten Anfang November bis Mitte März werden keine Beeinträchtigungen durch das Vorhaben auftreten. Aufgrund dieses Zeitraums werden das Brutgeschehen und der Aufzucht der Jungvögel nicht betroffen. Der geplante Verbringzeitraum überlappt sich nur partiell mit den durchzugsstarken Zugmonaten. Die Größe des Verbringgebietes ($0,2 \text{ km}^2$) und der betroffenen BZR ist im Vergleich zu dem für die Nahrungssuche zur Verfügung stehenden, nicht durch das Vorhaben betroffenen Lebensraum des Küstenmeers und Wattenmeers sehr klein (Ausweichmöglichkeiten), und liegt zudem am Rand einer bereits aktuell stark befahrenen Wasserstraße. Einige Makrozoobenthos- und Fischarten der Verbringstelle, die als Nahrung für die Vögel dienen, können sich in der verbringfreien Zeit regenerieren bzw. die Verbringstelle, aber auch andere geringfügig betroffene Gebiete neu besiedeln. Das Vorhabengebiet und die betroffenen BZR liegen teilweise weit entfernt von den Vogelschutzgebieten und somit den Hauptverbreitungsgebieten der wertbestimmenden Arten der Schutzgebiete und Nationalparke.

Betroffenheiten von Belangen Dritter

Zusätzlich zu den ökologischen Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung wurden auch die Auswirkungen auf menschliche Nutzungen betrachtet, u.a. da auf deren Bedeutung bereits im „Forum Tideelbe“ hingewiesen wurde. Insbesondere die Fischerei und der Tourismus nehmen als wichtige Nutzungen einen besonderen Raum ein, aber auch Schifffahrt und Küsten- bzw. Hochwasserschutz.

Fischerei

Grundsätzlich wird von der Fischerei nur die Krabbenfischerei beeinträchtigt werden, und zwar während der Verbringphase auf der unmittelbaren Verbringstelle. Diese bleibt jedoch, mit Einschränkungen während der unmittelbaren Verbringung, prinzipiell weiter befischbar. Die Auswirkungen im eigentlichen Verbringgebiet, aber auch im weiteren Umfeld werden vom externen Gutachter (FIUM 2021) als marginal eingeschätzt. Eine Prognose für die kommenden Jahre ist nicht möglich, da die Erlöse der Krabbenfischerei von verschiedenen Einflussfaktoren (u.a. Preis, Absatzmöglichkeiten und jährlich schwankenden Populationsgrößen) bestimmt werden. Diese haben einen wesentlich höheren Einfluss auf die Erlössituation der Fischereibetriebe als die Auswirkungen aus der Verbringstelle, solange diese den Bestand nicht schädigt.

Erholung und Tourismus

Das Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH (NIT) hat 2021 basierend auf Ergebnissen der Verdriftungsmodellierung der BAW (2021) ein Gutachten zur möglichen Betroffenheit tourismuswirtschaftlicher Belange durchgeführt, für die Insel Neuwerk sowie die schleswig-holsteinischen Gemeinden Friedrichskoog, Kaiser-Wilhelm-Koog, Neufelder Koog und Neufeld, und auf niedersächsischer Seite die Stadt Cuxhaven und die Kleinstadt Nordseebad Otterndorf. Dabei beruhen die Einschätzungen der potenziellen Auswirkungen durch das geplante Vorhaben auf einer ganzjährigen Verbringung – und nicht wie geplant auf dem 4 ½ monatigen Zeitraum Anfang November – Mitte März.

Grundsätzlich sind zusätzliche Sedimentauflagen im Wattbereich ein Risiko für tourismuswirtschaftliche Nutzungen in der touristischen Zone von Neuwerk und in der Umgebung von Cuxhaven. Zusammen mit der bereits bestehenden Querungsproblematik der Wattwege können mögliche ganzjährige und seewetterbedingt schwankende Sedimentauflagen zu einer theoretischen, faktisch aber nicht im messbaren Umfang auftretenden weiteren Verschärfung der Erreichbarkeit Neuwerks führen. Die möglichen Betroffenheiten in Folge des Verbringvorhabens sind isoliert betrachtet eher wenig wirkungsvoll und würden für sich genommen nicht zu existenziellen tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen führen. Aber kleinteilige, einzelbetriebliche tourismuswirtschaftliche Auswirkungen, abhängig von der angebotenen Leistung, können nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus ist die Wirkung des geplanten Vorhabens auf die touristischen Angebote des betrachtenden Untersuchungsraums eher gering, d. h. weder fällt eine aktuelle touristische Nutzung vollständig aus, noch werden mögliche Veränderungen der touristischen Angebote zu einer geringeren Nutzung führen.

Schifffahrt

Eine direkte Beeinträchtigung des durchgehenden Schiffsverkehrs ist durch die Verbringung von Baggergut an der Verbringstelle nicht zu erwarten. Aufgrund der vorherrschenden Dynamik des Gebietes wird langfristig nicht mit einer Akkumulation von umgelagertem Sediment auf der Verbringstelle und im Bereich der Fahrinne gerechnet.

In dem Bereich der zu der Insel Neuwerk führenden Fahrinne ist infolge der geplanten Sedimentverbringungen mit Ablagerungen im Millimeterbereich zu rechnen. Selbst wenn diese in der nautisch genutzten Rinne auftreten würden, entstünde daraus keine Minderung der Nutzbarkeit.

Hochwasser- und Küstenschutz

Für Maßnahmen des Küstenschutzes wie Küstenschutzdünen, Wellenbrecher, Deckwerke oder Absperrbauwerke wird kein Effekt auf Funktion oder Verschleiß durch das maßnahmenbedingte minimale Mehrangebot feiner Sedimente erwartet. Grundsätzlich positiv, wenn auch aufgrund der geringen Mengen ebenfalls eher hypothetisch, ist die Bereitstellung von Sediment in Bezug auf das Mitwachsen der Vorländer und Watten zu bewerten.

Auswirkungen für das Weltnaturerbe

In Bezug auf das geplante Vorhaben der Baggergutverbringung in die Hamburger Außenelbe besteht keine rechtliche Anforderung einer Prüfung von Auswirkungen für das Weltnaturerbe; es bedarf auch keiner Information der UNESCO. Für die Erreichung des Zwecks der Welterbe Konvention sind im Einzelfall die jeweils geltenden naturschutzrechtlichen Bestimmungen des Bundes bzw. landesrechtliche Bestimmungen maßgeblich. Da die Nationalparke auch das nationale Schutzregime für die jeweiligen EU- FFH- und Vogelschutz-Gebiete darstellen, basieren der Schutz des UNESCO-Welterbes Wattenmeer und der Schutz der EU-FFH- und Vogelschutz-Gebiete auf derselben Grundlage.

Die Prüfung der Vereinbarkeit der geplanten Baggergutverbringung mit den bestehenden Schutzregimen (IBL Umweltplanung 2022) - insbesondere mit den Erhaltungszielen und maßgeblichen Bestandteilen der entsprechenden Natura 2000 Schutzgebietskulisse - ergab lediglich geringe, aber keine erheblichen Beeinträchtigungen.

Durch die geplante Nutzung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ kann daher nicht von einer Änderung des Schutzstatus des Wattenmeeres gegenüber dem bestehenden Schutzregime, insbesondere durch Nationalparkgesetze, EU- FFH- und Vogelschutzrichtlinie, Wasserrahmen- und Meerestrategierahmenrichtlinie, ausgegangen werden. Die Bedeutung des UNESCO-Welterbes Wattenmeer und damit der Status werden vorhabenbedingt nicht geändert.

Monitoring

Die Aussagen der vorliegenden Auswirkungsprognose beruhen auf den Ergebnissen des hydrodynamisch – numerischen Modells der BAW (2021). Sie können immer nur unter den bereits genannten Modellgrenzen und Randbedingungen gelten. Die tatsächlichen Mengen und die Zusammensetzung des Sedimentes, welches nach dem Verbringungsvorgang absinkt bzw. verdriftet, sind erstens von zukünftigen hydrologischen und meteorologischen Entwicklungen und zweitens von der Unterhaltungspraxis abhängig.

Die künftige Ausprägung relevanter Parameter im Wirkraum der Verbringstelle Hamburger Außenelbe und mögliche Veränderungen gegenüber dem IST-Zustand können durch begleitende Monitoringmaßnahmen erkannt und dokumentiert werden, wobei die Monitoringergebnisse aufgrund der elbtypischen Dynamik und des Zusammenwirkens verschiedener anthropogener Tätigkeiten voraussichtlich keine direkten Rückschlüsse auf Ursachen erlauben werden. Aufgrund der Nähe zur WSV Verbringstelle „Neuer Lüchtergrund“ wurde das Monitoringprogramm nicht nur mit der BUKEA, sondern auch mit der WSV und weiteren Expert:innen (BAW, BfG) abgestimmt.

Die Berichterstattung erfolgt im Rahmen eines integrierten Reports zu den Hamburger Verbringstellen, d.h. zusammen mit dem jährlichen Bericht zur VS Neßsand. Der Auswertungsumfang sowie die Heranziehung von Daten anderer Messprogramme, z.B. der Länder oder der BfG, zur Interpretation der gewonnenen Ergebnisse der VS „Hamburger Außenelbe“ kann unterschiedlich sein und ergibt sich aus den der HPA vorliegenden Daten. Eine übergreifende Evaluierung des Sedimentmanagements und ggf. eine Aktualisierung der Auswirkungsprognose bietet sich nach 2 Jahren an und soll in Abstimmung mit der BUKEA erfolgen. Sollten sich aus dem jährlichen Monitoring Hinweise auf negative Veränderungen ergeben, ist zwischen Vorhabenträgerin und Umweltverwaltung abzustimmen, ob zur Ursachenklärung weitere konkretere Untersuchungen zur jeweiligen Fragestellung bzw. auch Ableitungen von Maßnahmen sinnvoll sind. Dazu erfolgt die Einrichtung einer Facharbeitsgruppe mit Vertretern der HPA und der BUKEA, die sich regelmäßig bzw. anlassbezogen (z.B. beim Vorliegen neuer Erkenntnisse aus Messkampagnen) austauscht.

Vor Beginn des Vorhabens wurde ein Monitoringprogramm entwickelt, welches **Naturmessungen** enthält, die wenn nötig mit **numerischen Modellanwendungen** als Hinweis für mögliche Probenahmestellen rückgekoppelt werden sowie die Ergebnisse **bestehender Messprogramme** einbezieht.

Neue Naturmessungen im Rahmen des Monitorings zur Verbringstelle Hamburger Außenelbe werden mit den Untersuchungen der Auswirkungen der Baggergutverbringung zum Neuen Lüchtergrund abgestimmt und wenn möglich mit bestehenden Kampagnen gekoppelt. Die gewonnenen Daten sollen für beide Verbringstellen genutzt werden.

Es wird ein jährliches Überwachungsprogramm aufgesetzt für Untersuchungen der:

- Gewässermorphologie, Sedimentation und Schwebstofftransport im Bereich der Verbringstelle, ihrer Umgebung sowie in der Elbmündung,
- Nährstoff- und Schadstoffgehalte,
- Ökotoxikologisches bzw. Biotamonitoring und Bioakkumulationsprozesse,
- Entwicklung des Makrozoobenthos auf der Verbringstelle und näheren Umgebung,
- Entwicklung der Seegrasbestände.

Bestehende Mess- und Monitoringprogramme im Rahmen von TMAP, WRRL, MSRL und Natura 2000 sowie zur Verbringstelle „Tonne E3“ werden fortgeführt und die erhaltenen Daten können mit Blick auf das geplante Vorhaben zur Auswertung herangezogen werden. Die Untersuchungsergebnisse sind mit bestehenden Daten bzw. Untersuchungen abzugleichen, um die bestehende Dynamik und natürliche Variation der Prozesse zu berücksichtigen.

2 Hintergrund

2.1 Veranlassung

Für die sichere und leichte seeseitige Erreichbarkeit des Hamburger Hafens ist es notwendig, dass die planfestgestellten Solltiefen für die Schifffahrt verlässlich und in vollem Umfang zur Verfügung stehen. Um die wasserseitige Infrastruktur des Hamburger Hafens instand zu halten, muss die Hamburg Port Authority (HPA) im Rahmen der regelmäßigen Unterhaltung jedes Jahr mehrere Millionen Tonnen Trockensubstanz (tTS) Elbsediment aus den Landeshafengewässern und der Bundeswasserstraße entfernen. Würden diese Sedimente nicht regelmäßig gebaggert und verbracht, käme der Schiffsverkehr auf der Unterelbe und im Hamburger Hafen sukzessive zum Erliegen. Die hoheitlich geforderte Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs wären nicht mehr gegeben.

Hamburg ist dabei keine Ausnahme, denn in allen tidebeeinflussten Häfen weltweit müssen regelmäßig Sedimente entfernt werden, um eine bedarfsgerechte Schifffahrt zu ermöglichen. In Europa fallen durch regelmäßig erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen jährlich über 100 Mio. tTS Sedimente an (SedNet 2004), die zu großen Teilen wieder als natürlicher Bestandteil an anderer Stelle in das Gewässer zurückgegeben werden. Nach Meldungen von OSPAR (Oslo-Paris-Convention) wurden in Europa allein 2013 rund 125 Mio. tTS Sediment im Küstenmeer und im Küstennahbereich verbracht (OSPAR 2014, Abbildung 1).

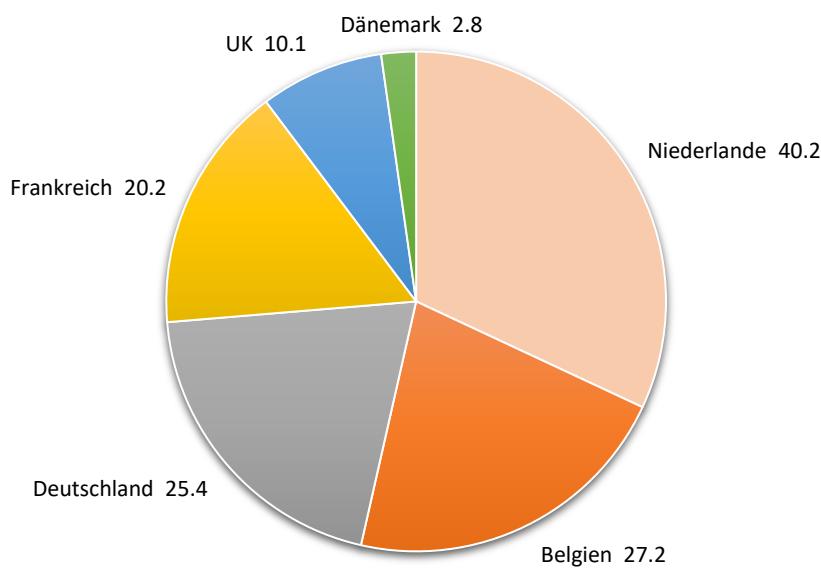


Abbildung 1: Verbrachte Unterhaltungsbaggermengen 2013 im europäischen Küstenmeer und Küstennahbereich (Angaben in Mio. tTS; Quelle OSPAR 2014)

Sedimentationsverhältnisse in Hamburg

Der Hamburger Hafen ist vergleichsweise stark von Sedimentablagerungen betroffen, denn hier spaltet sich der Strom auf und es verlangsamt sich die Fließgeschwindigkeit. Sedimente, die sowohl aus dem Oberlauf der Elbe als auch mit jeder Flut aus Richtung Nordsee nach Hamburg transportiert werden, lagern sich deshalb großflächig in den verkehrskritischen Bereichen des Hamburger Hafens ab.

So kommt es im Bereich Hamburg, also im oberen Teil des Elbstuars, vermehrt zu Sedimentüberschüssen, die durch eine aktive Bewirtschaftung des Gewässers ausgeglichen werden müssen. Der Umfang der Sedimentation in Hamburg ist dabei nicht konstant, sondern schwankt sehr stark von Jahr zu Jahr. Mussten 2011 insgesamt nur 1,66 Mio. tTS Sediment entfernt werden, waren es im Jahr 2015 5,85 Mio. tTS und im Jahr 2019 4,48 Mio. tTS. Wie sich die Sedimentation entwickelt, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Menge und zeitliche Verteilung des Oberwasserzuflusses aus dem Oberlauf der Elbe. Nimmt dieser in Phasen von Trockenheit im Einzugsgebiet der Elbe ab, hat der Ebbstrom nicht mehr die erforderliche Spülkraft, um Sedimente mit der Tide aus dem Hafenbereich in Richtung Nordsee zu bewegen.

Rückgang des Oberwassers

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu Darchau (Mittelelbe, km 536,4), liegt im langjährigen Mittel bei knapp 700 m³/s (Abbildung 2). In den Jahren seit 2014 sind jedoch deutlich unterdurchschnittliche Abflüsse zu verzeichnen: Der Mittelwert der letzten sieben Jahre (2014 bis 2020) beträgt lediglich 473 m³/s.

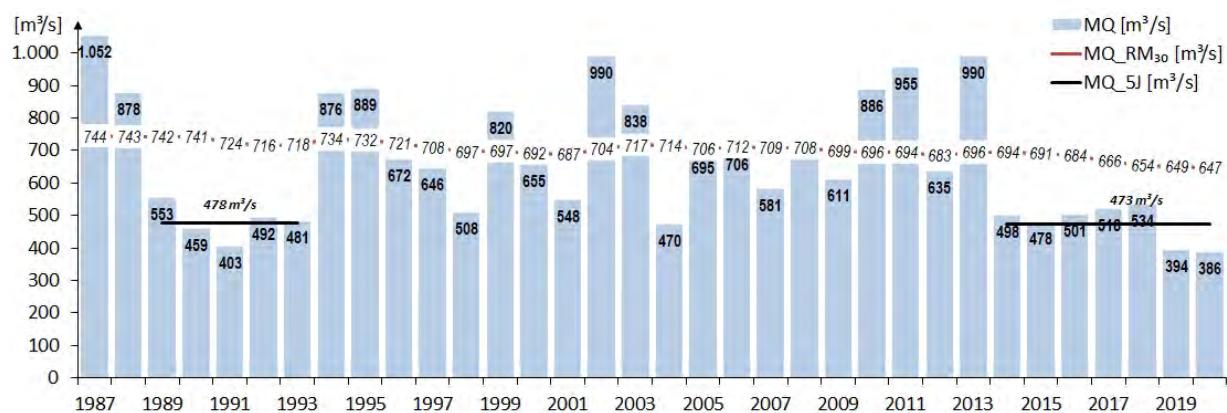


Abbildung 2: Jahresmittelwerte des Abflusses (MQ, in m³/s) Neu Darchau seit 1987. Die Angaben beziehen sich auf gewässerkundliche Jahre (1.11. – 31.10.)

Die mittleren Abflüsse der Jahre 2019 (394 m³/s) und 2020 (386 m³/s) sind die zweit- bzw. dritt niedrigsten Jahreswerte seit Beginn der Datenaufzeichnungen (also seit Ende des 19.

Jahrhunderts); lediglich das Jahr 1934 wies mit 357 m³/s noch extremere Verhältnisse auf. Eine derart lange Phase mit deutlich unterdurchschnittlichen Abflüssen hat es zuvor nicht gegeben.

Kennzeichnend für die letzten Jahre ist zum einen das Ausbleiben der für die Elbe typischen, kräftigen Oberwasserwellen im Frühjahr (März/April) mit Abflüssen deutlich über 2000 m³/s. Diese sorgen im Hamburger Hafen und in der Tideelbe für einen seewärts gerichteten Transport der Sedimente. Allerdings betrug der höchste Abfluss seit 2014 gerade einmal 1360 m³/s (im Januar 2015). Ein nachhaltiger, Richtung Nordsee gerichteter Sedimenttransport hat im größeren Ausmaß zuletzt also nicht stattgefunden.

Zum anderen herrschte während der letzten Sommer oftmals eine extreme und lange anhaltende Trockenheit. So gab es 2018 und 2019 jeweils 85 Tage mit Abflüssen unter 200 m³/s. Bei dieser Zahl muss man sich verdeutlichen, dass es in den 30 Jahren vor Beginn der Trockenphase (1984 bis 2013) *insgesamt* nur 49 Tage mit derart niedrigen Abflüssen gab. Während dieser Trockenphasen ist der stromauf gerichtete Sedimenttransport der Tideelbe besonders stark ausgeprägt.

Unzureichender Austrag von Sedimenten

Dieser langeanhaltende niedrige Oberwasserabfluss führt zu erhöhten Sedimentablagerungen im Hamburger Hafen. Aus der in Hamburg gelegenen Verbringstelle (VS) Neßsand, auf der seit 1995 umlagerfähige Sedimente wieder in das Gewässer eingebracht werden, verdriften Sedimente bei niedrigem Oberwasser elbaufwärts. Sie werden dort abermals gebaggert (sog. Kreislaufbaggerung) oder sedimentieren außerhalb der unterhaltenen Gewässerbereiche.

Bis 2020 war die einzige Möglichkeit der HPA, Sediment aus Hamburg soweit stromab zu verbringen, dass ein Rücktransport durch den Flutstrom ausgeschlossen ist, die in der Nordsee gelegene Verbringstelle „Tonne E3“. Sie wird seit 2005 genutzt und darf entsprechend der Genehmigung pro Jahr bis zu 1,5 Mio m³ Sediment aufnehmen. Die geringe Hintergrundbelastung in diesem relativ küstenfernen Bereich führt jedoch dazu, dass, trotz der inzwischen niedrigen Schadstoffgehalte im gebaggerten Sediment, eine Zunahme von Schadstoffen an der Verbringstelle nicht zu vermeiden ist. Entsprechend eng ist der von der Genehmigung vorgegebene Rahmen: Es gelten niedrige Obergrenzen für den Eintrag von elbtypischen Schadstoffen, und die Genehmigungen sind immer befristet (aktuell bis 2024). So ermöglicht die Verbringstelle „Tonne E3“ zwar den Austrag von Sedimenten aus dem Ästuar, so dass der Anstieg der Sedimentmengen im Hamburger Hafen zumindest begrenzt werden konnte. Allerdings ist dieser Austrag quantitativ zu gering, um die Kreislaufbaggerei so zu reduzieren, dass der Schifffahrt die Sollwassertiefen verlässlich und nachhaltig wirksam zur Verfügung gestellt werden können. Im Jahr 2021 konnte die HPA erstmals zwei Verbringstellen der WSV mitnutzen. Dabei handelt es sich um die Verbringstellen „St.

„Margarethen“ in der Unterelbe (Elbe km 686-690) und „Neuer Lüchtergrund“ in der Außenelbe (Elbe km 730-740). Von der VS St. Margarethen ist der Schwebstoffaustrag aus dem Ästuar geringer als von der weiter stromab gelegenen VS Neuer Lüchtergrund, auf letzterer ist die für HPA verfügbare Kapazität auf 1 Mio. m³ pro Jahr begrenzt (entspricht ca. 400.000 t TS).

Als Ergebnis des unzureichenden Sedimentaustrages hat sich seit 2014 das Sedimentinventar im Hamburger Hafen deutlich erhöht (Abbildung 3). Das bedeutet, dass mehr Sedimente in den Hafen eingetragen werden und sich dort ablagern, als durch natürlichen Sedimenttransport und Unterhaltung wieder ausgetragen werden. Die Folge sind Mindertiefen in von der Schifffahrt genutzten Bereichen und eine verstärkte Sedimentation in Flachwasser- und Wattbereichen. Dies wiederum vermindert das Tidevolumen im oberen Ästuar und befördert den weiteren Anstieg des Tidenhubs, verstärkt die Asymmetrie der Tidekurve und stärkt so den Stromauftransport von Sedimenten.

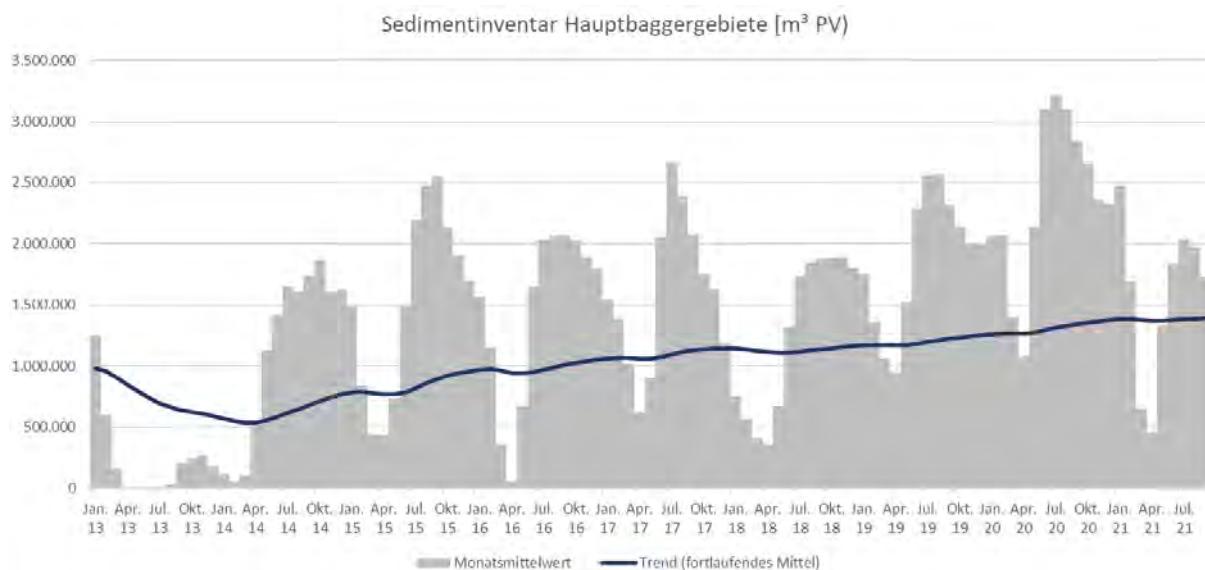


Abbildung 3: Das Sedimentinventar im Zeitraum 2013 bis 2020 in m³ Peilvolumen (PV) (Quelle: HPA)

Gleichzeitig fehlen weiter elbabwärts die Sedimente, die wegen ausbleibender hoher Abflüsse im oberen Ästuar „gefangen“ sind. Schlick und Sand aus der Elbe bilden einen Teil des natürlichen Sedimentdargebotes, aus dem sich die morphologische Entwicklung von Sänden, Watten und Vorländern der unteren Tideelbe und der Küste speist. Wenn – wie in der aktuellen Situation – der natürliche Sedimentaustrag geschwächt ist, beeinträchtigt das auch die Fähigkeit dieser Bereiche, aufzuwachsen bzw. der Erosion zu widerstehen.

2.2 Anforderungen an das zukünftige Sedimentmanagement

Das zukünftige Sedimentmanagement für den Hamburger Hafen und die Tideelbe muss neben den nautischen Anforderungen vor allem zwei Faktoren berücksichtigen: Das Oberwasser, welches die Höhe der Sedimentation und die Rate des Rücktransports im flutstromdominieren Bereich beeinflusst, und somit die Menge der zu verbringenden Sedimente, sowie deren Qualität, die bestimmt, ob und in welcher Menge Baggergut an bestimmte Verbringorte gebracht, oder sogar nutzbringend verwendet werden kann.

Das Oberwasser der Elbe unterliegt jedoch starken interannuellen Schwankungen, zudem ist seine zukünftige Entwicklung nicht genau prognostizierbar. Die lange Dauer der gegenwärtig beobachteten Phase geringen Abflusses aus der Mittelelbe und die aufgrund des Klimawandels in Mitteleuropa erwartete Zunahme von Trockenphasen (laut FGG Elbe 2015) „*ein relativer Rückgang des mittleren Sommerniederschlags von bis zu 15 % für den Zeitraum 2021-2050 bzw. bis zu 25 % für den Zeitraum 2071-2100 gegenüber der Referenzperiode 1961-1990*“ (S. 14)) machen jedoch deutlich, dass für die Planung des künftigen Sedimentmanagements von einem Oberwasser auszugehen ist, das geringer als das bisherige langjährige Mittel von knapp 700 m³/s ist. Auch die Eingriffe in den Wasserhaushalt im Zusammenhang mit dem Braunkohletagebau (FGG Elbe, S. 22) verstärken diese Tendenz. Da der Sedimentaustrag aus dem inneren Ästuar insbesondere bei niedrigem Oberwasser durch das Sedimentmanagement unterstützt werden muss, ist die Schaffung einer oder mehrerer weiterer leistungsfähiger Austragsoptionen ein wesentlicher Beitrag zur Anpassung des Hamburger Hafens an die Folgen des Klimawandels.

Die Erfahrung der vergangenen Jahre hat gezeigt, dass die auf der Verbringstelle Tonne E3 zur Verfügung stehende Kapazität (1,5 Mio. t TS pro Jahr) unter diesen Randbedingungen nicht ausreicht, um genug Sedimente aus dem Ästuar auszutragen.

Eine Verbesserung der Sedimentqualität, wie sie perspektivisch durch natürliche Verdünnung und Sanierungsmaßnahmen im Elbeeinzugsgebiet, erlangt werden könnte, kann den Handlungsspielraum im Umgang mit Baggergut vergrößern. So wären größere Mengen auf den Verbringstellen möglich, oder eine Nutzung des überschüssigen Sediments im Küstenschutz. Grundsätzlich ist die Sedimentqualität in Hamburg umso besser, je weniger Oberwasser abfließt, also in den Phasen eines erhöhten Austragsbedarfs, da dann der Anteil maritimer Sedimente durch den verstärkten Stromauftransport zunimmt.

Das zukünftige Sedimentmanagement muss also einerseits genügend Austragskapazitäten vorhalten, andererseits auf eine Verbesserung der Sedimentqualität hinwirken.

2.3 Notwendigkeit eines verstärkten Sedimentaustrages

Um unter den heute bereits herrschenden und auch künftig zu erwartenden Umweltbedingungen ein erfolgreiches Sedimentmanagement betreiben zu können, benötigt die HPA weitere Verbringoptionen, um wesentliche Teile des verbrachten Sediments aus dem Ästuar auszutragen. Nur so wird die die HPA besser als bisher in der Lage sein, flexibel auf die Schwankungen der Randbedingungen für den Sedimenttransport zu reagieren. Diese Verbringoptionen müssen elbabwärts von Brunsbüttel liegen, damit ein anteiliger Austrag der Sedimente aus dem Ästuar auch bei niedrigem Oberwasser gesichert ist. Indem auf diese Weise die Umlagerung auf die Verbringstelle Neßsand deutlich reduziert wird (Abbildung 4), wird der Baggerkreislauf zwischen der Verbringstelle Neßsand und den Unterhaltungsschwerpunkten des Hafens deutlich gemindert. Dies reduziert den Umfang der Unterhaltungsbaggerung insgesamt. Zudem wird der Schwebstoffhaushalt im oberen Ästuar, der sich auch aus der Umlagerung an der Verbringstelle Neßsand speist, entlastet, was wiederum zu geringeren Sedimentationsraten auch in den ökologisch wertvollen Watt- und Flachwasserbereichen führt. So fördert ein verstärkter Sedimentaustrag durch die Wassertiefenunterhaltung auch den Erhalt von bestehendem Tidevolumen im oberen Ästuar und ist damit auch eine unterstützende Maßnahme für künftige Projekte zur Schaffung von zusätzlichem Tidevolumen.

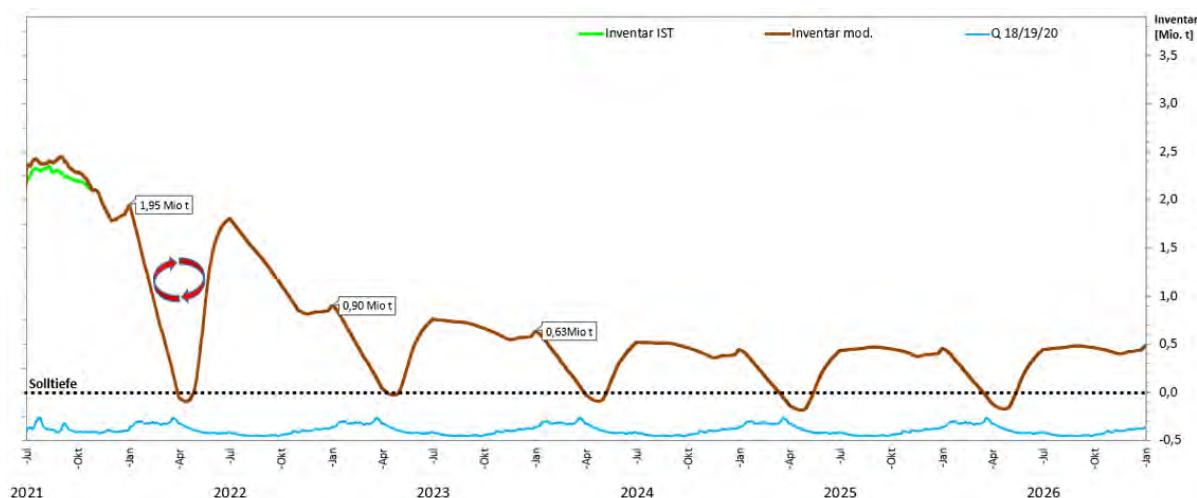


Abbildung 4: Möglicher Abbau des Sedimentinventars im Hamburger Hafen durch verstärkten Austrag von Feinsedimenten (Quelle: Datenmodell HPA)

So zeigt Abbildung 4 die Ergebnisse einer Modelluntersuchung der HPA, wonach ein Austrag von zunächst jährlich 1,9 Mio. t TS, später 1,4 Mio. t TS auch bei einem niedrigen Oberwasser sowohl das Sedimentinventar (Abb. 4, braune Linie) als auch die Umlagermengen auf den Verbringstellen Neßsand (Abb. 5, violett) und Tonne E3 (grau) deutlich verringern kann

(Quelle: Datenmodell der HPA). Dabei wurde das relativ niedrige Oberwasser der Jahre 2018 bis 2020 zugrunde gelegt. Die Gesamtmenge der Unterhaltung des Hamburger Hafens reduziert sich in dieser Beispielrechnung innerhalb von 5 Jahren von 5,9 Mio. t TS/Jahr auf 2,5 Mio. t TS im Jahr. Dies zeigt, dass sich der bei niedrigem Oberwasser verstärkende Sedimentkreislauf zwischen der Verbringstelle Neßsand und dem Hafen deutlich auf die Gesamtbaggermenge auswirkt (siehe auch Weilbeer et al. 2021).

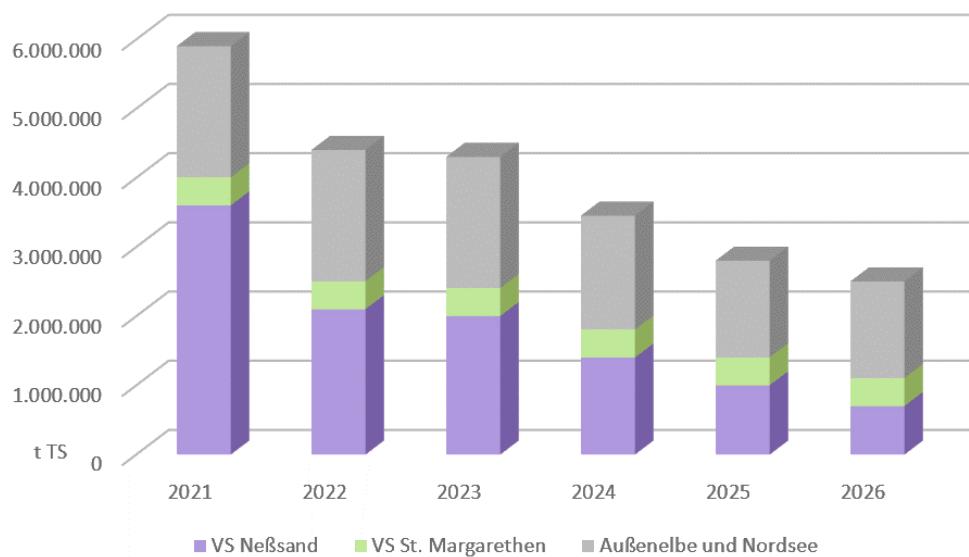


Abbildung 5: Mögliches (hypothetisches) Szenario für die Baggergutverbringung innerhalb und außerhalb des Ästuars (Quelle: Datenmodell der HPA)

Ein verstärkter Austrag von Feinsedimenten aus dem Elbästuar durch eine angepasste Verbringung ist also erforderlich, um angesichts des bereits seit mehreren Jahren anhaltenden und voraussichtlich auch in Zukunft auftretenden niedrigen Oberwasserabflusses ein im Hinblick auf seine Wirtschaftlichkeit und seine Umweltwirkungen effizientes Sedimentmanagement zu betreiben.

2.4 Bisherige Aktivitäten zur Erhöhung des Sedimentaustausches

Die Erhöhung des Sedimentaustauschs als Maßnahme zur Stabilisierung eines unausgeglichenen Sedimenthaushaltes ist bereits seit vielen Jahren ein konsensuales Ziel der zuständigen Verwaltungen an der Tideelbe. So ist die „Umlagerung feinkörniger Sedimente in den ebbstromdominierten Bereich“ ein Ziel des 2008 zwischen HPA und WSV vereinbarten „Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts für die Tideelbe“ (SSMK) welches auch von

den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen in einer gemeinsamen Erklärung unterstützt wurde und über den Fachbeitrag „Wasserstraßen und Häfen“ als Bestandteil des Integrierten Bewirtschaftungsplanes Elbeästuar (Natura 2000) Verankerung fand. Auch ein Gremium internationaler Experten hat das Konzept evaluiert und die grundsätzliche Richtigkeit der Zielsetzungen und Maßnahmen bestätigt.

Fachliche Grundlage dieser gemeinsamen Zielsetzung sind u.a. zwei Systemstudien der Bundeanstalt für Gewässerkunde (BfG 2008 und 2014). So wird in Systemstudie II bemerkt: „Das aus morphologischer Sicht zu verfolgende Ziel eines ausgeglichenen Feinmaterialhaushaltes wird derzeit nicht erreicht. Notwendig ist ein verstärkter Austrag von Feinmaterial aus dem Ästuar, um unter anderem eine Reduzierung bestehender Kreislaufbaggerungen, insbesondere im Bereich Hamburg (...), zu erreichen.“ (BfG 2014: Bericht Sedimentmanagement Tideelbe Strategien und Potenziale - Systemstudie II - Ökologische Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial, S. 9).

Das Dialogforum „Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe“, in dem von 2013 bis 2015 über 40 Interessenvertreter mit HPA und WSV über die zukünftige Entwicklung der Tideelbe diskutierten (FOSUST 2015), favorisiert die quellnahe Reduzierung der Schadstoffe sowie Strombaumaßnahmen in der Tideelbe, um die Sedimentqualität zu verbessern und den Unterhaltungsbedarf zu verringern. Bis zur Wirksamkeit derartiger Maßnahmen empfiehlt auch das Dialogforum eine Flexibilisierung der Unterhaltung mit dem Ziel, den Feinsedimenthaushalt zu stabilisieren. Darüber, dass dies durch eine gesteigerte Verbringung von Unterhaltungsbaggergut in die Bereiche in oder stromab der Trübungszone oder in die Nordsee geschehen muss, herrschte zwischen den Teilnehmern weitgehende Übereinstimmung. In Bezug auf konkrete Verbringorte werteten die Teilnehmer Vor- und Nachteile der Optionen jedoch unterschiedlich. Für den Verbringbereich „Stromab MaxTrüb“, (= stromab des Maximums der natürlichen Trübungszone gelegener Abschnitt der Elbe, etwa ab Elbe km 720) in dem sich die in dieser Auswirkungsprognose untersuchte Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ befindet, wurden als Nachteile insbesondere mögliche Beeinträchtigungen der Nationalparke im Wattenmeer sowie des Tourismus und der Fischerei genannt (Dialogforum „Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe“, FOSUST Ergebnisbericht 2015, S. 14ff). Unter anderem wird folgende Empfehlung vom Forum ausgesprochen: „Die Unterhaltungsstrategie soll durch die Handelnden beständig überprüft, bewertet und angepasst werden („Adaptives Management“ – „Lernende Strategie“) (...)“ (FOSUST Ergebnisbericht S. 87) Eine fachlich- wissenschaftliche Untersuchung und Überprüfung dieser Bedenken fand allerdings im Rahmen des Dialogforums nicht statt.

Das Ziel einer vermehrten Verbringung von Sediment aus Hamburg in Bereiche unterhalb der „residuellen Stromauftransportzone“ wurde von WSV und HPA auch in der Planung der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe verfolgt. Zwar ist die konkrete Ausgestaltung

der Unterhaltungsbaggerung nicht Gegenstand des Ausbauprojektes „Fahrrinnenanpassung“ und der diesbezüglichen Planfeststellungsbeschlüsse. Da aber Ausbau und Unterhaltung ein einheitliches Projekt im Sinne der FFH-Richtlinie bilden, erstreckt sich die Genehmigungswirkung des Planfeststellungsbeschlusses auf beides.

Auch das Genehmigungsverfahren für die Verbringung von Unterhaltungsbaggergut aus Hamburg in die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone in der Nordsee, das die HPA derzeit vorbereitet, wird nicht kurzfristig zu einer zusätzlichen Austragsoption führen. Dieses Verfahren hat Pilotcharakter, so dass weder seine Dauer noch sein Ergebnis sicher planbar sind.

Die HPA benötigt deshalb für einen ausreichenden Austrag von Sediment aus dem Ästuar so schnell wie möglich eine weitere Umlagerungsstelle, die elbabwärts der Zone des Stromauftransportes liegt.

2.5 Beitrag zur Umsetzung von Umweltrichtlinien

Fauna-Flora-Habitat Richtlinie

Die anthropogen erzeugten Sedimentkreisläufe und die dadurch erhöhten Baggermengen wurden schon bei der Erstellung des Integrierten Bewirtschaftungsplans Elbeästuar (IBP), der 2012 erschien, als Problem für die Schutz- und Erhaltungsziele von Natura 2000 erkannt. So benennt der IBP als ein Managementziel von besonderer Bedeutung, das Sedimentmanagement zu optimieren, um die von Baggerungen und Umlagerungen ausgehenden negativen Effekte zu verringern (IBP Elbeästuar 2012, S. 47). Dazu heißt es dort: „*Der im Fachbeitrag 'Wasserstraßen und Häfen' vorgestellte Ansatz zum Strombau- und Sedimentmanagement erscheint grundsätzlich dazu geeignet, den Erhaltungszustand des Ästuars zu verbessern*“ (S. 48). Dieser Ansatz enthält unter anderem die Verbringung von Baggergut aus Hamburg in Bereiche, aus denen ein Wiedereintrieb in das obere Ästuar ausgeschlossen ist. Am besten geeignet ist demnach in Bezug auf Rücktransport, Transportentfernung für Bagger und Ökologie der Elbabschnitt zwischen Brunsbüttel und dem seewärtigen Ende der Außenelbe bei ca. km 760. Aufgrund dort zu erwartender „*subjektiver Betroffenheiten*“ (IBP Fachbeitrag Wasserstraßen und Häfen, S. 76) wurde aber nicht dieser Bereich, sondern die bereits seit 2005 praktizierte Verbringung zu Tonne E3 als vorläufiger Verbringort gewählt. Diese Verbringung in die Nordsee sei jedoch lediglich ein „*zeitlich begrenztes Element des Gesamtkonzeptes*“, denn: „*Der mit den Schwebstoffen und Sedimenten natürlich stattfindende seewärtige Transport führt dazu, dass diese Schadstoffe schon seit langem mit oder ohne Baggerungen das Elbeästuar, die Nebenelben oder die*

Nordsee und ihre Watten erreichen.“ (S. 77). Die Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ liegt laut Fachbeitrag „Wasserstraßen und Häfen“ im vorzugswürdigen Bereich.

Folgende Maßnahmen im Rahmen des IBP Elbästuar beinhalten eine Reduktion der Unterhaltungsbaggermengen im inneren Ästuar:

A 3.3 HH/SH Optimierung des Sedimentmanagements zur Reduktion der Belastung von Wasser und Sediment mit toxischen Stoffen.

A 3.4 HH/SH Optimierung der Unterhaltungsaktivitäten zur Minderung nachteiliger Einflüsse auf den Sauerstoffhaushalt.

A 3.5 HH/SH Optimierung der Unterhaltungsaktivitäten zur Minderung nachteiliger Einflüsse auf die benthische Lebensgemeinschaft

(Quelle: IBP Elbästuar / HH/SH, Maßnahmen von allgemeinem Charakter, A-Maßnahmen, S. 13ff)

Wie bereits ausgeführt, wird der Sedimentaustrag und die Nutzung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ zu einer deutlich verminderten Baggeraktivität im Hamburger Hafen und einer deutlich verminderten Nutzung der Umlagerstelle Neßsand führen und damit zu verminderter Störung der Fauna sowie zu einem geringeren Eintrag zehrungsfähigen Materials an dieser Stelle, was sich positiv auf den Sauerstoffhaushalt auswirken wird. Die Nutzung der in den vorliegenden Unterlagen untersuchten Verbringstelle ist deshalb eine Optimierung des Sedimentmanagements im Sinne der oben genannten IBP-Maßnahmen und damit ein Beitrag zum Schutz und Erhalt des Schutzgebietsnetzes Natura 2000.

Wasserrahmenrichtlinie

Entnahme und Umlagerung von Baggergut belasten biotische und abiotische Qualitätskomponenten der WRRL. Es ist deshalb dem Gewässerschutz zuträglich, die Unterhaltungsaktivitäten möglichst zu minimieren. Dass der Baggerkreislauf im oberen Elbästuar ein hohes Minimierungspotenzial negativer Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten der WRRL aufweist, ist seit Langem bekannt.

Die Maßnahmenprogramme für die ersten beiden Bewirtschaftungszeiträume (2009 – 2015 und 2016 - 2021) enthalten die Maßnahme „Optimierung des Sedimentmanagements in der Tideelbe“. Im Zusammenwirken mit der „Sedimentsanierung der gesamten Elbe“ wird eine Verringerung des Schadstofftransports durch Unterhaltungsbaggerungen sowie eine mengenmäßige Verringerung der Baggerungen angestrebt.

Da diese Ziele bislang nicht erreicht wurden, haben HPA und WSV für den dritten Bewirtschaftungszeitraum (2022 – 2027) unter dem Titel „Adaptives und flexibles Sedimentmanagement Tideelbe“ erneut einen Maßnahmenvorschlag zur quantitativen und

qualitativen Optimierung der Unterhaltung vorgelegt. Als Primärwirkung wird die „Verringerung der Baggermengen und Reduzierung von Kreislaufbaggerei“ angestrebt (Maßnahmenblatt zur Darstellung einer Maßnahme nach Artikel 11 EG-Wasserrahmenrichtlinie im Bereich Tideelbestrom, Kurzbezeichnung: Adaptives Sedimentmanagement Tideelbe, eingereicht für den Bewirtschaftungsplan 2022-2027).

Die Nutzung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ ist durch die damit einhergehende deutliche Reduzierung von Baggermengen im Hafen und Verbringmengen auf der Verbringstelle Neßsand eine Optimierung im Sinne der oben genannten Maßnahmen und ein Beitrag zum Erreichen des guten ökologischen Potenzials im OWK Elbe West.

3 Beschreibung des Vorhabens

3.1 Eignung und Lage der Verbringstelle

Die geplante Verbringstelle (VS) „Hamburger Außenelbe“ befindet sich bei Elbe km 749 am südlichen Rand der Hauptrinne der Außenelbe innerhalb der Seewasserstraße des Bundes. Ihre Nutzung ist bis auf weiteres als unterstützende Verbringstelle für Sediment vorgesehen, das aus der Unterhaltung der Bundeswasserstraße stammt und bedarf gemäß § 7 Abs. 3 WaStrG keiner gesonderten Erlaubnis, Genehmigung oder Bewilligung. Sie liegt ca. 1,2 km nördlich der Insel Scharhörn und ca. 5 km nordwestlich von Neuwerk (Abbildung 6), und damit stromab der Trübungszone des Elbstuars. Die Flächengröße der Verbringstelle beträgt 0,2 km² und hat eine Länge von ca. 1.200 m und eine Breite von ca. 160 m. Sie liegt außerhalb des betonnten Fahrwassers und weist Wassertiefen von - 17,3 m NHN bis – 22,0 m NHN auf (Quelle: HPA, 20210121_Peilplan Neuwerk_1_5000_DHHN2016. Die Koordinaten beziehen sich auf UTM – LS310 und sind:

463999.89 5980900.34

465182.19 5980694.99

465154.81 5980537.35

463972.51 5980742.70



Abbildung 6: Lage der geplanten Verbringstelle und Entfernung zu den Inseln Scharhörn und Neuwerk

Die untersuchte Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ liegt außerhalb des Nationalparks Wattenmeer und außerhalb der UNESCO-Welterbestätte. Sie liegt auch außerhalb von nach Fauna-Flora-Habitat- oder EU-Vogelschutzrichtlinie geschützten Bereichen. Sie ist, wie auch die Fahrinne, Teil eines Oberflächenwasserkörpers nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie und Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie.

Ein weiterer Aspekt bei der Wahl des Verbringortes war zudem, dass entlang der Hauprinne der Außenelbe bereits Verbringstellen durch die WSV betrieben werden (insb. VS Neuer Lüchtergrund bei Elbe km 730-740). Die bisherigen Untersuchungen zu diesen Umlagerungen haben keine erheblichen Beeinträchtigungen identifiziert.

3.2 Verbringmethode

Baggerung, Transport und Ablagerung erfolgen mit Laderaumsaugbaggern („Hopperbaggern“). Unter Berücksichtigung der großen Transportentfernung sind hierfür unterschiedliche Geräte mit einer Größe von ca. 5.000 bis 18.000 m³ Laderaumvolumen (LRV) erforderlich, da nicht alle Landeshafengewässer für großvolumige Laderaumsaugbagger gleichermaßen zugänglich sind, zu kleine Geräte aber unwirtschaftlich wären. Welches Gerät konkret genutzt wird, ist Ergebnis von entsprechenden internationalen Ausschreibungen, an denen sich weltweit operierende Firmen beteiligen. Die Geräte können dabei grundsätzlich in zwei Größenklassen eingeteilt werden. Die Größenklasse 1 ist mit 5.000 bis 10.000 m³ LRV, die Größenklasse 2 mit 10.000 bis 18.000 m³ LRV anzugeben.

Der Verbringzeitraum ist auf die Zeit vom 1. November bis 15. März eines jeden Jahres beschränkt (Länge dieses Zeitfensters: 135 Tage), um Umweltwirkungen von vornherein zu minimieren. Durch die Einschränkung der Verbringung auf diesen Zeitraum mit niedrigen Wassertemperaturen und hohem Sauerstoffgehalt in der Wassersäule wird u.a. das Risiko von Sauerstoffzehrungsprozessen minimiert.

Dieser Auswirkungsprognose liegt eine tideunabhängige Umlagerung zugrunde. Es ist mit unterschiedlicher Verbringungsintensität und mit Unterbrechungen der Verbringung zu rechnen, damit die Unterhaltung bedarfsgerecht durchgeführt werden kann. In dieser Auswirkungsprognose wird die Verbringung einer Sedimentmenge von 1 Mio. t TS pro Jahr betrachtet.

Aus den Sedimentmengen und der angenommenen Größe des Laderaumsaugbagggers ergeben sich folgende Mittelwerte für die Einbringfrequenz (Tabelle 1) (Annahme: 1 tTS entspricht 2,88 m³ Laderaumvolumen, das Laderaumvolumen des Hoppers beträgt 9.000 m³. Diese Annahmen entsprechen denen im BAW-Modell, sowohl das Masse/Volumen-Verhältnis des Sediments als auch die Größe der eingesetzten Hopper werden in der Realität variieren). Dabei ist der Einsatz von mehreren Baggergeräten während einer Verbringkampagne möglich.

Sofern für die Beräumung von unterschiedlichen Bereichen im Hamburger Hafen auch unterschiedliche Geräteanforderungen bestehen, kann es vorkommen, dass HPA zeitweise auf den Einsatz von zwei Laderaumsaugbaggern angewiesen ist. Während des Betriebs von zwei Hopperbaggern ist an einem Tag (24 h) mit 2-4 Einbringvorgängen vor Ort an der Verbringstelle zu rechnen.

Tabelle 1: Einbringmenge und -frequenz des Baggergutes

	Gewicht (t TS)	Laderaumvolumen (m³)	LRV Hopper (m³)	Umläufe p.a.	Umläufe pro Tag
Jährliche Höchstmenge	1.000.000	2.880.000	9.000	320	2,37

Das angewendete Bagger- und Einbringverfahren ist internationaler Stand der Technik. Das Sediment-/Wassergemisch wird am Gewässerboden gelöst und durch eine Saugleitung in den Laderaum des Baggers befördert. Dabei erfolgt prozessbedingt eine Aufnahme von zusätzlichen Wasseranteilen. Auf einen Überlauf des Prozesswassers wird verzichtet, um die Trübung im Hafen nicht zu erhöhen. Das gesamte Transportvolumen wird somit annähernd verdoppelt, ohne dass zusätzliche Feststoffanteile aufgenommen werden. Um in Zukunft die relevante Menge der verbrachten Sedimente als Feststoff transparent darzustellen, wird die auf der geplanten Verbringstelle verbrachte Menge – wie international üblich - in Tonnen Trockensubstanz (tTS) bemessen und veröffentlicht.

Das Baggern – also die Aufnahme des Sediments an der Gewässersohle – dauert ca. eine Stunde. Die Umlaufzeit zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und zurück nimmt - je nach Tide und Baggerort im Hamburger Hafen - ca. 12 bis 13 Stunden in Anspruch. Vor Ort an der Verbringstelle erfolgt zunächst die Positionierung des Laderaumsaugbaggers in einem vorgegebenen Bereich des Verbringfeldes. Der Einbringvorgang wird durch das Öffnen der Bodenklappen eingeleitet. Dadurch wird das im Laderaum befindliche Baggergut in die Wassersäule gegeben, worauf es - abhängig von der Korngröße, Wassertiefe und Strömung - anteilig in Suspension geht bzw. zu Boden sinkt. Der eigentliche Vorgang der Einbringung nimmt nur wenige Minuten in Anspruch.

Die durchgehende Schifffahrt darf durch den Einbringvorgang inklusive der An- und Abfahrt des Laderaumsaugbaggers nicht behindert werden. Eine dauerhafte oder vorübergehenden Sperrung der Verbringstelle für Schifffahrt oder Fischerei ist nicht vorgesehen (Quelle: Mitteilung des Nautischen Inspektors des WSA Cuxhaven, Mail vom 1.2.2021).

3.3 Beschreibung des Baggergutes

3.3.1 Herkunftsorste der Sedimente und Baggergutmengen

Der von Seeschiffen genutzte Bereich im Hamburger Hafen erfordert regelmäßig den größten Unterhaltungsaufwand im Hamburger Hafen. Das betrifft sowohl die Bundeswasserstraße (Delegationsstrecke) als auch die Landeshafengewässer (Hafenzufahrten und -becken) (Abbildung 7).

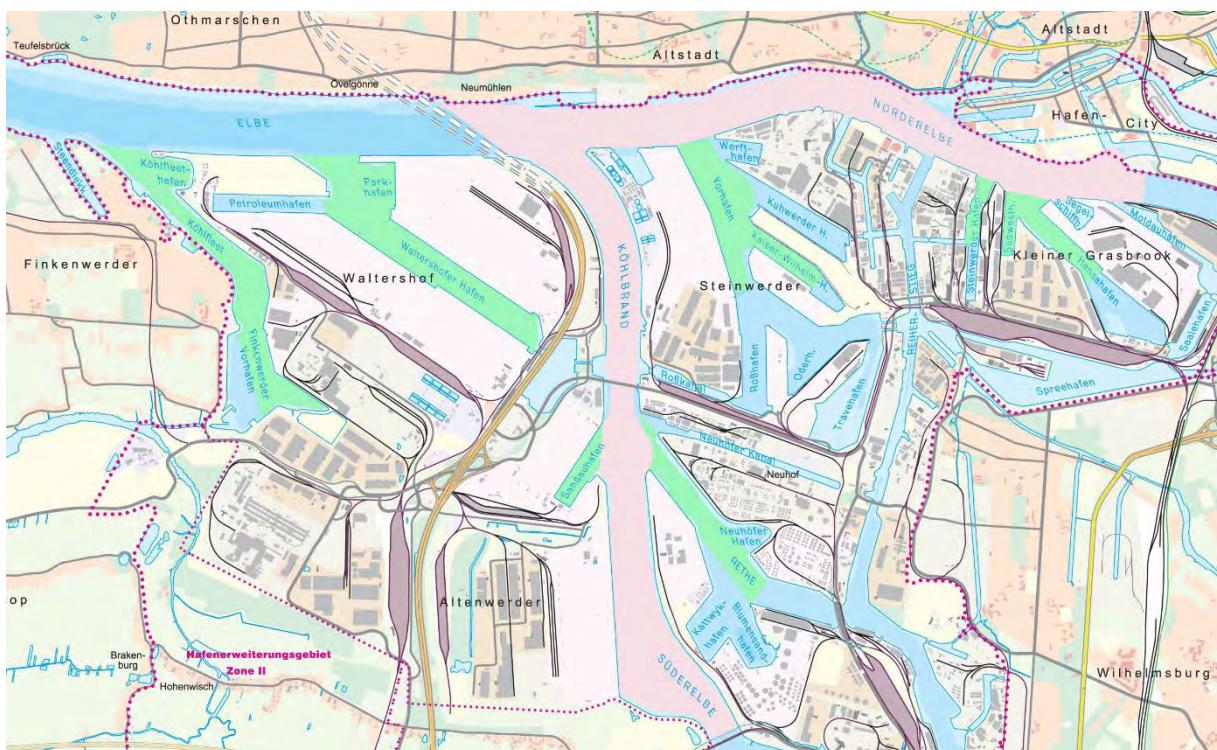


Abbildung 7: Schwerpunkte des Sedimentanfalls im Hamburger Hafen: Landesgewässer (grün) und Bundeswasserstrasse (rosa)

Grundsätzlich ergibt sich die Notwendigkeit der Unterhaltung aus einer Unterschreitung der planfestgestellten Solltiefen. Um diese zu erfassen, werden die aktuellen Wassertiefen regelmäßig durch Peilungen überprüft. Dabei zeigt sich, dass eine ständige Neusedimentation im Hamburger Hafen grundsätzlich flächendeckend in allen Bereichen zu beobachten ist.

Darüber hinaus gibt es strömungsbedingte Sedimentationsschwerpunkte z. B. im Köhlbrand ebenso wie im Bereich der Hafenbeckenzufahrten (Strömungswalzen). Besonders unterhaltungsintensive Bereiche umfassen neben der Stromelbe insbesondere Köhlfleet und Köhlfleethafen, Parkhafen und Waltershofer Hafen, Sandauhafen, Rethel und Vorhafen mit Kaiser-Wilhelm-Hafen. Bezogen auf den Eintrag frischer Sedimente bilden die Hafenbereiche sedimentologisch eine Einheit mit der Stromelbe, denn in ihnen sedimentiert Material aus demselben Schwebstoffdargebot.

Eine genaue Angabe von jährlichen Verbringmengen aus einzelnen Hafengewässern und verschiedenen Abschnitten der Bundeswasserstrasse ist an dieser Stelle nicht möglich, da sie abhängig von zukünftigen Oberwasserabflüssen und Sedimentation in den einzelnen Bereichen ist, die einer natürlichen Variation unterliegen. Um dem Umstand in dieser Vorhabensbeschreibung Rechnung zu tragen, werden innerhalb des quantitativen Rahmens von maximal 1,0 Mio. t TS Baggergut pro Jahr zwei Szenarien betrachtet („worst case“ Betrachtung). Diese Szenarien berücksichtigen die anteiligen Verbringmengen einerseits nur aus der Bundeswasserstraße und andererseits jeweils zur Hälfte aus der Bundeswasserstraße und der Landeshafengewässer.

3.3.2 Freigabeuntersuchung

Für die Bewertung des in die Hamburger Außenelbe zu verbringenden Baggergutes werden die jährlichen Freigabeanalysen zur Verbringung von Baggergut zur Tonne E3 der Jahre 2016 bis 2019 herangezogen. Bewertet wird die Sedimentqualität aus Köhlbrand (KB), Norderelbe Blatt 6 (NE6) & Blatt 7 (NE7) und Süderelbe Blatt 5 (SE 5) (Bundeswasserstraße, BWS) sowie Köhlfleet (Koe), Parkhafen (Pa), Vorhafen (VH), Rethel (Re) und Sandauhafen (Sa) (Landeshafengewässer, LHG). Für die Freigabeuntersuchungen wurden aus den unterschiedlichen Hafenbereichen zwischen 10 und 14 repräsentative Sedimentproben mittels Frahmlot entnommen und in zertifizierten Laboren untersucht, sodass für den betrachteten Zeitraum jeweils zwischen 40 und 56 Sedimentanalysen zur Verfügung stehen. Am Beispiel der Süderelbe, Norderelbe und des Köhlbrands wird deutlich, dass sich aktuell für einzelne Schadstoffe der Trend von abnehmenden Stoffkonzentrationen fortsetzt bzw. stabilisiert (Abbildung 8, Abbildung 9). Grund dafür sind die vermindernten Stoffeinträge aus der mittleren Elbe infolge anhaltend niedrigerer Oberwasserabflüsse und die starke Vermischung mit frischem Material von Unterstrom.

3.3.3 Qualität der Sedimente

3.3.3.1 Zusammensetzung und Schadstoffbelastung des Baggergutes

Basiskenngrößen des Baggergutes

Das Hamburger Baggergut besteht aus schluffdominierten Feinsedimenten. Der Feinkornanteil (< 63 µm) schwankt in den einzelnen Hafenbereichen zwischen 60 und 92 % und liegt im gewichteten Mittel der betrachteten Szenarien zwischen 66 und 76 %. Entsprechend klein sind die Sandanteile, die ihrerseits vom Feinsand dominiert werden. Dabei weist das Baggergut aus der Bundeswasserstraße höhere Sandanteile und damit höhere Trockensubstanzanteile auf und ist durch geringere organische Anteile geprägt (Tabelle 2). Dargestellt sind Mittelwerte aus Freigabeuntersuchungen für die einzelnen Hafenbereiche und gewichtete Mittelwerte für die Bundeswasserstraße (BWS) und Landeshafengewässer (LHG). Umgekehrt ist das Baggergut aus Landeshafengewässern feinkörniger, reicher an organischer Substanz und weniger dicht gelagert.

Tabelle 2: Basiskenngrößen aus Freigabeuntersuchungen 2016 – 2019 des Hamburger Baggergutes.

		KB	NE6	NE7	SE5	Koe	Pa	VH	Sa	Re	Gew. Mittel BWS	Gew. Mittel BWS + LHG
Trockensubstanz	%	46	27	40,5	40	29	33	29	32	27	42	36
TOC	%	2,3	4,1	2,3	3,1	3,5	3,4	3,5	3,9	4,5	2,6	3,1
<20 µm-Fraktion	%	27	64	36	41	59	50	55	53	65	35	45
<63 µm-Fraktion	%	60	90	63	74	88	82	84	86	92	66,7	75,6
Sand	%	40	10	37	26	12	18	16	14	8	33	24

Entsprechend führt die Verbringung von Sedimenten unterschiedlicher Hafenbereiche zu unterschiedlichen Feinkorn- bzw. Sandmengen. Die Übertragung dieser Verhältnisse auf einen Hopperbagger mit einem Laderaumvolumen von 9000 m³ ist in Tabelle 3 dargestellt.

Die Mengenanteile, die in die Mittelwertbildung für die Bundeswasserstraße und Landeshafengewässer eingingen (Tabelle 4), beruhen auf den Verbringmengen der Jahre 2016-2019. Der gemittelte Feinkornanteil liegt zwischen 67 und 76 %. Somit führt die Verbringung von 1 Mio. t TS Baggergut aus der Bundeswasserstraße zum Eintrag von 0,35 Mio. t TS der Fraktion < 20 µm und 0,67 Mio. t TS Feinkorn (< 63 µm) insgesamt, während die Verbringung derselben Gesamtmasse aus Bundeswasserstraße und Landeshafengewässern zu einem Eintrag von 0,45 Mio t TS der Fraktion < 20 µm und zu einem Feinkorneintrag von 0,76 Mio. t TS führen wird.

Tabelle 3: Trockenmassen der Sand- und Feinkornanteile bezogen auf einen Hopperbagger mit 9000 m³ Laderraumvolumen (LRV)

	LRV	Gesamtmasse	Sand	Fraktion < 63 µm	Fraktion < 20 µm
	m ³	t TS	t TS	t TS	t TS
BWS	9000	3780	1247	2521	1323
BWS+LHG	9000	3240	778	2449	1458

Tabelle 4: Anteile der Baggergutzusammensetzung, basierend auf Verbringmengen in die Nordsee bei Tonne E3 von 2016-2019

	BWS	BWS+LHG
	100%	je 50 %
Köhlbrand	0,39	0,19
Süderelbe	0,41	0,21
Norderelbe 7	0,18	0,09
Norderelbe 6	0,02	0,01
Vorhafen		0,18
Köhlfleet		0,07
Reth		0,04
Parkhafen		0,18
Sandauhafen		0,04

Schadstoffe im Rahmen der GÜBAK

Die Bewertung der Schadstoffgehalte beruht auf den mittleren Stoffkonzentrationen der Freigabeuntersuchungen für die Verbringung bei Tonne E3 in der Nordsee der Jahre 2016-2019. Bei der Ermittlung der Mittelwerte wurde bei Messergebnissen, die unter der Nachweisgrenze lagen, dieselbe voll angerechnet, es sei denn, sämtliche Messwerte waren kleiner. Die mittleren Stoffkonzentrationen sind in Tabelle 5 dargestellt. Darüber hinaus enthält die Tabelle sowohl die Richtwerte der GÜBAK als auch die 3-Jahres-Mittelwerte der Schwebstoffmessstelle Seemannshöft im Hamburger Hafen.

Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass die Schadstoffgehalte im Baggergut zur Einstufung in den GÜBAK Fall 3 führen. Grund dafür sind die Gehalte an ppDDE, ppDDD, ppDDT und zum Teil Hexachlorbenzol (HCB) (vgl. Tabelle 5). Dabei zeigt sich auch, dass die Stoffgehalte der Hafensedimente im Schwankungsbereich der Konzentrationen der Schwebstoffe liegen. Darüber hinaus zeigt Abbildung 8, dass sich in Folge niedrigerer Oberwasserabflüsse die Sedimentqualität im Hamburger Hafen auch hinsichtlich kritischer Parameter deutlich verbessert hat. Der Gradient der Schadstoffbelastung (Abbildung 9), verursacht durch Schadstoffeinträge aus dem oberstromigen Einzugsgebiet ist nach wie vor erkennbar, dabei

aber durch die verdünnende Wirkung des stromaufgerichteten Sedimenttransports des „Tidal Pumpings“ nicht mehr so stark ausgeprägt.

Da die Auswirkungsprognose den Rahmen für die Hamburger Verbringaktivitäten setzt, ist durch die verwendeten Freigabeuntersuchungen von 2016 bis 2019 auch ein Rahmen von Höchstgehalten der einzelnen Hafenbereiche (maximale, gemittelte Freigabeergebnisse) gegeben (siehe Anhang 1).

Tabelle 5: Bewertung der mittleren Stoffgehalte von Freigabeuntersuchungen der Jahre 2016-2019 anhand der GÜBAK (RW1 & RW2) sowie der 3 Jahres-Mittelwerte (2017-2019) und Spannbreite der Schwebstoffmessstelle Seemannshöft.

		GÜBAK		BWS/Delegationsstrecke				Landeshafengewässer						Gew. Mittel BWS	Gew. Mittel BWS + LHG	Seemannshöft		
		RW1	RW2	KB	NE6	NE7	SE5	Koe	Pa	VH	Sa	Re	Mittel	Min	Max	Mittel	Min	Max
Anzahl				40	39	42	56	43	40	40	42	40				34	34	34
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	40	120	30	28	30	31	31	31	30	30	29	31	31	20	7,5	34	
Blei < 20 µm	mg/kg TS	90	270	84	76	78	83	82	84	81	82	81	82	82	47	18	89	
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	1,5	4,5	2,7	1,5	1,5	2,5	1,7	2,2	2,0	2,3	1,7	2,4	2,2	1,4	0,39	5,9	
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	120	360	77	68	68	76	75	77	73	70	76	74	75	42	15	61	
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	30	90	68	51	54	66	57	65	62	63	56	64	63	42	12	77	
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	70	210	41	38	38	40	40	41	39	40	40	40	40	29	10	45	
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	0,7	2,1	1,1	0,8	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	0,9	0,4	1,7	
Zink < 20 µm	mg/kg TS	300	900	601	419	439	601	478	532	505	534	462	567	538	308	94	1064	
TBT (Gesamtfraktion)	µg/kg TS	20	100	46	35	38	35	45	43	52	42	41	40	43	34	19	74	
KWST < 63 µm	mg/kg TS	200	600	127	156	88	110	115	138	112	160	136	113	120	kM	kM	kM	
PAK16 < 63 µm	mg/kg TS	1,8	6	1,8	1,6	1,7	1,9	1,6	1,7	1,7	1,8	1,5	1,8	1,8	1,6	0,9	5,4	
PCB7 < 63 µm	µg/kg TS	13	40	17	17	17	18	17	16	19	17	17	17	17	19	12	85	
a-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,5	1,5	0,7	0,5	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	<NWG	<NWG	<NWG	
g-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,5	1,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	<NWG	<NWG	<NWG	
p,p'-DDE < 63 µm	µg/kg TS	1	3	3,7	3,8	3,1	4,3	3,7	4,1	4,2	4,6	4,1	3,8	4,0	6,3	5,2	11,9	
p,p'-DDD < 63 µm	µg/kg TS	2	6	11	11	10	14	11	12	12	13	13	12	12	8,2	5,2	32,8	
p,p'-DDT < 63 µm	µg/kg TS	1	3	5,0	4,0	2,1	7,3	3,2	4,2	5,0	6,6	4,1	5,4	5,0	6,7	5,2	17,7	
PeCB < 63 µm	µg/kg TS	1	3	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,2	<NWG	<NWG	<NWG	
HCB < 63 µm	µg/kg TS	1,8	5,5	7,0	5,6	5,2	8,1	5,6	6,5	6,3	7,9	6,3	7,1	6,8	4,7	2,0	15,8	

*<NWG: Werte kleiner Nachweisgrenze. kM: keine Messung. BLAU: GÜBAK Fall 1 = Messergebnis ≤ RW1; GRÜN: GÜBAK Fall 2 = Messergebnis >RW1 & ≤ RW2, GELB: GÜBAK Fall 3 = Messergebnis >RW2

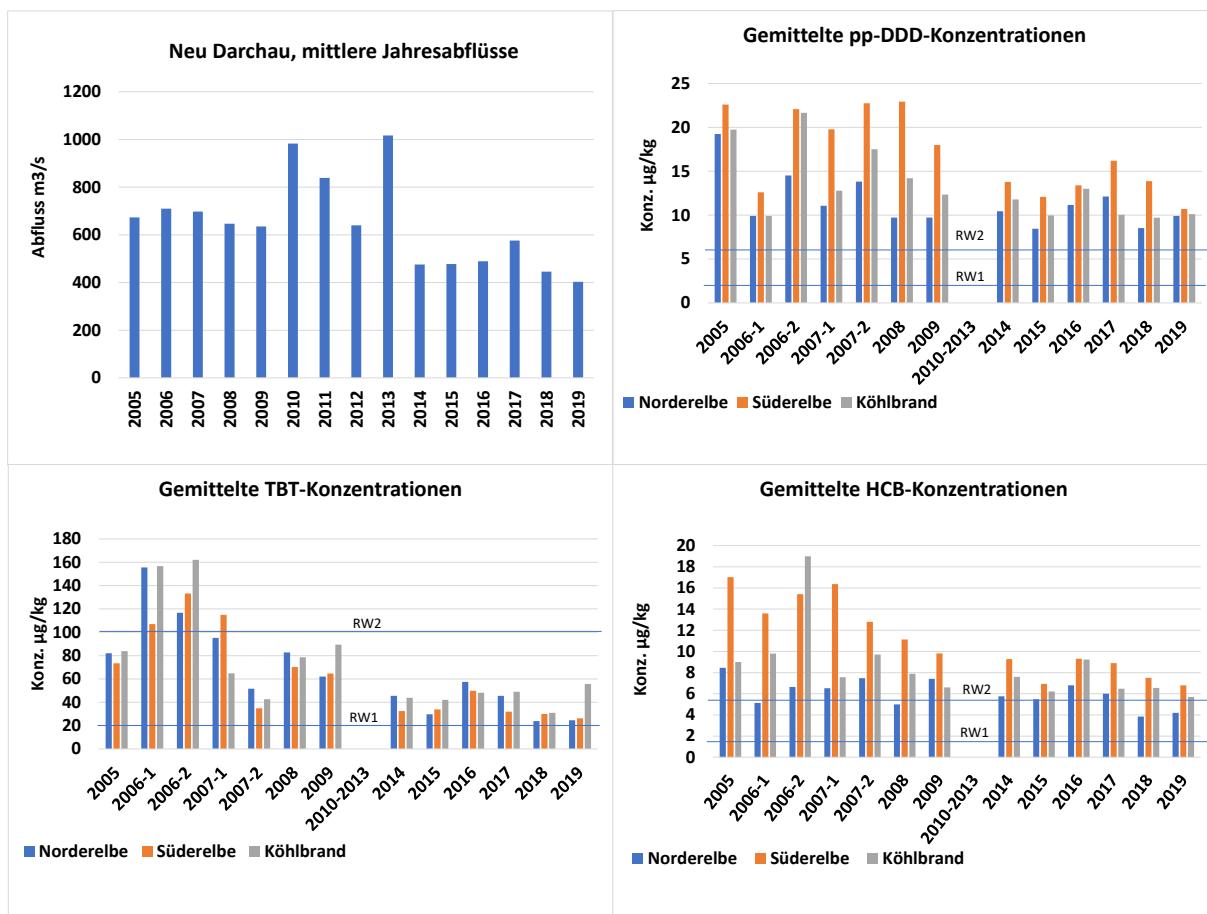


Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung der mittleren Jahresabflüsse in Neu Darchau und ausgewählter Schadstoffgehalte in Sedimenten des Köhlbrands, der Norder- und Süderelbe in der Fraktion < 63 µm

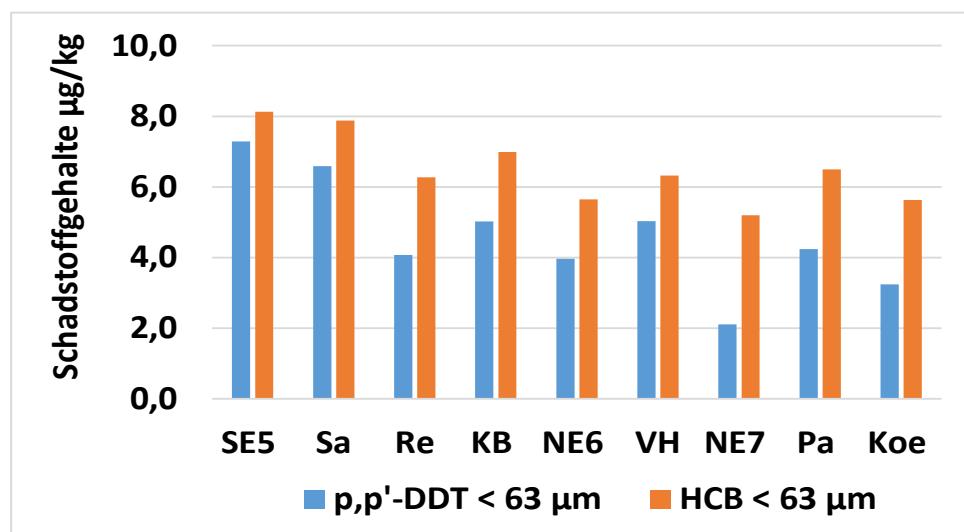


Abbildung 9: Mittlere Schadstoffgehalte aus Freigabeuntersuchungen zwischen 2016 und 2019 in seeschiffstiefen Bereichen entlang des Hamburger Hafens

Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Die flussgebietsspezifischen Schadstoffe werden als ergänzendes Bewertungsinstrument der WRRL zur Beschreibung des ökologischen Zustands und des ökologischen Potentials verwendet. Die Umweltqualitätsnormen (UQN) sind in Anlage 6 der nationalen Oberflächengewässerverordnung festgehalten. Für Sedimente und Schwebstoffe wurde allerdings nur eine begrenzte Anzahl von Stoffen reguliert. Dies sind einige Metalle (As, Cr, Cu, Zn mit den UQNs 40, 640, 160 und 800 mg/kg), ausgewählte PCBs und Triphenylzinn. Die Metalle sind dabei in der Fraktion < 63 µm zu bewerten, die organischen Stoffe in der Fraktion < 2 mm, sofern die Proben einen Feinkornanteil von größer als 50 % aufweisen, was für die Proben des Hamburger Hafens zutrifft.

Auf die erneute Darstellung von Metallgehalten in anderen Kornfraktionen wird hier verzichtet, da das Hamburger Baggergut bereits in der < 20 µm-Fraktion (also bei stärkerer Anreicherung) die UQN für Metalle deutlich unterschreitet (Tabelle 5). Auch auf die Darstellung der Konzentrationen der PCB-Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180 wird hier verzichtet. Die UQN beträgt 20 µg/kg je Kongener und im Hamburger Baggergut ist schon die Summe von sieben zu beobachtenden Kongeneren in der < 63 µm-Fraktion kleiner (Tabelle 6). Für Triphenylzinn liegen von 382 Freigabeanalysen aus dem Hafen insgesamt nur 69 Befunde über der Nachweisgrenze von 1 µg/kg. Die Spannbreite beträgt 1-10 µg/kg. Da die Umweltqualitätsnorm bei 20 µg/kg liegt und als Jahressdurchschnitts-UQN zu bewerten wäre, wird auf eine Mittelwertbildung und Darstellung in Tabellenform verzichtet. Bzgl der übrigen der insgesamt 65 flussgebietsspezifischen Schadstoffe, für die weder im Baggergut des Hafens noch im Rahmen des KEMP (Koordiniertes Elbemessprogramm) an den Elbemessstellen Daten für Schwebstoffe und Sedimente erhoben werden, kann keine Aussage getroffen werden. Dennoch wird das Vorgehen in dieser Auswirkungsprognose, analog zu dem der Bundesoberbehörden (z.B. BfG 2021), als hinreichend und bestmögliche Annäherung für eine Schadstoffbewertung bei Sedimentverbringungen angesehen.

Prioritäre bzw. prioritär gefährliche Schadstoffe

Die prioritären bzw. prioritär gefährlichen Schadstoffe dienen im Rahmen der WRRL der Bewertung des Chemischen Zustandes. Für diese Stoffe wurden Umweltqualitätsnormen für Biota und für die Wasserphase formuliert – jedoch nicht für Sedimente. Da jedoch ein Zusammenhang zwischen Schadstoffen in den Sedimenten und den anderen Matrices besteht (auch wenn dieser noch nicht mit abschließender Genauigkeit beschrieben werden kann), werden in Tabelle 6 für diejenigen Schadstoffe, bei denen Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen im Hamburger Hafen auftreten, die Stoffgehalte in Baggergut und schwebstoffbürtigen Sedimenten der FGG-Messstation Seemannshöft zusammengetragen.

Dabei ist anzumerken, dass mit Ausnahme der PAK die weiteren Stoffgruppen nur in einzelnen Jahren und deutlich verminderter Anzahl im Baggergut untersucht wurden. Mit Ausnahme der PAK und der Dioxine liegen die Stoffkonzentrationen von Bromierten Diphenylethern (BDE), Heptachlor und Perfluoroctansulfonsäure (PFOS) häufig unter bzw. sehr nah an der analytischen Nachweisgrenze. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass schwebstoffbürtige Sedimente und Baggergut vergleichbare Messergebnisse zeigen. Bzgl. der übrigen der insgesamt 56 prioritären Schadstoffe, für die weder im Baggergut des Hafens noch im Rahmen des KEMP (koordiniertes Elbmessprogramm) an den Elbmessstellen Daten für Schwebstoffe und Sedimente erhoben werden, kann keine Aussage getroffen werden. Dennoch wird das Vorgehen in dieser Auswirkungsprognose, analog zu dem der Bundesoberbehörden (z.B. BfG 2021), als hinreichend und bestmögliche Annäherung für eine Schadstoffbewertung bei Sedimentverbringungen angesehen. Auf eine doppelte Darstellung derjenigen prioritären Schadstoffe, die bereits im Rahmen der GÜBAK bewertet wurden, wird verzichtet.

Tabelle 6: Stoffgehalte ausgewählter prioritärer Schadstoffe in Baggergut und schwebstoffbürtigen Sedimenten des Hamburger Hafens. Sonderparameter dienten orientierenden Untersuchungen und wurden lediglich in ausgewählten Hafenbereichen und mit verminderter Frequenz untersucht. < NWG, kleiner Nachweisgrenze.

		BWS/Delegationsstrecke				Landeshafengewässer					Gewichtete Mittel		Seemannshöft		
		KB	NE6	NE7	SE5	Koe	Pa	VH	Sa	Re	BWS	BWS + LHG	Mittel	Min	Max
Fluoranthen -63µm, n=39-56, n=34 in Seemannshöft	mg/kg TS	0,28	0,23	0,24	0,30	0,22	0,25	0,25	0,3	0,22	0,3	0,26	0,24	0,13	0,86
Benzo(b)fluoranthen -63µm, n=39-56, n=34 in Seemannshöft	mg/kg TS	0,17	0,15	0,15	0,18	0,15	0,17	0,17	0,2	0,15	0,2	0,17	0,16	0,10	0,53
Benzo(k)fluoranthen-63µm, n=39-56, n=34 in Seemannshöft	mg/kg TS	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,07	0,1	0,08	0,07	0,04	0,23
Benzo(a)pyren -63µm, n=39-56, n=34 in Seemannshöft	mg/kg TS	0,13	0,11	0,12	0,15	0,12	0,14	0,13	0,14	0,11	0,1	0,13	0,13	0,07	0,41
Benzo(ghi)perlylen -63µm, n=39-56, n=34 in Seemannshöft	mg/kg TS	0,14	0,10	0,12	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,12	0,1	0,14	0,09	0,05	0,29
Sonderparameter															
Dioxine+dIPCB WHO-TEQ, gesamt, n=16 in Seemannshöft aus 2017-2020	ng/kg TS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	12	19
Dioxine I-TEQ, gesamt, n=1-3, insgesamt 17 aus 2018, 2019 und 2020	ng/kg TS	16,5	-	15	16,3	12,4	12,5	17,6	17	22	16,1	15,78	-	-	-
BDE Summe 6, gesamt, n=2, insgesamt 16 im Hafen, nur 2018, NWG 0,3 µg/kg, n=34 in Seemannshöft aus 2017-2019	µg/kg TS	0,34	-	0,32	0,54	0,31	0,31	0,35	0,35	0,5	0,4	0,38	<NWG	<NWG	<NWG
Heptachlor, gesamt, n=2, insgesamt 16 im Hafen, nur 2018, n=34 in Seemannshöft aus 2017-2019	µg/kg TS	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	-	-	-	<NWG	<NWG	<NWG
PFOS, gesamt, n=2-4, insgesamt 24 im Hafen aus 2018+2020, n=34 in Seemannshöft, davon n=6 > NWG 1 µg/kg, aus 2017-2019	µg/kg TS	1,73		1,45	1,76	1,35	1,06	1,66	1,65	2,8	1,7	1,59	1,3	1,1	1,7

Schadstoffbewertung nach OSPAR

Die OSPAR Commission (2021) hat zuletzt in „Updated audit trail of OSPAR Environmental Assessment Criteria (EAC) and other assessment criteria used to distinguish above and below thresholds Series“ Bewertungskriterien u.a. für marine Sedimente zusammengestellt. Die OSPAR verwendet sogenannte EAC (Environmental Assessment Criteria) für PCB und ERL (Effect Range-Low) für weitere organische Schadstoffe und Metalle als Zielvorgaben (siehe auch OSPAR 2009 & 2014), bei deren Unterschreitung davon auszugehen ist, dass keine Gefährdung für die belebte und unbelebte marine Umwelt auftritt. Sie sind also effektbasiert abgeleitet und keine rein statistischen Kennzahlen. Dabei ist für die Bewertung der organischen Schadstoffe in Sedimenten eine Normierung der Stoffgehalte auf 2,5 % TOC vorzunehmen, bzgl. Schwermetallen und Arsen soll eine Normierung auf 5% Aluminium erfolgen. Dies mag in Hafensedimenten funktionieren, aber für die Bewertung überwiegend sandiger Sedimente, wie sie im Küstenmeer vorkommen, führen derartige Normierungen zur Potenzierung von Messunsicherheiten und darüber hinaus zu unplausibel hohen Stoffgehalten. In Anlehnung an BfG (2021) erfolgt daher mit Ausnahme der PCBs eine Bewertung in der Gesamtfaktion. Bzgl. TBT ist anzumerken, dass der vorgeschlagene OSPAR-Wert von dem schwedischen EQS (Environmental Quality Standard) abgeleitet wurde, der seinerseits auf Untersuchungen von Duft et al. 2003 beruht. Die Autoren haben für ihre Sediment-Biotests allerdings reinsandige Sedimente verwendet und mit organischer Substanz aus Buchenlaub versetzt. Eine Alterung von Sedimenten, die mit stärkeren Bindungen des TBT einhergeht, bliebe somit, wie auch differenziertere Kornzusammensetzungen, unberücksichtigt. Daher erfolgt neben dem OSPAR- Kriterium für TBT von 0,8 µg/kg (schwedischer EQS mit Sicherheitsfaktor von 10) ein Vergleich mit dem Originalwert von Duft et al. 2003 in Höhe von 7,2 µg/kg (ermittelt in künstlichen, reinsandigen Sedimenten). Tabelle 7 ist zu entnehmen, dass sowohl bei Schwermetallen mit Ausnahme von Chrom als auch einigen organischen Schadstoffen in Hafensedimenten Stoffkonzentrationen oberhalb der Zielvorgaben der OSPAR vorliegen. Dabei weisen neben TBT (Überschreitung 5-7 fach) vor allem Quecksilber und ppDDD die größten Differenzen zum ERL-Wert auf. Der Faktor der Überschreitung liegt für Quecksilber bei max. 5,2 und bei ppDDD bei max. 5,7.

Tabelle 7: Bewertung mittlerer Stoffgehalte in Sedimenten des Hamburger Hafens anhand von EAC und ERL Zielvorgaben für marine Sedimente

		EAC	ERL	KB	NE6	NE7	SE	Koe	Pa	VH	Sa	Re
Schadstoffe in < 2 mm												
Blei	mg/kg TS	47	30	57	35	44	56	53	55	56	60	
Cadmium	mg/kg TS	1,2	1,1	1,4	0,8	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	
Chrom	mg/kg TS	81	25	54	31	35	50	42	44	45	59	
Kupfer	mg/kg TS	34	31	42	29	36	43	43	46	45	46	
Quecksilber	mg/kg TS	0,15	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	
Zink	mg/kg TS	150	216	325	198	297	327	318	334	357	361	
TBT	µg/kg TS	(0,8)/7,2 ²	46	35	38	35	45	43	52	42	41	
Naphthalin	mg/kg TS	0,16	0,05	0,07	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Phenanthren	mg/kg TS	0,24	0,10	0,13	0,09	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	
Anthracen	mg/kg TS	0,085	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	
Fluoranthen	mg/kg TS	0,6	0,17	0,19	0,15	0,22	0,19	0,20	0,21	0,22	0,20	
Pyren	mg/kg TS	0,665	0,13	0,17	0,13	0,19	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,261	0,08	0,09	0,08	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	
Chrysen	mg/kg TS	0,384	0,08	0,10	0,07	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,43	0,08	0,10	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,10	
Benzo(ghi)perlen	mg/kg TS	0,085	0,09	0,12	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	0,24	0,09	0,10	0,09	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,11	
gamma-HCH	µg/kg TS	3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	2,2	2,2	3,3	1,9	3,2	3,2	3,3	3,5	3,9	3,7	
p,p'-DDD	µg/kg TS	2	6,4	9,3	6,5	10,0	9,8	10,0	10,3	11,4	9,9	
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	4,2	4,9	3,2	6,0	4,9	5,3	5,3	6,7	5,8	
normiert auf 2,5 % TOC												
PCB 28	µg/kg TS	1,7		0,60	0,52	0,62	0,65	0,62	0,64	0,62	0,57	0,48
PCB 52	µg/kg TS	2,7		0,67	0,46	0,64	0,59	0,59	0,60	0,65	0,56	0,46
PCB 101	µg/kg TS	3		1,37	1,18	1,53	1,38	1,37	1,33	1,47	1,22	1,08
PCB 118	µg/kg TS	0,6		0,76	0,68	0,87	0,78	0,78	0,69	0,85	0,64	0,62
PCB 138	µg/kg TS	7,9		2,42	2,09	2,46	2,27	2,32	2,03	2,40	1,87	1,79
PCB 153	µg/kg TS	40		3,03	2,65	3,29	3,03	2,95	2,77	3,18	2,64	2,42
PCB 180	µg/kg TS	12		2,18	1,85	2,21	2,23	1,92	1,89	2,15	1,74	1,63

*(markiert: Überschreitungen der EACs oder ERLs), ²OSPAR 2021 und Duft et al. 2003

Nährstoffe und Sauerstoffzehrungsraten

Die Nährstoffgehalte der Sedimente zeigen eine Abhängigkeit von der organischen Substanz und den Feinkornanteilen. Die Stickstoff- und Phosphorgehalte übersteigen sowohl in der Bundeswasserstraße als auch in den Landeshafengewässern den RW 1 der GÜBAK (Tabelle 8). Dabei weisen die Landeshafengewässer mit höheren Feinkornanteilen und Gehalten an organischer Substanz die höheren Nährstoffgehalte auf.

Tabelle 8: Mittlere Nährstoffgehalte zwischen 2016 und 2019 in Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässern des Hamburger Hafens.

		GÜBAK RW1	KB	NE6	NE7	SE5	Koe	PH	VH	Sa	Re
TOC	Gew. %		2,3	4,1	2,3	3,1	3,5	3,4	3,5	3,9	4,5
Stickstoff	mg/kg TS	1500	2297	4968	2598	3456	4244	3659	4327	4107	5178
Phosphor	mg/kg TS	500	927	1404	943	1256	1530	1359	1422	1511	1596
O₂-Zehrung 180 min	g O ₂ /kg TS		0,8	1,7	1,0	1,2	1,6	1,3	1,8	1,6	2,0

* GRÜN: Messergebnis > RW1, GÜBAK Fall 2

Die Sauerstoffzehrung zeigte von 2016 bis 2019 eine relativ große Variabilität. Die Einzelwerte umfassen eine Spanne von 0,3 bis 2,9 g O₂/kg TS/180 min. Die Mittelwerte der Freigaben zeigen Werte von 0,8 bis 2,0 g O₂/kg TS/180 min und sind abhängig von der Menge an Organischer Substanz. Gemäß der dreistufigen Bewertungsskala von Müller et al. (1998) (Tabelle 9) sind die Sauerstoffzehrungsraten von Köhlbrand (KB), Norderelbe Bl. 7 (NE7), Süderelbe (SE5) und Parkhafen (PH) als „gering bis mittel“ einzustufen. Die Zehrungsraten von Norderelbe Bl 6 (NE6), des Koehlfleets (Koe), des Vorhafens (VH), des Sandauhafens (Sa) und der Reth (Re) sind im Mittel als „erhöht“ zu bewerten.

Tabelle 9: Bewertungsstufen der Sauerstoffzehrung

Bewertung	O ₂ in g/kg TS nach 180 min
Gering bis mittel	0 - 1,5
Erhöht	1,5 - 3
Stark	> 3

3.3.3.2 Ökotoxikologische Belastung des Baggergutes

Für die Bewertung der ökotoxikologischen Belastung der Sedimente werden ebenfalls die Ergebnisse der E3 Freigabeuntersuchungen der Sedimente aus der Hamburger Delegationsstrecke und den Landeshafengewässern, die für eine Verbringung zur VS 749 berücksichtigt werden sollen, der Jahre 2016-2019 genutzt. Die Untersuchung basierte auf den „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern“ (GÜBAK 2009) sowie dem BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" (BfG 2017a, 2020a). Bis zum Jahr 2017 gehörte neben der marinen Biotestpalette auch die limnische Biotestpalette zum Umfang der ökotoxikologischen

Untersuchungen. Da die Sedimente in den marinen Bereich verbracht werden sollen, ist das Baggergut entsprechend dem Bewertungskonzept der BfG aus dem Jahr 2017 mittels der marinen Biotestpalette zu bewerten (BfG 2017a). Die angewendete marine Palette umfasst den Leuchtbakterientest (LBT) sowie den Marinen Algenterst (MAT). Es werden jeweils Porenwasser und Eluate getrennt voneinander untersucht. Der in der marinen Palette ebenfalls durch die BfG empfohlene Corophien Test kann an den Sedimentproben aus der Elbe aufgrund der in den anaeroben tieferen Schichten der Kernproben anzutreffenden hohen Ammoniumkonzentrationen, die ein Störfaktor bei dem Test darstellen, nicht durchgeführt werden.

Gemäß dem Merkblatt der BfG für ökotoxikologische Untersuchungen (2020a) „*wird die von einer Umweltprobe auf einen Modellorganismus ausgehende Toxizität über die erste nicht mehr toxisch wirkende Verdünnungsstufe charakterisiert.*“ Zur zahlenmäßigen Kennzeichnung der ermittelten Toxizität wird der pT-Wert verwendet. Der pT-Wert (potentia Toxicologiae = toxikologischer Exponent) ist der negative binäre Logarithmus des ersten nicht mehr toxischen Verdünnungsfaktors in einer Verdünnungsreihe mit dem Verdünnungsfaktor 2. Der pT-Wert gibt an, um wievielmal eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch wirkt (Krebs 1988, 2000 in BfG, 2020a). Der jeweils höchste pT-Wert, der vier Einzeluntersuchungen einer Probe (LBT + MAT jeweils Porenwasser und Eluat) wird für die Klassifizierung der Probe verwendet und als Toxizitätsklasse gemäß Tabelle 10 übersetzt.

Tabelle 10: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Sedimenten und Baggergut

höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	Verdünnungsfaktor	pT_{max}^* -Wert	Toxizitätsklasse	Ergebnis	Baggergut Klassifizierung
Original	2^0	0	0	Toxizität nicht nachweisbar	Material nicht bzw. unbedenklich belastet
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	Material kritisch belastet
1:16	2^{-4}	4	IV	erhöht toxisch belastet	
1:32	2^{-5}	5	V	hoch toxisch belastet	Material gefährlich belastet
$\leq (1:64)$	$\leq 2^{-6}$	≥ 6	VI	sehr hoch toxisch belastet	

*gemäß HABAB-WSV (BfG 2017c), GÜBAK (2009) und BfG (2020a)

Die ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse, d.h. die Häufigkeiten der aufgetretenen Toxizitätsklassen, der einzelnen Gebiete der Delegationsstrecke sind in Tabelle 11 bis Tabelle 13 abgebildet. Für den Baggerabschnitt Köhlbrand wurden im betrachteten Zeitraum

Toxizitätsklasse von 0 bis IV ermittelt (Tabelle 11). Der Median liegt in den einzelnen Jahren zwischen 0 und 3, für den Gesamtzeitraum betrachtet liegt er bei 1. Das arithmetische Mittel liegt in den einzelnen Jahren zwischen 0,17 und 2,67 und für den Gesamtzeitraum bei 1,32. Ein Großteil der Proben wies dementsprechend unproblematische Belastungspotenziale auf.

Tabelle 11: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Köhlbrands

Gebiet	Köhlbrand	Köhlbrand	Köhlbrand	Köhlbrand	Köhlbrand
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0	6	5		1	12
I	3	1			4
II	1		2	2	5
III			4	1	5
IV				2	2
V					
VI					
Anzahl	10	6	6	6	28
Median	0	0	3	2,5	1
Mittel	0,5	0,17	2,67	2,5	1,32

In Tabelle 12 sind die ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse des Gebiets Norderelbe Blatt 7 dargestellt. Die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen zeigen Toxizitätsklassen zwischen 0 und IV. Der Median liegt in den einzelnen Jahren zwischen 0 und 2, für den Gesamtzeitraum betrachtet liegt er bei 1. Das arithmetische Mittel liegt in den einzelnen Jahren zwischen 0,17 und 2,17 und für den Gesamtzeitraum bei 1. Ein Großteil der Proben wies dementsprechend unproblematische Belastungspotenziale auf.

Tabelle 12: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019, Norderelbe Blatt (Bl.) 7

Gebiet	Norderelbe Bl. 7				
Jahre	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0	6			5	11
I	4	2	4	1	11
II		2	1		3
III		1			1
IV		1	1		2
V					
VI					
Anzahl	10	6	6	6	28
Median	0	2	1	0	1
Mittel	0,4	2,17	1,67	0,17	1

Tabelle 13 zeigt die ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse des Gebiets Norderelbe Blatt 6. Die Ergebnisse zeigen Toxizitätsklassen zwischen I und IV. Der Median liegt in den einzelnen Jahren zwischen 1 und 3, im Gesamtzeitraum liegt er bei 3. Das arithmetische Mittel der einzelnen Jahre liegt zwischen 1,67 und 3,33 und im Gesamtzeitraum bei 2,48.

Tabelle 13: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019, Norderelbe Bl. 6

Gebiet	Norderelbe Bl. 6				
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0					
I	1	1		4	6
II	2	2			4
III	3		4	2	9
IV		2	2		4
V					
VI					
Anzahl	6	5	6	6	23
Median	2,5	2	3	1	3
Mittel	2,33	2,6	3,33	1,67	2,48

Die Ergebnisse der zur Delegationsstrecke zugehörige Baggerabschnitt Süderelbe sind in Tabelle 14 abgebildet. Die Sedimente wurden ebenfalls mit Toxizitätsklassen zwischen 0 und IV klassifiziert, wobei die Mediane und Mittelwerte der Süderelbe ein leicht höheres Belastungsniveau anzeigen als die Sedimente der Norderelbe Bl. 7 und des Köhlbrands. Die ermittelten Mediane der einzelnen Jahre liegen zwischen 1 und 3, für den gesamten Zeitraum liegt der Median bei 3. Die arithmetischen Mittel liegen bei 1,4 bis 2,9 für die einzelnen Jahre und bei 2,36 für den Gesamtzeitraum.

Tabelle 14: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 der Süderelbe

Gebiet	Süderelbe	Süderelbe	Süderelbe	Süderelbe	Süderelbe
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0				1	1
I	5	7	1	1	14
II	1	2	3	1	7
III	7	1	2	4	14
IV	1		4	4	9
V					
VI					
Anzahl	14	10	10	10	45
Median	3	1	3	3	3
Mittel	2,29	1,4	2,9	2,81	2,36

Die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen der Landeshafengewässer Köhlfleet, Parkhafen, Vorhafen, Sandauhafen und Rethen sind in Tabelle 15 bis Tabelle 19 abgebildet. Für die Gebiete Köhlfleet und Parkhafen (Tabelle 15 und Tabelle 16) wurden in allen Jahren Toxizitätsklassen zwischen 0 und II ermittelt. Im Köhlfleet liegen die Mediane zwischen 0 und 0,5 (Mittel: 0,83-1,17) und für den Gesamtzeitraum bei 1 (Mittel: 0,91, Tabelle 15).

Tabelle 15: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Köhlfleets

Gebiet	Köhlfleet	Köhlfleet	Köhlfleet	Köhlfleet	Köhlfleet
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0	1		3	2	6
I	5	5	1	3	14
II		1	2	1	4
III					
IV					
V					
VI					
Anzahl	6	6	6	6	24
Median	1	1	0,5	1	1
Mittel	0,83	1,17	0,83	0,83	0,92

Im Parkhafen liegen die Mediane zwischen 0 und 2, mit einem Median von 1 für den Gesamtzeitraum. Die arithmetischen Mittel liegen zwischen 0,5 und 1,33, mit einem Mittel von 0,85 für den Zeitraum 2016-2019 (Tabelle 16). Alle Proben des Köhlfleets und Parkhafens zeigen ein unbedenkliches ökotoxikologisches Belastungspotential an.

Tabelle 16: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Parkhafens

Gebiet	Parkhafen	Parkhafen	Parkhafen	Parkhafen	Parkhafen
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0	2	3	2	5	12
I	3	3			6
II	2		4	2	8
III					
IV					
V					
VI					
Anzahl	7	6	6	7	26
Median	1	0,5	2	0	1
Mittel	1	0,5	1,33	0,57	0,85

Die Ergebnisse des Sandauhafens sind in Tabelle 17 abgebildet. Die Sedimente wurden meist mit Toxizitätsklassen zwischen 0 und II klassifiziert, zwei von insgesamt 26 Proben wurden

der Toxizitätsklasse IV zugeordnet. Die ermittelten Mediane der einzelnen Jahre liegen zwischen 1 und 2, für den gesamten Zeitraum liegt der Median bei 1. Die arithmetischen Mittel liegen bei 1,25 bis 1,85 für die einzelnen Jahre und einem Mittel von 1,46 für den Gesamtzeitraum. Die meisten Proben des Sandauhafens zeigen ein unbedenkliches ökotoxikologisches Belastungspotential an.

Tabelle 17: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Sandauhafens

Gebiet	Sandauhafen	Sandauhafen	Sandauhafen	Sandauhafen	Sandauhafen
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0			1	3	4
I	2	5	1	2	10
II	4	1	3	2	10
III					
IV			1	1	2
V					
VI					
Anzahl	6	6	6	8	26
Median	2	1	2	1	1
Mittel	1,67	1,67	1,83	1,25	1,46

Die Ergebnisse der Retha sind in Tabelle 18 abgebildet. Die Sedimente wurden mit Toxizitätsklassen zwischen 0 und IV klassifiziert. Die ermittelten Mediane der einzelnen Jahre liegen zwischen 1 und 3, für den gesamten Zeitraum liegt der Median bei 2. Die arithmetischen Mittel liegen bei 1,33 bis 2,57 für die einzelnen Jahre und bei 1,96 für den Gesamtzeitraum. Die meisten Proben der Retha zeigen ein unbedenkliches ökotoxikologisches Belastungspotential an.

Tabelle 18: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 der Retha Blatt 3

Gebiet	Retha Bl. 3				
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0					
I	1	4	2	2	9
II	5	2	3	1	11
III				2	2
IV			1	2	3
V					
VI					
Anzahl	6	6	6	7	25
Median	2	1	2	3	2
Mittel	1,83	1,33	2	2,57	1,96

Die Sedimente des Vorhafens wurden für die Jahre 2016-2019 mit Toxizitätsklassen zwischen 0 und III eingeordnet, eine einzelne Probe wurde mit der Toxizitätsklasse IV klassifiziert (Tabelle 19).

Tabelle 19: Ergebnisse der ökotoxikologischen Freigabeuntersuchungen 2016-2019 des Vorhafens

Gebiet	Vorhafen	Vorhafen	Vorhafen	Vorhafen	Vorhafen
Jahr	2016	2017	2018	2019	2016-2019
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse				
0				1	1
I			1	1	2
II	5	3	4	2	14
III	1	2	1	2	6
IV		1			1
V					
VI					
Anzahl	6	6	6	6	24
Median	2	2,5	2	2	2
Mittel	2,17	2,67	2	1,83	2,17

Die ermittelten Mediane der einzelnen Jahre liegen bei 2 bis 2,5, für den gesamten Zeitraum liegt der Median bei 2. Die arithmetischen Mittel liegen bei 1,83 bis 2,67 für die einzelnen Jahre und bei 2,17 für den Gesamtzeitraum. Die meisten Proben des Vorhafens zeigen ein unbedenkliches ökotoxikologisches Belastungspotential an.

Insgesamt zeigen 76% der untersuchten Sedimente gemäß BfG (2017, 2020) keine bzw. eine unbedenkliche ökotoxikologische Belastung an, während rund 24% der untersuchten Sedimente mit den Toxizitätsklassen III und IV als Ergebnis eine „kritische Belastung“ anzeigen. Eine Toxizitätsklasse von über IV wurde nicht ermittelt. Die Toxizitätsklasse einer Probe stellt jeweils den Maximalwert von jeweils vier einzelnen Tests dar, eine Ausreißerbewertung wird nicht vorgenommen. Es hat sich gezeigt, dass höhere Toxizitäten schlecht reproduzierbar sind, eine Bewertung der ökotoxikologischen Ergebnisse sollte daher vor diesem Hintergrund betrachtet werden (Faetsch et al. 2021). Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen ermitteltem ökotoxikologischem Belastungspotential und Schadstoffkonzentrationen in natürlichen Sedimenten konnte bislang nicht hergestellt werden.

3.4 Alternativenprüfung nach GÜBAK

In den für die Verbringung von Baggergut in Küstengewässern maßgeblichen „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern“ (GÜBAK) wird in Kapitel 1.5 Arbeitsablauf folgendes festgelegt: „*Vor der Ablagerung im Gewässer ist zunächst die Verwendung, Behandlung, Verwertung oder ggf. gesicherte Ablagerung des Baggerguts unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte zu prüfen (s. Kapitel 7). Diese Prüfung ist entsprechend zu dokumentieren.*“ In Kapitel 4 der GÜBAK werden die Prüfanforderungen in Abhängigkeit von der qualitativen Einstufung des Baggerguts konkretisiert. Das zur Verbringung in die „Hamburger Außenelbe“ vorgesehene Baggergut fällt dabei in den Fall 3 da „*mindestens eine Schadstoffkonzentration den Richtwert 2 überschreitet*“. Für diesen Fall sind neben der auch schon für Fall 2 vorgesehenen „*Prüfung der Möglichkeit einer Verwendung oder Verwertung des Baggergutes nach Kapitel 7*“ in dem es heißt:

„*Alternativen zur freien Ablagerung im Gewässer können sein:*

- *Verwendung als Baustoff (z. B. Küstenschutz, Verfüllmaterial für Kolke und neue Ufer- oder Kaiflächen);*
- *Land- oder Biotopgewinnung, Sicherung von Unterwasserböschungen oder Strombauwerken);*
- *Verwendung als Bodenmaterial auf landwirtschaftlichen Flächen;*
- *Verwertung an Land nach Vorbehandlung (z. B. in Küstenschutz und Wegebau, im Land- und Landschaftsbau, als Dichtungsmaterial im Deponie- und Spülfeldbau, zur Rekultivierung von Deponien und Industriefolgelandschaften, als Zuschlagstoff bei der Herstellung von Bauprodukten);*
- *gesicherte Ablagerung im Gewässer;*

zusätzlich sind folgende Bewertungen erforderlich:

- „*2. Prüfung der Herkunft der Schadstoffbelastung und Drängen auf deren Beseitigung, z. B. Information der zuständigen Behörde.*
- 3. Prüfung der Möglichkeit einer technischen Behandlung des Baggergutes (z. B. Abtrennung des höher belasteten Teils des Baggergutes und dessen Ablagerung an Land oder Verwertung von Teilfraktionen) oder Verwendung bzw. Ablagerung der weniger belasteten oder behandelten Anteile im Gewässer.*
- 4. Abwägung von See- und Landablagerung:*
 - *Prüfung und Bewertung der Möglichkeiten zur Isolierung des Baggergutes im Gewässer (z. B. capping oder künstliche Inseln) unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte.*

- *Prüfung, ob eine geeignete Ablagerungsfläche für eine gesicherte Unterbringung des Baggergutes an Land unter Bewertung folgender Faktoren verfügbar ist:*
 - *Risiken für die menschliche Gesundheit,*
 - *Umweltgefährdung im Zusammenhang mit der Landablagerung, (z. B. Schadstofffreisetzung, Ausschluss künftiger Nutzungen, Landschaftsverbrauch),*
 - *Gefahren in Verbindung mit dem Transport und der Landablagerung,*
 - *Wirtschaftlichkeitsüberlegungen (z. B. Kosten für Transport, Energie, Deponierung).*
- *Vergleichende Bewertung der Unterbringungsmöglichkeiten im Gewässer und an Land.“*

Im Folgenden werden die in der GÜBAK genannten zu prüfenden Aspekte betrachtet, wobei zunächst mit den grundsätzlichen Möglichkeiten der Auswirkungsminderung (Punkte 2 und 3) begonnen werden soll, bevor dann die tatsächlichen Alternativen zur geplanten Maßnahme geprüft werden.

„Prüfung der Herkunft der Schadstoffbelastung und Drängen auf deren Beseitigung, z. B. Information der zuständigen Behörde.“

Die verbleibende Schadstoffbelastung der für die Verbringung in die Nordsee vorgesehenen Sedimente entspricht dem elbtypischen Muster und resultiert aus einer Vielzahl insbesondere historischer und zum Teil diffuser Quellen, die sich über das gesamte Einzugsgebiet der Elbe, insbesondere den Flächen der ehemaligen DDR und der Tschechischen Republik verteilen. Alle zuständigen Behörden sind über Ausmaß und Herkunft der Belastungen informiert (FGG/IKSE). Höher belastete (Alt)Sedimente werden in Hamburg an Land verbracht. Die Bestrebungen Hamburgs eine weitere spürbare Reduzierung der Schadstoffbelastung der Elbesedimente durch gezielte Umsetzung von Maßnahmen im Elbe-Einzugsgebiet zu erwirken, haben bislang nicht zu einem Erfolg geführt. Eine kurzfristige Maßnahmenumsetzung mit spürbaren Wirkungen in Hamburg ist daher derzeit nicht absehbar. Damit muss dieser Ansatz einer quellbezogenen Minderung als für den Antragszeitraum nicht umsetzbar bewertet werden. Hamburg wird jedoch weiter alle Möglichkeiten ausschöpfen, die Oberlieger zur Umsetzung wirksamer Maßnahmen zu bewegen und stellt dazu z. B. im Rahmen des Projektes Schadstoffsanierung Elbesedimente (ELSA) finanzielle Mittel und Expertise bereit.

„Prüfung der Möglichkeit einer technischen Behandlung des Baggergutes (z. B. Abtrennung des höher belasteten Teils des Baggergutes und dessen Ablagerung an Land oder Verwertung von Teilfraktionen) oder Verwendung bzw. Ablagerung der weniger belasteten oder behandelten Anteile im Gewässer.“

Höher belastete (Alt-)Sedimente werden seit 1993 in Hamburg an Land gebracht und in der METHA (Anlage zur mechanischen Trennung von Hafensediment) behandelt. Siehe dazu den weiter unten folgenden Abschnitt **Landbehandlung und Deponierung in Hamburg**.

Für eine vergleichbare technische Behandlung großer, geringer belasteter Mengen Baggerguts stehen weder wirtschaftlich vertretbaren Möglichkeiten zur Verfügung. Auch können die technischen Kapazitäten nicht mit vertretbarem Aufwand geschaffen werden, um die bei der Wassertiefeninstandhaltung Hamburgs anfallenden Mengen zu behandeln (die mittlere Jahreskapazität der METHA beträgt 300.000 Tonnen). Weltweit wird Baggergut, wenn es in irgendeiner Form behandelt werden soll, an Land verbracht, wodurch der Aufwand im Vergleich zur Verbringung im Gewässer um ein Vielfaches steigt und auch nicht die für die Wassertiefenunterhaltung erforderlichen Leistungen erzielt werden können. Verwertungs-, Verwendungs- oder Ablagerungsoptionen werden im Rahmen der untenstehenden Alternativenprüfungen betrachtet.

„Prüfung und Bewertung der Möglichkeiten zur Isolierung des Baggergutes im Gewässer (z. B. capping oder künstliche Inseln) unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte.“

Die Funktionsweise einer Verbringstelle wie der „Hamburger Außenelbe“ hat zum Prinzip, dass sich das dort verbrachte Baggergut mit der Strömungen fortbewegt und weiter am natürlichen Transportgeschehen teilnimmt. Dies dient dazu, einen Mangel an Sediment im Bereich der Elbmündung zu vermeiden. Somit ist ein sog. Capping, also das Abdecken des umgelagerten Sediments mit einer Deckschicht, keine Option, da es dem Funktionsprinzip des Vorhabens grundsätzlich entgegenstünde.

Künstliche Inseln („*Sandinseln in der Elbmündung*“) sind als Idee nicht neu und wurden z.B. im Dialogforum Tideelbe (FOSUST 2015) diskutiert. Sie wären technisch grundsätzlich realisierbar. Aufgrund der damit verbundenen komplexen hydromorphologischen Auswirkungen, den vielfältigen Betroffenheiten und dem damit in jedem Fall erforderlichen langwierigen Genehmigungsverfahren (mit ungewissem Ergebnis) stellt diese Möglichkeit derzeit keine Alternative für das Vorhaben dar. Zudem hat sich sowohl das Dialogforum Tideelbe (FOSUST 2015) als auch das Forum Tideelbe nicht für eine weitere Prüfung derartiger Maßnahmen ausgesprochen.

„Prüfung, ob eine geeignete Ablagerungsfläche für eine gesicherte Unterbringung des Baggergutes an Land (...) verfügbar ist“

Zur Prüfung landseitiger Unterbringungsalternativen werden in der GÜBAK verschiedene Bewertungskriterien genannt:

- „*Risiken für die menschliche Gesundheit*“ sind grundsätzlich auszuschließen, denn eine landseitige Verbringung (z. B. Deponierung) kann ohnehin nur genehmigt werden, wenn diese ausgeschlossen werden können.
- Eine „*Umweltgefährdung im Zusammenhang mit der Landablagerung*, (z. B. Schadstofffreisetzung, Ausschluss künftiger Nutzungen, Landschaftsverbrauch)“, kann zumindest für den Aspekt Schadstofffreisetzung ausgeschlossen werden, denn sonst wäre eine Landablagerung nicht genehmigungsfähig. Künftige Flächennutzungen werden aber deutlich eingeschränkt, zum einen aufgrund der Belastungen, da etwa eine landwirtschaftliche Nutzung aufgrund einer Überschreitung der Vorsorgewerte durch das elbtypische Belastungsprofil nicht mögliche ist, zum anderen aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften. Erheblich wäre schließlich auch der Landschaftsverbrauch bei einer landseitigen Unterbringung der zur Zulassung stehenden Baggergutmengen. So werden zur Behandlung und Entsorgung auf Deponien in Hamburg heute bereits 450 Hektar Landschaftsfläche beansprucht, und das bei deutlich geringeren Jahresmengen.
- „*Gefahren in Verbindung mit dem Transport und der Landablagerung*“ sind bei der geringen Belastung des Baggerguts grundsätzlich nicht zu befürchten. Allerdings müssten die landseitigen (LKW)Transporte erheblich zunehmen, mit den damit verbundenen Folgen (Emissionen, Unfallrisiken, Flächeninanspruchnahme, Verschleiß).
- Insbesondere stehen aber „*Wirtschaftlichkeitsüberlegungen* (z. B. Kosten für Transport, Energie, Deponierung)“ landseitigen Unterbringungsalternativen entgegen. Die Erfahrungen mit der landseitigen Verbringung, Behandlung und Entsorgung von Baggergut etwa in Hamburg, Bremen oder Antwerpen zeigen, dass die Kosten immer um ein Vielfaches höher liegen als bei der Verbringung im Gewässer. Derzeit übersteigen die Kosten für an Land verbrachtes Baggergut die Verbringung im Gewässer um etwa den Faktor 10 - ein Verhältnis welches auch im Vergleich mit anderen Betrachtungen der Zumutbarkeit von Mehrkosten in jedem Fall als unangemessen zu bewerten ist.

Im Rahmen des Dialogforums Tideelbe wurde 2014/15 intensiv geprüft, welche Unterbringungs- und Verwertungsmöglichkeiten von Baggergut an Land bestehen und näher betrachtet, ob sie eine Alternative zur Verbringung im Gewässer darstellen (FOSUST 2015). Im Ergebnis wurde keine Option der Unterbringung an Land als zielführend erachtet, um die erforderlichen Kapazitäten für eine nachhaltige Stabilisierung des Feinsedimenthaushalts in

der oberen Tideelbe bereitstellen zu können. Im Ergebnisbericht des Dialogforums Tideelbe (FOSUST 2015) heißt es als Empfehlung dazu:

„Die Diskussion der Alternativen zur Entsorgung zeigt, dass die Verbringung von Baggergut an Land weiter reduziert werden sollte. Die begrenzten Deponiekapazitäten auf Hamburger Gebiet sollen prioritätär für die Behandlung und Entsorgung von höher belastetem Material aus der Unterhaltung eingesetzt werden“.

Im Folgenden werden die betrachteten Maßnahmen der Verbringung von Baggergut an Land auch im Sinne der geforderten „Vergleichenden Bewertung der Unterbringungsmöglichkeiten im Gewässer und an Land“ kurz skizziert:

Landbehandlung und Deponierung in Hamburg

Höher belastetes Baggergut, welches nicht im Gewässer verbleiben darf, muss technisch in der Baggergutbehandlungsanlage METHA aufbereitet werden. Die derzeit für diesen Vorgang notwendige Behandlungskapazität ist mengenmäßig sehr begrenzt und muss den höher belasteten, nicht umlagerfähigen Unterhaltungsbedarfen vorbehalten bleiben. Teile des aufbereiteten Baggerguts werden als Dichtungsmaterial im Deponiebau verwertet. Der Großteil wird auf der HPA-eigenen Baggergutdeponie Feldhöfe entsorgt. Die vorhandenen Kapazitäten für die landseitige Entsorgung in Hamburg sind aufgrund des hohen Flächenbedarfs stark limitiert. Eine Erweiterung der Kapazitäten (Behandlung und Deponierung) würde zudem langwierige Planungs- und Genehmigungsprozesse mit ungewissen Erfolgsaussichten erfordern und stellt somit keine zielführende Alternative für die geplante Maßnahme dar.

Möglichkeiten der Verwertung

- Verwertung im Deichbau

Der Einsatz von METHA-Material im Deichbau stellt eine grundsätzlich denkbare Möglichkeit der Verwertung dar. Dabei könnte der üblicherweise verwendete Klei durch aufbereitetes Baggergut, das über sehr gute Dichtungseigenschaften verfügt, teilweise substituiert werden. Bei einer solchen Verwertung ist sicherzustellen, dass dadurch keine neuen Risiken für die Umwelt resultieren. HPA betreibt in Abstimmung mit der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft (BUKEA) in Hamburg entsprechende Forschungsvorhaben zu diesem Thema. Die denkbaren Potentiale stellen aufgrund der geringen Behandlungskapazitäten der METHA (s. o.) und der zur Zeit noch geringen Nachfrage des Hochwasserschutzes lediglich eine Alternative zur Deponierung bzw. anderweitigen Verwertung von Baggergut dar, nicht aber zur Verbringung im Gewässer. Unbehandeltes Baggergut ist aufgrund seiner Konsistenz nicht für den Deichbau geeignet.

- Verwertung bei der Herstellung von technischen Produkten

Die einzelnen Kornfraktionen von Baggergut können in verschiedenen technischen Vorhaben eine Alternative zu üblicherweise eingesetzten Rohstoffen darstellen. Dies gilt z. B. bei der Herstellung von mineralischen Produkten oder von Baustoffen wie Ziegeln und Pellets. Neben dem hohen energetischen und finanziellen Aufwand, der während der Aufbereitung entsteht, gibt es keine verlässliche Nachfrage für technische Produkte aus aufbereitetem Baggergut.

Andere Entsorgungswege

- Subaquatische Depots

Bei der Deponierung von Baggergut im aquatischen Milieu spricht man von subaquatischer Unterbringung. Das wohl prominenteste Beispiel für diese Art der Entsorgung ist der Slufter im Hafen von Rotterdam. Er verfügt über eine Gesamtkapazität von insgesamt rd. 140 Mio. m³ und ist für die Annahme von kontaminiertem Baggergut vorgesehen. Grundsätzlich ist eine länderübergreifende Abfallverbringung möglich. Allerdings erfordert die Annahme eine Mindestbelastung des Baggerguts. Sediment, das für die Verbringung im Gewässer zugelassen ist, darf somit nicht eingelagert werden. Daher stellt dieser Entsorgungspfad für Hamburg ausschließlich eine Alternative zur Deponierung hoch belasteter Sedimente dar, nicht zur Verbringung von gering belasteten Sedimenten im Gewässer. Andere subaquatische Depots stehen nicht zur Verfügung. Die Errichtung eines bundesdeutschen subaquatischen Depots an der Elbe oder im Küstenbereich ist auf keinen Fall kurzfristig realisierbar. Der damit verbundene Eingriff wird äußerst kritisch gesehen (FOSUST 2015) und der Ausgang eines möglichen und langjährigen Genehmigungsverfahrens ist, ähnlich wie für „Sandinseln“, völlig ungewiss.

- Einlagerung von Baggergut in Salzkavernen

Eine Einlagerung von Baggergut in Salzkavernen wurde bereits in den 1990er Jahren im Rahmen des niedersächsischen Elbschlickforums intensiv diskutiert. Obgleich technisch realisierbar, ist auch hier eine intensive Vorbehandlung des Baggerguts, vergleichbar mit der derzeitigen Behandlung in der METHA, erforderlich. Zusätzlich ist am Ort der Kaverne eine aufwändige Infrastruktur mit geschätzten Baukosten von über 100 Mio. € für das Einbringen zu errichten. Der Pumpvorgang in den Kavernenstock ist technisch nur mit sehr aufwändig zu realisierenden Verfahren möglich. Um die Pumpfähigkeit und die Standsicherheit der Kaverne im salzigen Milieu zu gewährleisten, muss das METHA-Material aufbereitet und in eine Solelösung suspendiert werden. Für die heutigen Handlungserfordernisse stellt dieses Verfahren keine Alternative zum Verbleib von Baggergut im Gewässer dar.

Ergebnis der Alternativenprüfung

Auf Grundlage der oben genannten Ergebnisse für die in der GÜBAK für Fall 3 genannten Vorgaben bewertet die HPA die Verbringung von gering belastetem Baggergut in die Außenelbe und/oder die Nordsee als alternativlos. Weder die Landverbringung noch die Aufbereitung und (teilweise) Nutzung von Baggergut oder seine Isolierung im Gewässer stellen Alternativen dar, die technisch, wirtschaftlich und im Hinblick auf den Zeithorizont einer möglichen Realisierung in Frage kommen.

Eine Umlagerung in der Unterelbe (zwischen Hamburger Hafen und Kugelbake) kann je nach Oberwasser ein sinnvoller Bestandteil des Sedimentmanagements sein, wird aber unter keinen Umständen ausreichen, um den Austrag von Feinsedimenten aus dem Elbästuar im erforderlichen Umfang zu gewährleisten. Nur durch die Nutzung von Verbringstellen unterhalb der Zone des residuellen Stromauftransports kann der über Jahre infolge geringen Oberwassers und intensiver Baggerkreisläufe angewachsene Überschuss an Feinsedimenten im Hamburger Raum systemverträglich und nachhaltig abgebaut werden. Dieser Sedimentaustrag muss bedarfsgerecht möglich sein, das bedeutet, dass neben ausreichender Kapazität auch eine gewisse Kontinuität im Jahresverlauf und eine verlässliche Verfügbarkeit über mehrere Jahre erforderlich ist. Dafür wird eine Kombination von mehreren Verbringstellen benötigt, da bei jeder einzelnen Verbringstelle zulassungsbedingt oder faktisch Pausen im Verbringbetrieb zur Minimierung von Umweltwirkungen oder als Ruhezeiten im Rahmen des Monitorings erforderlich sind.

Derzeit (im Jahr 2021) bestehen unterhalb der residuellen Stromauftransportzone folgende Austragsoptionen für Sediment aus der Unterhaltung der HPA, die jedoch nicht für die kommenden Jahre gesichert sind:

- Tonne E3: 1,5 Mio. t TS pro Jahr, (faktischer) Verbringzeitraum Juni bis November
- Neuer Lüchtergrund: 1 Mio. m³ pro Jahr, Verbringzeitraum 1. Oktober bis 14. April

Zusätzlich bereitet die HPA derzeit einen Genehmigungsantrag für eine Verbringstelle in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) vor. Der zeitliche Verlauf des Genehmigungsverfahrens ist jedoch aufgrund seines Pilotcharakters nicht absehbar, so dass diese Option bis auf weiteres nicht in die operative Planung einbezogen werden kann.

Die vorhandenen Verbringoptionen Tonne E3 und Neuer Lüchtergrund reichen nicht aus, um den in der aktuellen Situation erforderlichen Austrag von Feinsedimenten aus dem Elbästuar zu erreichen (vgl. Kapitel 2.3). Sie sind deshalb – ebenso wie die landseitige Verbringung, die Aufbereitung und Nutzung oder die Isolierung des Sediments im Gewässer - keine Alternative

für die geplante Verbringstelle Hamburger Außenelbe, vielmehr ist die geplante Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ eine notwendige Ergänzung der bisher nutzbaren Optionen.

Unter der Voraussetzung, dass die umweltrechtlichen Fachuntersuchungen zu Natura 2000, MSRL und WRRL zu dem Ergebnis kommen, dass der Betrieb der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen von Erhaltungszuständen und nicht zu erheblichen Konflikten mit den Managementzielen führt, sind auch keine anderen Ablagerungsorte im Gewässer vorzugswürdig.

4 IST-Zustand des Vorhabengebietes und seiner Umgebung

Dieses Kapitel umfasst die Beschreibung des IST-Zustandes der Verbringstelle und ihrer Umgebung im Bereich von einigen Kilometern, sowie den Bereich von größerer räumlicher Ausdehnung, z.B. bis an die schleswig-holsteinische Küste oder in das Übergangsgewässer Tideelbe hinein, im Weiteren Untersuchungsgebiet genannt. Damit wird das Modellgebiet mit seinen Bilanzierungsräumen bezeichnet, in dem basierend auf den Ergebnissen von BAW (2021) und nachfolgenden Auswertungen der HPA, die Wirkung der geplanten Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ potenziell relevant für Arten, Lebensräume und Nutzungen sein kann (s. Abbildung 62). Die Beschreibung dient als Grundlage für die anschließende Prüfung der Vorhabenauswirkungen. Da sich das Untersuchungsgebiet in bzw. am Rand des Geltungsbereiches diverser Umwelt- und Naturschutzrichtlinien (FFH- und Vogelschutzrichtlinie, Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)) befindet, deren Schutzziele möglicherweise durch das Vorhaben betroffen werden könnten, werden zunächst die Schutzgüter und deren Zustand beschrieben. Der Fokus liegt dabei auf den Schutzgebieten, die in oder nahe von Bilanzierungsräumen gelegen sind, in denen es verbringungsbedingt zu Sedimentauflagen, Schwebstoff- und/oder Schadstoffgehalten in einem Ausmaß kommt, das möglicherweise als (erhebliche) negative Auswirkung zu bewerten wäre (s. auch Kapitel 5.2). Des Weiteren werden relevante Aspekte des gesetzlichen Biotop- und Artenschutzes behandelt. Die sich daran anschließende Beschreibung des IST-Zustands umfasst hydrologische, hydromorphologische und sedimentologische Parameter, Nähr- und Schadstoffe in der Wasserphase und im Sediment, Bioakkumulation, Flora und Fauna, sowie FFH-Lebensraumtypen bzw. Biotopen oder Habitaten und deren Zustandseinordnung. Dazu werden durch HPA beauftragte Fachgutachten, aber auch aktuell zur Verfügung stehende Literaturangaben und verfügbare qualitative und quantitative Daten Dritter herangezogen, die im Rahmen von bestehenden Monitoringprogrammen – zu anderen Zwecken - erhoben wurden, aber Auskunft geben über den IST-Zustand der zu betrachtenden Parameter.

4.1 FFH- und EU-Vogelschutzgebiete

Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG; kurz: FFH-RL) und die Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG; kurz: VS-RL) mit ihrem Schutzgebietsnetzwerk „Natura 2000“ und ihren Artenschutzbestimmungen bilden für den Naturschutz ein umfassendes rechtliches Instrumentarium zum Lebensraum- und Artenschutz. Die

europäischen Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, in den ausgewiesenen Natura 2000-Gebieten für einen in der FFH- und VS-RL definierten günstigen Erhaltungszustand der jeweils bedeutsamen Artvorkommen und Lebensräume zu sorgen. Diese Vorschrift wurde auf der Ebene des Bundesrechts durch § 34 BNatSchG in das deutsche Recht umgesetzt.

Der Schutz der FFH-RL gilt vor allem den Arten und Lebensraumtypen „von gemeinschaftlichem Interesse“, d.h. denjenigen Lebensraumtypen und wildlebenden Arten, die europaweit bedroht oder sehr selten sind. Diese Lebensräume und Arten sind jeweils in den Anhängen I und II der FFH-RL aufgeführt. Bestimmte natürliche Lebensraumtypen und Arten sind angesichts der Bedrohung, der sie ausgesetzt sind, in den Anhängen I und II als prioritär eingestuft worden und genießen insofern einen besonders strengen Schutz. Auch die VS-RL enthält einen Anhang, in dem besonders gefährdete bzw. schützenswerte Vogelarten (Anhang I und Artikel 4 Absatz 2 der VS-RL und ihrer Lebensräume) aufgeführt sind.

Betrachtet werden die Natura 2000 – Gebiete, deren Schutzgüter durch mögliche Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung betroffen werden könnten. Diese Gebiete überschneiden sich teilweise mit dem UNESCO Weltnaturerbegebiet Wattenmeer, dem trilateralen Wattenmeerkopoperationsgebiet, Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzenden Küstengebieten sowie dem UNESCO Biosphärenreservat. Im potenziellen Einflussbereich der geplanten Verbringung wurden folgende Natura 2000-Gebiete ermittelt (Abbildung 10).

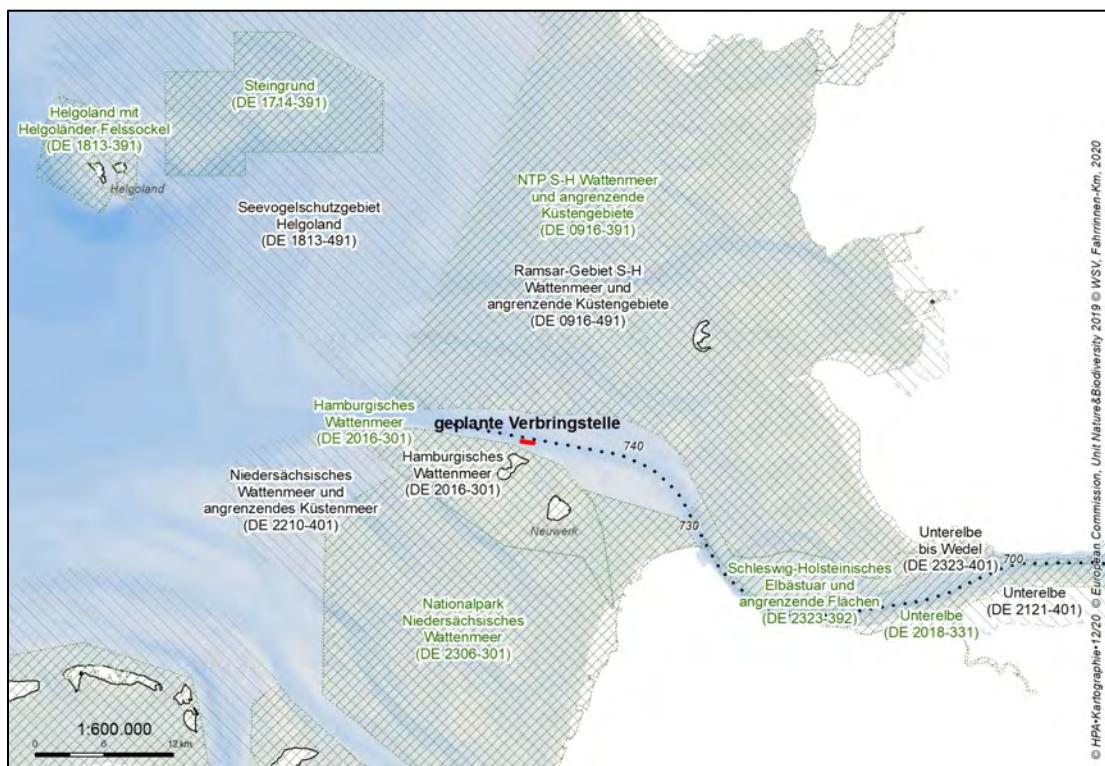


Abbildung 10: Lage der Verbringstelle „„Hamburger Außenelbe““ und umliegende FFH (grüne Schrift) - und Vogelschutz-Gebiete (schwarze Schrift)

Die Verbringstelle liegt am Fahrinnenrand außerhalb bzw. nördlich des Randes des FFH-Gebietes „Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“ und des Vogelschutzgebietes „Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“. Sie liegt in der Nähe des FFH-Gebietes „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (2306-301)“ sowie des Vogelschutzgebietes „Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (2210-401)“, dem FFH-Gebiet „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-391)“ und dem Vogelschutzgebiet „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-491)“. Weiter entfernt liegen die FFH-Gebiete „Schleswig-Holsteinisches Elbstuar und angrenzende Flächen (2323-392)“ und „Unterelbe (DE 2018-331)“, und die Vogelschutzgebiete „Unterelbe bis Wedel (DE 2323-402)“ und „Unterelbe (DE 2121- 401)“. Seewärts der geplanten Verbringstelle liegt das Vogelschutzgebiet „Seevogelschutzgebiet Helgoland (1813-491)“ und die FFH-Gebiete „Steingrund“ (1714-391) und „Helgoland mit Helgoländer Felssockel“ (1813-391).

4.1.1 Erhaltungsgegenstände und -zustände der FFH-Gebiete

Im Folgenden werden die Erhaltungszustände der Lebensraumtypen (LRT) und Arten der FFH-Gebiete dargestellt:

- „Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“,
- „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (2306-301)“,
- „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-391)“,
- „Schleswig-Holsteinisches Elbstuar und angrenzende Flächen (2323-392)“,
- „Unterelbe (DE 2018-331)“.

Informationen zu den Erhaltungszielen der oben genannten Natura 2000-Gebiete finden sich in den jeweiligen Standarddatenbögen des BfN (https://www.bfn.de/0316_stockbriefe.html)

und den Standarddatenbögen der Landesportale Schleswig-Holsteins (<https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/S/schutzgebiete/ffh/FFHSchutzgebiete.html?what=ffh>),

Hamburgs (<https://www.hamburg.de/standarddatenboegen/>) und Niedersachsens (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/downloads-zu-natura-2000-46104.html#volstDat-VS, Abruf alle im November 2021) sowie dem Natura 2000 network viewer (<http://natura2000.eea.europa.eu/>; Abruf im März 2021). Da die FFH-Gebiete „Steingrund“ (1714-391) und „Helgoland mit Helgoländer Felssockel“ (1813-391) aufgrund ihrer Entfernung durch das Vorhaben nicht betroffen werden, werden sie an dieser Stelle nicht betrachtet.

Informationen zu den Erhaltungszuständen der geschützten Arten der Vogelschutzgebiete „Vogelschutzgebiet Helgoland“ (1813-491), „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und

angrenzende Küstengebiete (0916-491)“, „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“, „Niedersächsisches Wattenmeer (2210-401)“, „Vogelschutzgebiet Unterelbe bis Wedel (DE 2018-831)“ und „Vogelschutzgebiet Unterelbe (DE 2121- 401)“ finden sich nachfolgend bei der Beschreibung des IST-Zustandes der Vögel in Kapitel 4.10.6 .

4.1.1.1 Hamburgisches Wattenmeer (DE 2016-301)

Die LRT des FFH-Gebietes „Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“ befinden sich in folgenden Erhaltungszuständen: 1140 (B), 1150 (B), 1160 (B), 1210 (A), 1310 (A/B), 1320 (A) und 1330 (A). Als Arten des Anhangs II werden Flussneunauge (Erhaltungszustand B), Meerneunauge (Erhaltungszustand B), Finte (Erhaltungszustand B), Seehund (Erhaltungszustand A), Kegelrobbe (Erhaltungszustand C) und Schweinswal (Erhaltungszustand B) genannt.

4.1.1.2 Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (DE 2306-301)

Das FFH- Gebiet streckt sich im Küstenbereich von der Elbmündung bis zur niederländischen Grenze aus und beinhaltet Salzwiesen, Wattflächen, Sandbänke, flache Meeresbuchten, Düneninseln, flugsandüberlagertes Geestkliff mit Küstenheiden, Grasfluren und Dünenwäldern, sowie Teile des Emsästuars mit Brackwasserwatt. Als Arten des Anhangs II sind Finte (Erhaltungszustand C), Flussneunauge (Erhaltungszustand B), Meerneunauge (Erhaltungszustand C), Seehund (Erhaltungszustand B), Kegelrobbe (Erhaltungszustand B) und Schweinswal (Erhaltungszustand B) aufgeführt. Die Erhaltungszustände der LRT des FFH-Gebietes sind in Tabelle 20 beschrieben.

Tabelle 20: Erhaltungszustände der LRT des „Nationalpark niedersächsisches Wattenmeer“

LRT	Erhaltungszustand
1110 (Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser)	B
1130 (Ästuare)	C
1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt)	A/B/C
1150 (Lagunen des Küstenraumes (Strandseen))	B/C
1160 (Flache große Meeresarme und –bucht en (Flachwasserzonen und Seegraswiesen))	B
1170 (Riffe)	B
1310 (Pioniergevegetation mit <i>Salicornia</i> und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt))	A/B
1320 (Schlickgrasbestände (Spartinion))	Keine Angabe
1330 (Atlantische Salzwiesen (<i>Glauco- Puccinellietalia maritimae</i>))	A/B

*A= günstiger Zustand, B = ungünstig/unzureichend, C = ungünstig/schlechter Zustand

4.1.1.3 Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (DE 0916-391)

Das schleswig-holsteinische Schutzgebiet ist in drei Teilgebiete gegliedert:

- Teilgebiet 1: Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzender Küstenstreifen
- Teilgebiet 2: Nordfriesische Halligen Langeneß, Gröde und Nordstrandischmoor
- Teilgebiet 3: Koge an der Westküste Schleswig-Holsteins

Von diesen Gebieten werden aufgrund der Betroffenheit durch die Verbringung (s. Kapitel 5.2) nur „Teilgebiet 1: Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzender Küstenstreifen“ relevant für eine Betrachtung. Die anderen Teilgebiete sind nicht betroffen.

Tabelle 21 zeigt die aktuelle Erhaltungszustände der LRT 1110 (Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser), 1130 (Ästuare), 1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt), 1150 (Lagunen des Küstenraumes (Strandseen)), 1160 (Flache große Meeresarme und –buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)), 1170 (Riffe bei Helgoland) 1210 (Einjährige Spülsäume), 1310 (Pioniergevegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)), 1320 (Schlickgrasbestände (Spartinion)) und 1330 (Atlantische Salzwiesen (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)).

Tabelle 21: Erhaltungszustände der LRT des „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“

LRT	Erhaltungszustand
1110 (Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser)	A
1130 (Ästuare)	A
1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt)	A
1150 (Lagunen des Küstenraumes (Strandseen))	A/B/C
1160 (Flache große Meeresarme und –buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen))	A
1170 (Riffe)	B
1210 (Einjährige Spülsäume)	B
1310 (Pioniergevegetation mit Salicornia und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt))	A/B
1320 (Schlickgrasbestände (Spartinion))	A/B
1330 (Atlantische Salzwiesen (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>))	A/B

*A= günstiger Zustand, B = ungünstig/unzureichend, C = ungünstig/schlechter Zustand

Als Arten des Anhangs II sind Finte (Erhaltungszustand B), Flussneunauge (Erhaltungszustand B), Meerneunauge (Erhaltungszustand C), Nordseeschnäpel (nicht bewertet), Seehund (Erhaltungszustand B), Kegelrobbe (Erhaltungszustand B) und Schweinswal (Erhaltungszustand B) sowie der Fischotter (Erhaltungszustand B) aufgeführt.

4.1.1.4 Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)

Das Gebiet „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)“ umfasst den schleswig-holsteinischen Teil der Elbe vom Mündungsgebiet bis zur Unterelbe bei Wedel, inkl. diverser Unterläufe (Stör, Krückau, Pinna, Wedeler Au), das Vorland St. Margarethen sowie die Haseldorf und Wedeler Marsch. Aufgrund der Größe und Komplexität des Gebietes werden nur die Teilgebiete betrachtet, die relevant für die geplante Maßnahme sind, da sie durch das Vorhaben betroffen werden könnten. Dies gilt für die Teilgebiete von der Elbmündung stromaufwärts bis ca. Elbe-km 682 (Neufelder Vorland und Medemgrund, Elbe mit Deichvorland und Inseln und Elbe bei Brunsbüttel/St. Margarethen) mit ihren Salzwiesen und Röhrichten, die in die Flachwasserzonen, Priele und sandige bis schlückige Wattflächen übergehen. Das Schutzgebiet enthält das LRT 1130 - mit Ausprägungen der LRT 1110, 1140 und 1210 sowie die LRT 1160, 1310 und 1330. Als Arten des Anhangs II sind Fluss- und Meerneunauge (beide Erhaltungszustand B), Finte (Erhaltungszustand C), Lachs (Erhaltungszustand C, nur im Süßwasser), Rapfen (Erhaltungszustand C), Schnäpel (nicht bewertet), Schlammpeitzger (Erhaltungszustand C), Steinbeißer (Erhaltungszustand C), Bitterling (Erhaltungszustand B), Seehund (Erhaltungszustand A), Fischotter (Erhaltungszustand B) sowie der Schierlingswasserfenchel (Erhaltungszustand C) gelistet. Der Erhaltungszustand der einzelnen LRTs ist in Tabelle 22 dargestellt.

Tabelle 22: Erhaltungszustände der LRTs des „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)“

LRT	Erhaltungszustand
1130 (Ästuare)	C
1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt)	C
1160 (Flache große Meeresarme und –buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen))	C
1310 (Pioniergevegetation mit <i>Salicornia</i> und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt))	A
1330 (Atlantische Salzwiesen (<i>Glauco- Puccinellietalia maritimae</i>))	B/C

*A= günstiger Zustand, B = ungünstig/unzureichend, C = ungünstig/schlechter Zustand

4.1.1.5 Unterelbe (DE 2018-331)

Das niedersächsische FFH-Gebiet „Unterelbe (DE 2018-331)“ umfasst die Außendeichsflächen im Elbeästuar mit u. a. Brack- und Süßwasserwatten, Röhrichten, Salzwiesen, artenreichen Mähwiesen und Altarmen zwischen Cuxhaven und dem Mühlenberger Loch. Analog zu dem schleswig-holsteinischen Teil des Ästuars werden auch hier nur die Teilgebiete betrachtet, die relevant für die geplante Maßnahme sind, da sie durch das Vorhaben betroffen werden könnten. Dies sind die Teilgebiete von der Mündung bis ca. Elbe-km 682 (bzw. Funktionsräume 5 und 6, IBP Elbeästuar 2012) mit ihren LRTs 1130 (Erhaltungszustand C), 1140 (Erhaltungszustand B), 1330 (Erhaltungszustand B)

Als Arten des Anhanges II der FFH-RL werden Fluss- und Meerneunauge (Erhaltungszustand B bzw. C), Finte (Erhaltungszustand C), Rapfen, Lachs (Erhaltungszustand C, nur Süßwasser) Schnäpel (nicht bewertet), Seehund (Erhaltungszustand B) und Schweinswal (Erhaltungszustand C), Fischotter (Erhaltungszustand B) sowie der Schierlingswasserfenchel (Erhaltungszustand B) aufgeführt (IBP 2012).

4.2 Gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG

Das Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (§ 30 BNatSchG; Bundesnaturschutzgesetz) sowie die damit verbundenen (Ausführungs-)Gesetze und Verordnungen der Länder Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg - §24 2 NAGBNatSchG (Niedersächsisches Ausführungsgesetz), § 21 NatSchG iVm. Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope 2019 (Landesnaturschutzgesetz Schleswig- Holstein), §14 HmbBNatSchAG (Hamburgisches Gesetz zur Ausführung des BNatSCHG) - definieren die potenziell im betreffenden Gebiet bei der geplante Verbringstelle vorkommenden geschützten Meeres- und Küstenbiotope und regeln darüber hinaus Ausnahmen des gesetzlichen Biotopschutzes.

In diesem Kapitel werden die bundesrechtlich geschützten Biotoptypen behandelt: zunächst erfolgt eine Definition, danach wird auf ihr Vorkommen eingegangen. Nach § 30 Abs. 2 BNatSchG sind Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der geschützten Biotope führen können, verboten. Es wurde daher geprüft, ob im Verbringungsgebiet und in der näheren Umgebung, d.h. im Bereich der von BioConsult (2021) angenommenen westlichen und östlichen Verdriftungsfahne von ca. 2 km Länge ausgehend von der Verbringstelle und einem ca. 5 km nord-westlich der Verbringstelle gelegenen Bereich (Abbildung 44) geschützte Meeres- und Küstenbiotope vorhanden sind. Der Fokus der Prüfung beschränkt sich auf die für dieses Vorhaben relevanten Biotope, d.h. diejenigen Lebensräume einer Biozönose, die durch die Verbringung von Baggergut möglicherweise beeinträchtigt werden könnten:

- Riffe,
- sublitorale Sandbänke,
- Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna,
- artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe (KGS) im Meeres- und Küstenbereich,
- Wattflächen im Küstenbereich sowie
- Seegraswiesen.

Riffe

Riffe entsprechen in ihren Charakteristika dem durch Anhang I der FFH-RL geschützten Lebensraumtyp 1170 „Riffe“, wie er in der Kartieranleitung des BfN (2018) für die deutsche AWZ beschrieben ist. Es handelt sich dabei um vom Meeresboden schwach bis stark aufragende mineralische Hartsubstrate wie Felsen, Geschiebe, Steine, hauptsächlich auf Moränenrücken mit Block- und Steinüberdeckung in kiesig-sandiger Umgebung, biogene Hartsubstrate wie zum Beispiel Sandkorallen-Riffe und Miesmuschelbänke. Sie sind dauerhaft überflutet und häufig mit Muscheln und einer charakteristischen Makrofauna bewachsen (<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/BfN-Kartieranleitungen/BfN-Kartieranleitung-Riffe-in-der-deutschen-AWZ.pdf>, Abruf im Januar 2021). In der Schleswig-Holsteinischen Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope (2019) zusätzlich Angaben zur Größe gemacht: „*Vom Meeresboden topographisch erkennbar aufragende Hartsubstrate natürlichen Ursprungs unterhalb mittlerem Tidehochwasser einschließlich geschlossener Gesteinsblockfelder und biogener Festsubstrate. Mindestfläche: 1.000 m².*“

Dabei kann es sich im niedersächsischen Küstenmeer um Ansammlungen größerer Steine eiszeitlichen Ursprungs, um Muschelbänke oder um Riffbildungen des Sandröhrenwurms (*Sabellaria spinulosa*) handeln (von Drachenfels 2020). Benachbarte Muschelbänke (und auch kleinere Muschelhaufen) werden demnach zu einer Bank zusammengefasst, sofern der Abstand untereinander <25 m und weniger als das Vierfache ihres Durchmessers beträgt sowie der Deckungsgrad der Muschelansammlungen >5 % des Meeresbodens beträgt.

Sublitorale Sandbänke

Sublitorale Sandbänke entsprechen in ihren Charakteristika dem durch Anhang I der FFH-RL geschützten Lebensraumtyp 1110 „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ (BSH 2021). In der Schleswig-Holsteinischen Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope (2019) findet sich außerdem folgende Größenangabe: „*Vegetationsfreie oder nur spärlich bewachsene, ständig wasserbedeckte, vorwiegend sandige Erhebungen des Meeresbodens, signifikant von tieferem Wasser umgeben.*“

Mindestfläche: 10.000 m².“ Eine Kartieranleitung für den FFH-LRT „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ existiert derzeit nicht.

Dabei handelt es sich um sandige Rücken, die sich deutlich aus ihrer weiteren Umgebung heraus erheben, ständig mit Wasser bedeckt sind, oft vegetationsfrei oder nur mit einer spärlichen Makrophytenvegetation bewachsen sind und sich in ihren ökologischen Funktionen und Lebensgemeinschaften von der weiteren Umgebung abheben. Bei ihrem Substrat überwiegen flächenhaft Sande, eingestreut können sich kiesige Gemische finden; eine Mindestmächtigkeit von 30 bis 40 cm muss vorliegen, um Lebensraum für typische Sandbodengemeinschaften zu bieten (<https://www.bfn.de/themen/meeresnaturschutz/marine-biotoptypen.html>, Abruf im Januar 2021).

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. Diese Substratvielfalt bedingt verschiedene Habitate mit einem entsprechend großen Artenspektrum, die sich in Abhängigkeit vom Sedimenttyp (Fein-, Mittel, Grobsand) und der Wassertiefe entwickeln.

Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna

Das Biotop „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ ist laut BfN-Kartieranleitung (2011a) für die deutsche AWZ dadurch gekennzeichnet, dass die Präsenz der Seefeder-Arten (Nesseltiere, Anthozoa) obligatorisch ist. Ein alleiniges Vorkommen grabender Megafauna (Decapoda) erfüllt die Kriterien für das Vorliegen dieses Biotoptyps nicht. So heißt es in der BfN-Kartieranleitung: „*Dieser Biotoptyp kommt auf Flächen des küstenfernen Meeresbodens (Wassertiefe > 15 m) in der deutschen Nordsee vor. Er ist Teil der Biotoptypen 01.02.08.01/02 (Riecken et al. 2006) und zeichnet sich durch das Vorkommen von Seefedern (z. B. *Virgularia mirabilis*, *Pennatula phosphorea*) und eine erhöhte Dichte grabender Krebsarten (besonders *Nephrops norvegicus*, *Calocaris macandreae*, *Upogebia deltaura*, *Upogebia stellata*, *Callianassa subterranea*) aus. Der Biotoptyp wird durch das Vorkommen von Seefedern determiniert, die eine besonders hohe Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Störungen und Schädigungen aufweisen.*“ OSPAR beschreibt die Häufigkeit von bohrender Megafauna in „Definition of habitat: Sea-pen and Burrowing Megafauna Communities“ (OSPAR 2010) wie folgt: „*Plains of fine mud, at water depths ranging from 15–200 m or more, which are heavily bioturbated by burrowing megafauna; burrows and mounds may form a prominent feature of the sediment surface with conspicuous populations of sea-pens, typically *Virgularia mirabilis* and *Pennatula phosphorea*.*“ Diese Formulierung „heavily bioturbated by burrowing megafauna“ legt den Schluss nahe, dass nicht jegliches – geringfügiges – Vorkommen von grabenden Krebsen als Kriterium für eine Einstufung als gefährdetes Habitat ausreicht. Die Schleswig-Holsteinische Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope (2019)

definiert die Größe dieses „schlickigen Lebensraum am Meeresboden der küstenfernen Meeresgebiete der deutschen Nordsee mit guter Sauerstoffversorgung des Meeresbodens durch grabende Krebsarten mit Mindestgröße von 1.000 m².“ Die Verbreitung ist vorwiegend küstenfern (Abbildung 11).

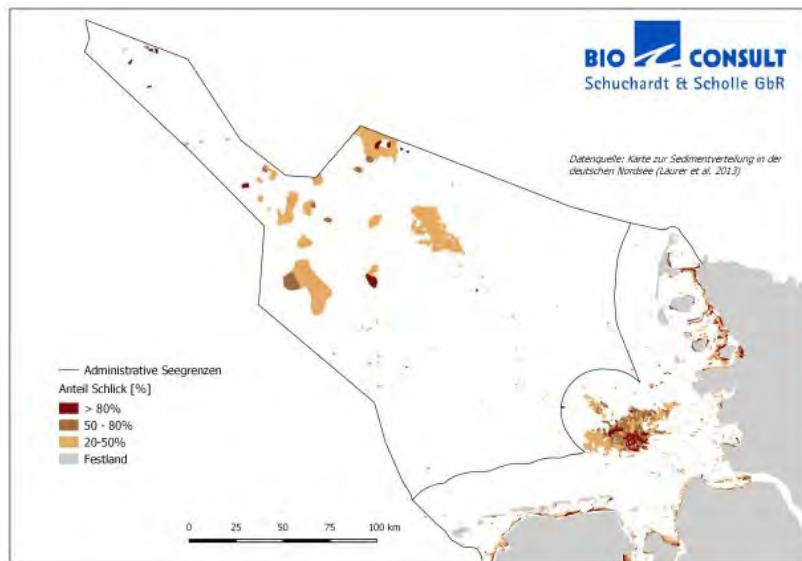


Abbildung 11: Ausdehnung des Habitattyps ‘sublitorale Schlickflächen’ in der deutschen Nordsee und im WRRL-Gewässertyp Küstenmeer

Artenreiche Kies-, Grobsand- oder Schillgründe (KGS)

Der Biotoptyp „Artenreiche Kies-, Grobsand- oder Schillgründe (KGS)“ zählt seit der Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes im Jahr 2010 zu den nach § 30 geschützten Biotopen (BfN 2011b). Es handelt sich dabei um „vegetationsarme, tierartenreiche Bereiche des Meeresbodens und der zeitweise überfluteten Küstenstreifen, die aus Kies, Grobsand, zerriebenen Muschelschalen (Schill) und abgestorbenen Pflanzenresten oder Spülsumvegetation bestehen“; nach § 34 LNatSchG (s. Schleswig-Holsteinische Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope 2019) mit einer Mindestgröße von 10.000 m², ausgenommen sind festgesetzte Häfen und Sondernutzungsbereiche. In der Nordsee werden diese Sedimente von einer artenreicherem Makrozoobenthosgemeinschaft besiedelt als die korrespondierenden Mittelsandtypen. Im Sublitoral der Nordsee wird der Biotoptyp in der Regel durch die *Goniadella-Spisula*-Gemeinschaft besiedelt, die durch das Vorhandensein verschiedener typischer Makrozoobenthos-Arten (z. B. *Spisula elliptica*, *Branchiostoma lanceolatum*, *Aonides paucibranchiata*) identifiziert werden kann. Die Biotope „Riffe“ und „artenreiche Kies, Grobsand- und Schillgründe“ kommen regelmäßig zusammen vor.

Wattflächen im Küstenbereich

Es handelt sich hierbei um Sand- und Schlickflächen, die im Küsten- und Brackwasserbereich von Nord- und Ostsee und in angrenzenden Meeresarmen, Flussunterläufen, Strandseen und Salzwiesen regelmäßig trockenfallen, im tidebeeinflussten Bereich der Nordseeküste beim niedrigsten Gezeitenniveau. Sie entsprechen in ihren Charakteristika dem durch Anhang I der FFH-Richtlinie geschützten Lebensraumtyp 1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt) und sind durch die Naturschutzgesetzgebung der drei Länder als § 30 Gebiete aufgenommen (Biotopkartierung Hamburg 2019, von Drachenfels 2020, Schleswig-Holsteinische Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope 2019). Laut letzterer geht es um eine Mindestfläche von 100 m².

Seegraswiesen

Seegraswiesen aus dichten oder lockeren Vegetationsbeständen von Gewöhnlichem Seegras (*Zostera marina*) und/oder Zerg-Seegras (*Zostera noltii*) und sonstige marine Makrophytenbestände kommen laut Schleswig-Holsteinischer Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope (2019) „*in Bereichen des Meeresbodens der mittleren Tidehochwasserlinie im Bereich der Nordsee ... mit mehrjährigen oder in Abständen regelmäßig wiederkehrend flächig vor auf einer Mindestfläche von 1.000 m²*“ vor. In der Biotopkartierung Hamburg (2019) und bei von Drachenfels (2020) werden Seegraswiesen ab ca. 1 % Deckungsgrad ausgewiesen und Einzelbestände mit einem Abstand von ≤10 m zu einer Seegraswiese zusammengefasst. Dabei wird bei von Drachenfels (2020) nachfolgenden Ausprägungen getrennt: Wattflächen mit einer Dominanz von *Zostera marina* und Wattflächen mit einer Dominanz von *Zostera noltii*.

Vorkommen der §30 Biotope im Vorhabengebiet und näherer Umgebung

Gemäß der BfN-Kartieranleitung (2018) sind besonders das Elbeurstromtal und die westlich daran anschließenden Gebiete gegenwärtig nach derzeitigem Kenntnisstand weitgehend frei von Riffen. Rezente Vorkommen von Sandkorallen-Riffen sind laut von Drachenfels (2020) in Niedersachsen derzeit nicht nachgewiesen. Auch im Hamburger Nationalpark Wattenmeer sind laut Biotopkartierung Hamburg (2019) keine Kolonien des Sandröhrenwurms nachgewiesen. Das gleiche gilt für natürliche Muschelbänke. Allerdings wurden durch Umland (2020) sowie auf www.Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen.de (<http://www.mdi.niedersachsen.de/>, abgerufen im Februar 2021) Miesmuschelansammlungen im Neuwerker Watt dokumentiert. Da es sich bei den dokumentierten Muschelvorkommen jedoch nur um eine kleine, relativ gering mit lebenden Miesmuscheln besiedelte Fläche handelt (s. auch Kap. 4.10.3), wird nicht von einem Vorhandensein des LRT

1170 „Riffe“ ausgegangen, da nach von Drachenfels (2020) der Deckungsgrad der Muschelansammlungen >5 % des Meeresbodens betragen sollte.

Laut BfN-Kartieranleitung (2011b) treten KGS außer im Gebiet um Helgoland in der Regel in Wassertiefen > 20 m lediglich in meist relativ kleinflächigen Ausprägungen in der gesamten Nordsee auf. Rickleffs (2017, Vortrag „Detektion von möglichen § 30-Flächen im Sublitoral des Wattenmeeres“) gibt an, dass „*unklar ist, ob hydrodynamisch stark belastete KGS im Wattenmeer tatsächlich artenreich sind.*“

Nach BfN (2011b) zitiert in BSH (2018) „*gibt es gegenwärtig keine bekannten Vorkommen von Seefedern in der deutschen Nordsee.*“

Der Lebensraumtyp 1140 (Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt) kommt an der gesamten Küste vor.

Im Neuwerker Watt des Hamburger Nationalparks konnten laut Küfog und Steuwer (2020) einzelne Seegasbestände kartiert werden (s. Kap.4.10.2). In dem WRRL Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ wurden allerdings wie schon 2013 und 2008 keine Seegraswiesen festgestellt. Auch bei den durch Umland (2020) und der niedersächsischen Datenbank

www.Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen.de

(<http://www.mdi.niedersachsen.de/>, [Abruf im Februar 2021](#)) dokumentierten Seegrasvorkommen im näheren Umfeld der Verbringstelle, d.h. im Neuwerker Watt handelt sich aufgrund der Definition von von Drachenfels (2020) nur um Einzelvorkommen, aber nicht um einen Biotoptyp „Seegraswiesen“ (s. Kap. 4.10.2.1 sowie Abbildung 36 und Abbildung 37).

Laut Dolch et al. (2020) konnte im Gegensatz zum Nordfriesischen Wattenmeer, wo 2019 ca. 17% der Wattflächen mit Seegras bedeckt waren, im kleineren, südlichen Dithmarscher Wattenmeer, wo der Flächenanteil über die Jahre sehr gering blieb, weniger als 1 % Überdeckung festgestellt werden.

Im Auftrag der HPA wurde außerdem ein Side Scan Sonar auf der Verbringstelle sowie westlich und östlich davon (Abbildung 12) durchgeführt, um ein potenzielles Vorkommen der oben genannten Biotoptypen zu untersuchen (AquaTech 2021).



Abbildung 12: Lage des Untersuchungsgebietes für den Side Scan (aus AquaTech 2021)

Die Untersuchung ergab kein Vorkommen von §30 Biotopen, es wurden zwei Sedimenttypen klassifiziert: Mittel- und Feinsände (Abbildung 13) sowie deutlich sedimentdynamische Strukturen wie Rippel und langwelligen Dünen im Osten. Auch die durch Bioconsult (2021) durchgeführte Makrozoobenthosuntersuchung (s. Kap.4.10.3) ergab kein Vorkommen der charakterisierenden Arten.

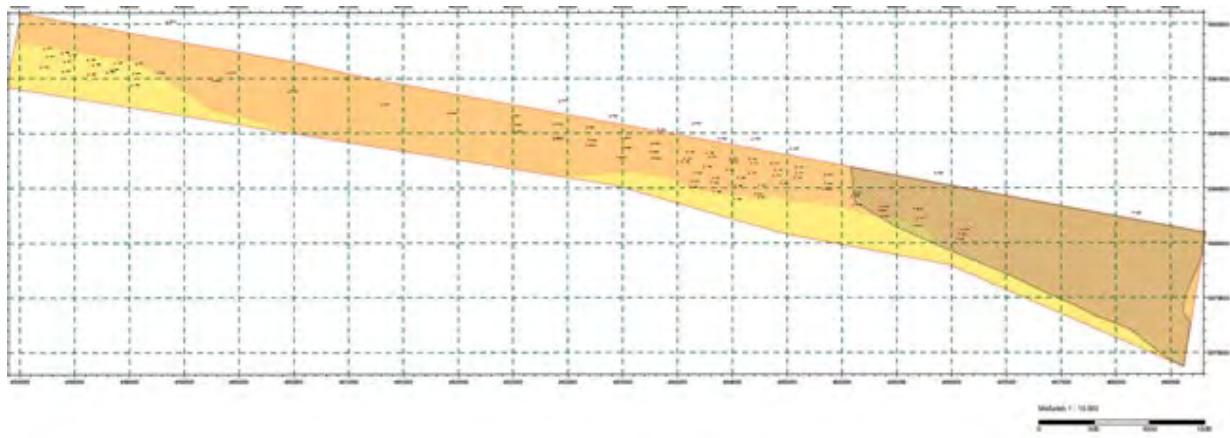


Abbildung 13: Sedimentzusammenstellung des beprobeden Gebietes: Mittel- und Feinsände (orange bzw. hellgelb), und deutlich sedimentdynamische Strukturen (schraffiert) (aus: AquaTech 2021)

In dem betrachteten Gebiet, das durch die Baggergutverbringung möglicherweise beeinflusst werden kann, befindet sich also nur der §30 Biotoptyp **Wattflächen im Küstenbereich**.

Biototypen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“

Die im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ vorkommenden Biototypen sind in Abbildung 14 dargestellt (HPA, auf Basis von der BUKEA bereit gestellten Daten). Der Nationalpark befindet sich in den Bilanzierungsräumen BZR 13 (Scharhoern), 25 Hamburgisches _Wattenmeer_SO), 26 (Scharhoernriff, zur besseren Übersicht nicht dargestellt in der Karte, da er nur den TYP KMF Flachwasserzone des Küstenmeeres enthält), 27 (Hamburgisches_Wattenmeer_NW) und 63 (Neuwerk).

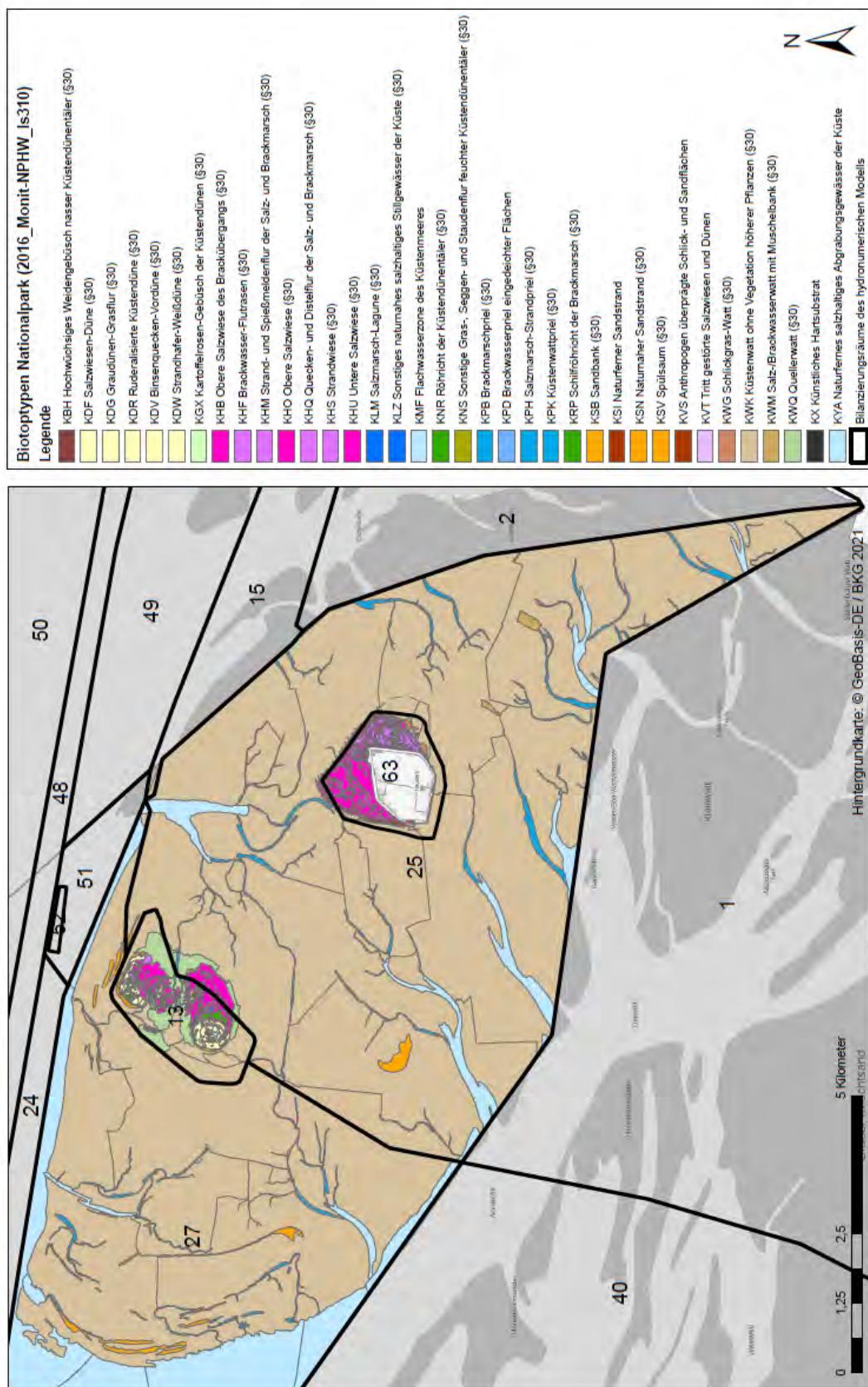


Abbildung 14: Vorkommen von Biototypen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ und ihre Lage in den Bilanzierungsräumen

4.3 Besonderer Artenschutz (§§ 44 ff BNatSchG)

Die rechtliche Grundlage der artenschutzrechtlichen Prüfung bildet das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und die Bundesartenschutzverordnung. Der Bundesgesetzgeber hat durch die §§ 44 und 45 BNatSchG die europarechtlichen Regelungen zum Artenschutz, die sich aus der FFH-Richtlinie (FFH-RL) und der Vogelschutzrichtlinie (VS-RL) ergeben, umgesetzt.

Die besonderen artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Absatz 1 BNatSchG (sog. Zugriffsverbote) lauten:

„Es ist verboten,

- 1. wildlebenden 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,*
- 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,*
- 3. Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wildlebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,*
- 4. wildlebende Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören.“*

Nach § 7 Absatz 2 Nr. 13 BNatSchG gelten folgende Arten als besonders geschützt:

- Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang A oder B der Verordnung (EG) Nr. 338/97, aufgeführt sind (EG-Artenschutzverordnung),
- Tier- und Pflanzenarten, die in Anhang IV der FFH-RL aufgeführt sind,
- in Europa natürlich vorkommende Vogelarten im Sinne des Artikels 1 VS-RL (europäische Vogelarten),
- Tier- und Pflanzenarten, die in der Bundesartenschutzverordnung aufgeführt sind.

Von den vorgenannten besonders geschützten Arten gelten einige zusätzlich als streng geschützt (§ 7 Absatz 2 Nr. 14 BNatSchG):

- Arten des Anhangs A der EG-Artenschutzverordnung,
- Arten des Anhangs IV der FFH-RL,
- Tier- und Pflanzenarten, die in der Bundesartenschutzverordnung als streng geschützt geführt werden.

Dies bedeutet, dass alle in der regionalen oder deutschlandweiten „Roten Liste“ geführten Arten der Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) bis 3 (gefährdet) somit zu betrachten sind. Nicht zu betrachten sind die, die in der „Roten Liste“ unter „V“ (Vorwarnliste) geführt werden. Der Schutz von Lebensstätten nach § 44 Absatz 1 Nr. 3 BNatSchG bezieht sich auf alle existenziell bedeutsamen Habitatstrukturen. Ausdrücklich nicht umfasst sind sämtliche genutzten Lebensraumstrukturen innerhalb des Aktionsraumes einer Art. Nicht essenzielle Habitatememente, wie z. B. weiträumig unspezifische Nahrungshabitate, fallen nicht unter den Verbotstatbestand. Daher werden nur die im Sinne des Artenschutzes relevanten Arten betrachtet, die im möglichen Wirkungsraum der geplanten Verbringung vorkommen (s. Kap. 4.10.1- 4.10.6) und allgemein auf anthropogene Einflüsse und insbesondere auf den Wirkungen der geplanten Verbringung empfindlich reagieren. Relevant sind ausschließlich besonders bzw. streng geschützte Arten bzw. Artengruppen, die entweder mittel- oder unmittelbar marinen Lebensraumtypen assoziiert sind oder sich dort (zeitweilig) aufhalten. Arten, die im Wirkungsbereich der geplanten Verbringung nicht oder nur sporadisch nachgewiesen wurden bzw. deren Auftreten im Untersuchungsgebiet keine verbotstatbeständliche Betroffenheit auslöst, werden nicht betrachtet.

Soweit das Vorhaben einen zulässigen Eingriff darstellt, greift die Privilegierung des § 44 Absatz 5 S. 1 BNatSchG. In diesem Fall ist lediglich das folgende Artenspektrum von artenschutzrechtlicher Prüfrelevanz: Arten des Anhangs IV Buchstabe a der FFH-Richtlinie, europäische Vogelarten oder solche Arten, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 1 Nummer 2 BNatSchG aufgeführt sind.

Eine ausführliche Beschreibung der Arten, ihres Zustands und ihres Vorkommens – sofern relevant - findet sich in den entsprechenden Kapiteln zur IST – Zustandsbeschreibung von Flora und Fauna (Kap. 4.10). Eine Bewertung der möglichen Auswirkungen wird in dem entsprechenden Fachbeitrag durch IBL Umweltplanung (2021) vorgenommen.

4.4 Wasserrahmenrichtlinie

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) ist es, dass möglichst viele Gewässer (Oberflächengewässer und das Grundwasser) bis 2027 einen guten Zustand erreichen. Die Ziele der WRRL finden sich wieder in den nationalen Bewirtschaftungszielen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG).

Ein Instrument zum Erreichen der Ziele ist die Erarbeitung von flusseinzugsgebietsbezogenen Bewirtschaftungsplänen. Diese Pläne umfassen eine aktuelle Beschreibung der Gewässer, Angaben zu Belastungen für die Wasserkörper, zu Schutzgebieten, zu Überwachungsnetzen und zum Zustand der Wasserkörper. § 3 Satz 1 Nr. 6 WHG definiert den „Wasserkörper“ als einen einheitlichen und bedeutenden Abschnitt eines oberirdischen Gewässers oder

Küstengewässers. Die Flussgebietseinheit „Elbe“ umfasst neben der Binnenelbe auch die der Tideelbe vorgelagerten Küstengewässer der Nordsee und die Insel Helgoland; der räumliche Geltungsbereich der WRRL endet an der äußeren Grenze der 12-Seemeilen-Zone (Küstenmeer). Das Vorhabengebiet liegt in dem WRRL Oberflächenwasserkörper „Küstengewässer Elbe“ welches die hier relevanten Wasserkörpertypen „polyhalines offenes Küstengewässer (N3)“ und „polyhalines Wattenmeer (N4) umfasst, und grenzt an den Übergangsgewässer – Wasserkörper „Tideelbe“. Die IST-Zustände folgender Wasserkörper werden nachfolgend betrachtet:

- OWK „Küstenmeer Elbe“ (Küstengewässer) (DE_CW_N0.5000) (2. Bewirtschaftungsplan, mit dem dritten Bewirtschaftungsplan erfolgte eine Umbenennung der Küstengewässer seewärts der 1-Meilenzone in Territorialgewässer inklusiver Neucodierung DETW_DESH_T1-5000-01), Fläche ca. 1.997 km² mit zwei repräsentativen Messstellen.
- OWK „Außenelbe-Nord“ (Küstengewässer) (DE_CW_N3.5000.04.01 bzw. DECW_DESH_N3-5000-04-01 im 3. Bewirtschaftungsplan) (Elbe-km 727,7 – ca. km 756), rund 362 km² groß und mit 2 repräsentativen Messstellen.
- OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (Küstengewässer) (DE_CW_N4_5900_01 bzw. DECW_DENI_N4-5900-01) mit einer Größe von rund 118 km² und zwei repräsentativen Messstellen.
- OWK Hakensand (Küstengewässer) (DE_CW_N4.5000.04.02 bzw. DECW_DESH_N4-5000-04-02), rund 44 km² groß und mit einer repräsentativen Messstelle.
- OWK Tideelbe (Übergangsgewässer) (DE_TW_DESH_T1.5000.01) (Elbe-km 654,9 – 727,7) mit einer Fläche von rund 400 km² auf und 3 repräsentative Messstellen.
- OWK Dithmarscher Bucht (Küstengewässer) (DE_CW_N4.9500.03.02 bzw. DECW_DESH_N3-9500-03-01) ist ca. 251 km² groß und hat eine repräsentative Messstelle.
- OWK Piep Tidebecken (Küstengewässer) (DE_CW_N3.9500.03.01 bzw. DECW_DESH_N3-9500-03-01) hat eine repräsentative Messstelle in dem ca. 331 km² umfassenden Gebiet.

Für den Bewirtschaftungszeitraum 2022-2027 liegt der Entwurf der zweiten Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG (Stand: Dezember 2020) vor. Die Ergebnisse der vorläufigen Zustandsbewertung dieser Wasserkörper werden an dieser Stelle präsentiert.

Der **ökologische Gesamtzustand** der Oberflächenwasserkörper „Außenelbe Nord“ und auch des „Hakensands“ ist schlecht, und „Westlichen Wattenmeeres“ mäßig, und das ökologische Potenzial des „Übergangsgewässer Elbe“ ist mäßig (Abbildung 15). Der Zustand des OWK „Piep Tidebecken“ ist mäßig und der der „Dithmarscher Bucht“ unbefriedigend.

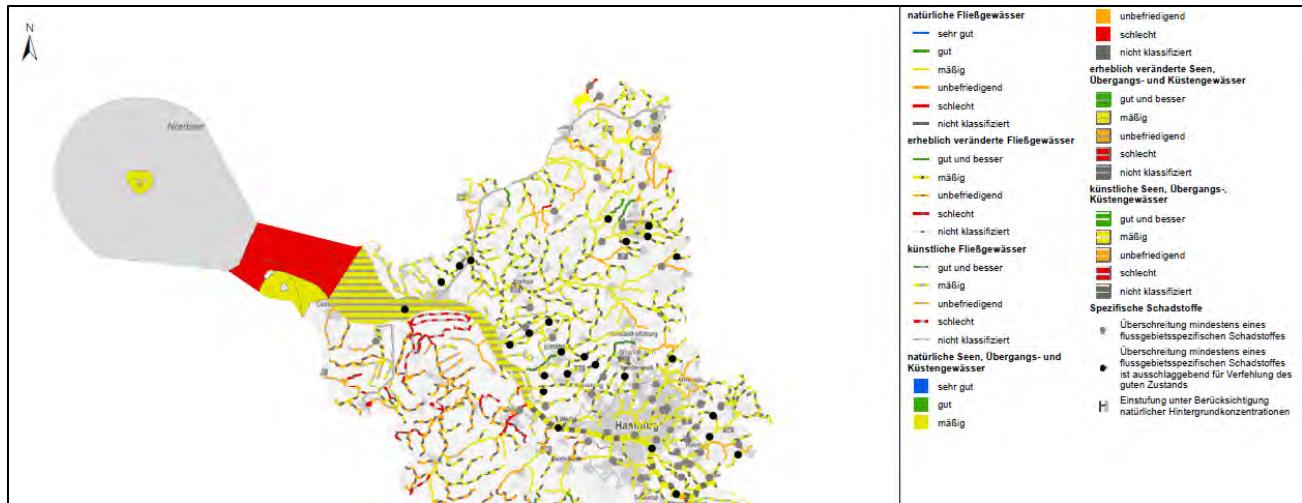


Abbildung 15: Ökologischer Zustand und ökologisches Potenzial der Oberflächenwasserkörper (aus: [FGG-Elbe \(fgg-elbe.de\)](http://FGG-Elbe (fgg-elbe.de)), im März 2021)

Der Gesamtzustand der Wasserkörper „Außenelbe Nord“ und „Hakensand“ beruht auf dem schlechten Zustand des **Phytoplanktons** und dem mäßigen Zustand des „Westlichen Wattenmeeres“. In den OWK „Piep Tidebecken“ und „Dithmarscher Bucht“ ist der Zustand gut bzw. unbefriedigend. Eine Bewertung des Phytoplanktons findet im „Übergangsgewässer Elbe“ keine Anwendung (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (2020)).

Die **Makrophyten** (Bewertung aus Mittelwert der Teilkomponenten (1) Makroalgen, (2) Seegras, (3) Röhrichte, Brack- und Salzmarschen) befinden sich im Zustand unbefriedigend in dem Wasserkörper „Hakensand“, in einem mäßigen Zustand im „Westlichen Wattenmeer“ und in dem „Übergangsgewässer Elbe“ in einem guten ökologischen Potenzial, während in der „Außenelbe Nord“ dieser Parameter keine Anwendung findet. In den OWK „Piep Tidebecken“ und „Dithmarscher Bucht“ werden Makrophyten nicht bewertet (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (2020)).

Für die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials der Küsten- und Übergangsgewässer nach WRRL wird u.a. ein EQR (Ecological Quality Ratio) ermittelt, der die Abweichung des IST-Zustands von der historischen Referenz quantifiziert. Die Fläche der Seegrasbestände, ihre Besiedlungsdichte und ihre Artenzusammensetzung werden bei der Berechnung des EQR herangezogen. Ein großer Flächenverlust und damit einhergehender Verschlechterung der EQR Fläche, dem Fehlen einer bzw. beider Arten in je einem Wasserkörper und Abnahmen der Besiedlungsdichte führten zu einer Verschlechterung der Zustandsklassen der Seegrasflächen an der niedersächsischen Nordseeküste in 2019. Für die Teilkomponente „Seegras“ ist die Einstufung für den Wasserkörper „Westliches

Wattenmeer der Elbe“ daher schlecht (Küfog & Steuwer 2020), denn dieser Wasserkörper weist wie schon 2013 und 2008 keine Seegraswiesen auf. Arens (2020) bewertet den ökologischen Zustand der Teilkomponente „Röhrichte, Brack- und Salzwassermarschen“ für den Wasserkörper „Elbe N4 (N4_5900_01) als gut. Dies ist auf den Flächenzuwachs im Bereich der Inseln Scharhörn und Nigehörn zurückzuführen.

Das **Makrozoobenthos** ist in einem besseren Zustand: mäßig im Wasserkörper „Hakensand“, gut in der „Außenelbe Nord“ und im „Westlichen Wattenmeer“ sowie in einem guten ökologischen Potenzial im „Übergangsgewässer Elbe“. In den OWK „Piep Tidebecken“ und „Dithmarscher Bucht“ ist der Zustand gut bzw. mäßig.

Eine Bewertung der **Fische** findet in Küstenwasserkörpern keine Anwendung, aber für das „Übergangsgewässer Elbe“ ergibt sich ein gutes ökologisches Potenzial.

Chemie

Sediment

Umweltqualitätsnormen zur Bewertung des Chemischen Zustandes wurden für Sedimente nicht formuliert. Allerdings werden zur Beschreibung des Ökologischen Zustandes auch Umweltqualitätsnormen für Sedimente herangezogen. Diese sind allerdings derartig hoch angesetzt, dass im Untersuchungsraum keine Überschreitungen auftreten.

Wasser

Die Darstellung des Ist-Zustands im Hinblick auf den chemischen Zustand der **Wasserphase** bzw. die Belastungssituation erfolgt hier anhand der in den Wasserkörpersteckbriefen der Oberwasserkörper dargelegten Einstufungsergebnisse des chemischen Zustands (vgl. Anlage 8 der Oberflächengewässerverordnung - OGewV) und der flussgebietsspezifischen Schadstoffe (Qualitätskomponente für die Bewertung des ökologischen Zustands, vgl. Anlage 6 der OGewV). Da mit dem 22.12.2021 der dritte Bewirtschaftungsplan und das dritte Maßnahmenprogramm Gültigkeit erlangt, werden der Bewertung hier die im Entwurf befindlichen Wasserkörpersteckbriefe für den dritten Bewirtschaftungszyklus 2022-2027 zu Grunde gelegt (vgl. <https://www.wasserblick.net/>, Abruf im März 2021). In Tabelle 23 sind die Zustandsbewertungen folgender für die Verbringung relevanter OWK wiedergegeben: Der OWK „Elbe Hafen“, der seinerseits repräsentativ für die Herkunftsorte der Sedimente ist, sowie die im potenziellen Wirkraum der Verbringung gelegenen OWK „Tideelbe, Außenelbe Nord, westliches Wattenmeer der Elbe, Hakensand, Küstenmeer Elbe“, sowie die im

Koordinierungsraum der Eider befindlichen OWK „Dithmarscher Bucht“ und „Piep Tidebecken“.

Tabelle 23: Darstellung der Einstufung des chemischen Zustands und Parameter mit Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für flussgebietsspezifische Schadstoffe (Anlage 6 OGewV) und der UQN zur Beurteilung des chemischen Zustands (Anlage 8 OGewV) im IST-Zustand

OWK	Elbe Hafen (Quelle)	Tideelbe	Außenelbe Nord	Küstenmeer Elbe	westliches Wattenmeer der Elbe	Hakensand	Dithmarscher Bucht	Piep Tidebecken
prioritäre Stoffe (chemischer Zustand)								
Bromierte Diphenylether (BDE)*	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut		nicht gut	nicht gut	nicht gut
Quecksilber*	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut	nicht gut
Benzo(a)pyren		nicht gut						
Benzo(b)-fluoranthen	nicht gut	nicht gut						
Benzo(ghi)-perlylen	nicht gut	nicht gut						
Benzo(k)-fluoranthen		nicht gut						
Fluoranthen		nicht gut						
Tributylzinnverbindungen	nicht gut	nicht gut					nicht gut	
Cypermethrin	nicht gut							
Heptachlor und heptachlor-epoxide	nicht gut							
Hexachlorbenzen	nicht gut							
Flussgebietsspezifische Schadstoffe (ökologischer/s Zustand/Potenzial)								
Nicosulfuron				-				
Imidacloprid				-				
Silber				-				

* UQN-Überschreitung in Biota

Der chemische IST-Zustand des **OWK Elbe Hafen** wird als „nicht gut“ bewertet. In diesem OWK werden für neun prioritäre Schadstoffe die jeweiligen JD-UQN (Jahresdurchschnitts-UQN) und/oder ZHK-UQN (zulässige Höchstkonzentration-UQN) überschritten (siehe Tabelle 23).

Bei den für die Beurteilung des IST-Zustands des ökologischen Potenzials des OWK Elbe Hafen relevanten eines OWK relevanten flussgebietsspezifischen Schadstoffen werden in die UQN für die Parameter Nicosulfuron, Imidacloprid und Silber überschritten.

Auch der chemische IST-Zustand des **OWK Tideelbe** ist als „nicht gut“ eingestuft. In diesem OWK werden für sechs prioritäre Stoffe die jeweiligen JD-UQN und/oder ZHK-UQN überschritten (siehe Tabelle 22). Im Hinblick auf die für die Beurteilung des IST-Zustands des ökologischen Potenzials des OWK Tideelbe relevanten flussgebietsspezifischen Schadstoffen wird die ZHK-UQN für Nicosulfuron überschritten. Der chemische Zustand der **OWK Küstenmeer Elbe, westliches Wattenmeer der Elbe, Hakensand und Piep Tidebecken** ist wegen der Überschreitung der UQN für BDE, PFOS und Quecksilber als „nicht gut“ eingestuft. Gleiches gilt für den **OWK Dithmarscher Bucht**. Hier wird zudem auch die UQN für TBT überschritten.

Biota

Die Bewertung des chemischen Zustandes von Wasserkörpern erfolgt auch anhand von Biota (Fische, Muscheln und Krebstiere). In Fischen werden die Umweltqualitätsnormen für Quecksilber und bromierte Diphenylether flächendeckend überschritten. Somit wird für alle Fließgewässer, Seen, Übergangs- und Küstengewässer der FGG Elbe von einem nicht guten chemischen Zustand der Wasserkörper ausgegangen (FGG Elbe 2020).

4.5 Meeresstrategie- Rahmenrichtlinie

Mit der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt; MSRL) wurde ein Rahmen geschaffen, „*innerhalb dessen die Mitgliedstaaten die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um spätestens bis zum Jahr 2020 einen guten Zustand zu erreichen oder zu erhalten*“. In den Anwendungsbereich der MSRL fallen in Deutschland alle Meeresgewässer, die nach Art. 3 Abs. 1 MSRL definiert sind.

Die Richtlinie wurde auf nationaler Ebene in den §§ 45 a ff. WHG umgesetzt. Zu den Meeresgewässern im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes zählen „*die Küstengewässer sowie die Gewässer im Bereich der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und des Festlandsockels, jeweils einschließlich des Meeresgrundes und des Meeresuntergrundes*“ (§ 3 Absatz 2a WHG).

Die geplante Verbringstelle liegt im Küstengewässer und/oder im Küstenmeer und damit im Geltungsbereich der MSRL. Das Untersuchungsgebiet der Zustandsbewertung ist der deutsche Teil der Nordsee mit einer räumlichen Ausdehnung von 40.459 km² (Eionet 2019): Dieser erstreckt sich vom Küstengewässer (bis zur 1-Seemeilen-Zone) über das deutsche Küstenmeer (bis zur 12-Seemeilen-Zone) einschließlich der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), die bis zur Doggerbank in der zentralen Nordsee reicht. Die

räumlichen Bewertungseinheiten (Marine Reporting Units), die im Rahmen der MSRL, für die deutsche Nordsee herangezogen werden, orientieren sich primär an den bestehenden marinen Verwaltungsgrenzen („Küstengewässer“ [CW], „Küstenmeer“ [TeW, auch Hoheits-/Territorialgewässer genannt] und „Ausschließliche Wirtschaftszone“ [AWZ bzw. EEZ]) (BLANO 2019). Das Vorhabengebiet liegt im Geltungsbereich der Meerestrategierahmenrichtlinie (MSRL) (Abbildung 16), und zwar im Bereich ANSDE_CW mit einer Fläche von ca. 1.997 km² mit zwei repräsentativen Messstellen.

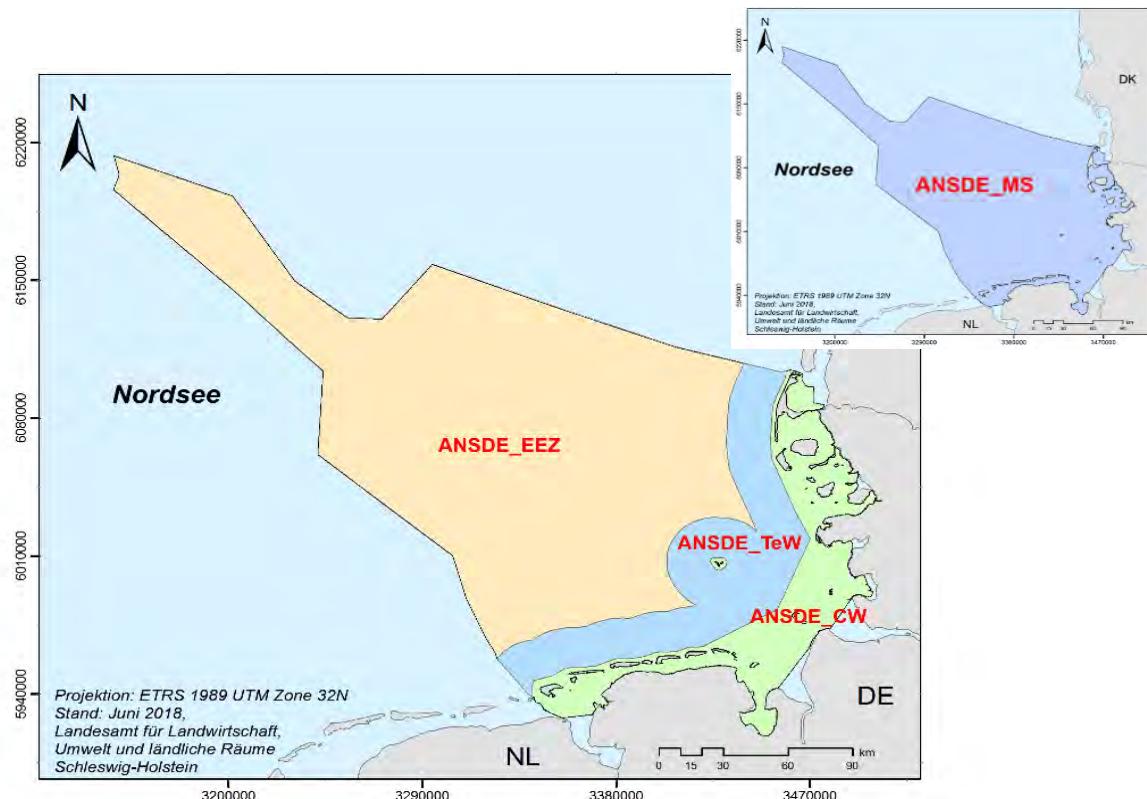


Abbildung 16: Räumliche Darstellung der Marine Reporting Units der MSRL: Allgemeine Gliederung [ANSDE_EEZ, _TeW und _CW] und Übersicht über die deutsche Nordsee im Sinne der MSRL [ANSDE_MS] (Quelle: verändert nach LLUR 2018 in BLANO 2019).

Als Datengrundlage für die Beschreibung des IST-Zustandes in diesem Dokument wird, sofern nicht anders vermerkt, die Bewertung durch das Umweltbundesamt (2018) herangezogen, die den aktuellen Zustand des Meeresgewässers „Deutsche Nordsee“ bezogen auf die Bewertungskriterien der einzelnen Deskriptoren (Tabelle 24) dokumentiert. Auf diese wird in der Beschreibung der jeweilig zuzuordnenden Artengruppe von Flora und Fauna sowie den Habitaten bzw. Lebensraumtypen eingegangen (s.u.). Des Weiteren wird auf die Beschreibungen der einzelnen Organismengruppen in den Kapiteln 4.10.1 bis 4.10.6 verwiesen.

Tabelle 24: Übersicht der zur betrachtenden Deskriptoren gemäß des Kommissionsbeschlusses EU/2017/848

Deskriptor	Ziel
D1 – Biodiversität	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.

Im Rahmen der Zustandsbewertung der deutschen Nordsee wird der gute Umweltzustand nicht erreicht (Umweltbundesamt 2018). Die Ergebnisse der Bewertung der einzelnen Deskriptoren, die zu der Nacherreichung des guten Zustands beitragen, wird im Folgenden

kurz beschrieben. Gegenwärtig liegen nicht für alle Indikatoren, Kriterien und den Deskriptoren Bewertungssysteme mit definierten Schwellenwerten für die Beschreibung des guten Umweltzustands vor, so dass einige Deskriptoren nicht bewertet worden konnten.

4.5.1 Deskriptor D1 „Biodiversität“

Fische

Von den 32 betrachteten Fischarten der deutschen Nordseegewässer sind 9 in gutem Zustand, 8 Arten konnten nicht bewertet werden. Der Zustand einiger Küstenfische (3 Arten) sowie am Meeresboden (7 Arten) und im Freiwasser (5 Arten) lebender Fische ist schlecht: Finte: ungünstig - schlecht, Alse: ungünstig - schlecht, Meerneunauge: ungünstig unzureichend, Flussneunauge: ungünstig – unzureichend, Stör: unbekannt. Der gute Umweltzustand ist, auf der Basis von Experteneinschätzungen, insgesamt für die Fische derzeit nicht erreicht (Umweltbundesamt 2018).

See- und Küstenvögel

45% der See- und Küstenvogelarten der deutschen Nordseegewässer befinden sich in einem schlechten Zustand, ebenso drei der fünf funktionellen Artengruppen (Tabelle 25). Da sich nicht alle Artengruppen in gutem Zustand befinden, ist der gute Umweltzustand der See- und Küstenvögel für die deutschen Nordseegewässer insgesamt nicht erreicht. Allerdings werden laut Umweltbundesamt (2018) im Küstenbereich, besonders in den Nationalparks, die Ziele der Richtlinie gut umgesetzt, während im Offshorebereich noch Handlungsbedarf herrscht.

Tabelle 25: Funktionelle Gruppen der See- und Küstenvögel (aus Umweltbundesamt 2018)

Funktionelle Gruppe	Ort und typischer Modus der Nahrungssuche	Typische Nahrung	Zusätzliche Informationen
Benthofresser (Nutzer des Meeresgrunds)	Nahrungssuche am Meeresboden	Wirbellose (z.B. Muscheln, Seesterne)	
Wassersäulenfresser	Tauchen in weitem Tiefenbereich der Wassersäule	Pelagische und demersale Fische und Wirbellose (z.B. Tintenfische, Zooplankton)	Nur Arten, die sich beim Tauchen aktiv fortbewegen, aber einschließlich Basstölpel. Auch Arten, die benthische Fische (z. B. Plattfische) fressen.
Oberflächenfresser	Nahrungssuche an der Wasseroberfläche (bis 2 m Wassertiefe)	Kleine Fische, Zooplankton und andere Wirbellose	„Oberfläche“ definiert in Beziehung zur Eintauchtiefe von sturztauchenden Arten (außer Basstölpel)
Watvögel (Nutzer der Gezeitenzone)	Laufen/Waten im Flachwasser oder auf Wattflächen	Wirbellose (Mollusken, Polychaeten etc.)	
Herbivore Wasservögel	Nahrungssuche im Gezeitenbereich oder im Flachwasser	Pflanzen (z.B. Seegras, Salzwiesenpflanzen, Algen)	Gänse, Schwäne, Schwimmenten, Blässhuhn

Marine Säuger

Während Robben (Kegelrobben und Seehunde) einen insgesamt positiven Entwicklungstrend zeigen und nach aktueller FFH-Bewertung einen günstigen Erhaltungszustand erreicht haben,

befindet sich die Artengruppe kleine Zahnwale (Schweinswal) in einem ungünstig-unzureichenden Erhaltungszustand. Zwar wurden das Verbreitungsgebiet und die Population als günstig, das Habitat inklusive der vorhandenen Beeinträchtigungen aber als ungünstig eingestuft. Insgesamt wird der gute Umweltzustand für marine Säugetiere in der Nordsee daher nicht erreicht.

Cephalopoden

Dreizehn Tintenfischarten treten in der Nordsee regelmäßig auf, vier davon auch in den deutschen Nordseegewässern. Der Zustand von Cephalopoden kann derzeit nicht bewertet werden, da es noch keine regional abgestimmten Bewertungsverfahren gibt.

Lebensräume

Für die Bewertung des Zustands von Habitaten gibt der Kommissionsbeschluss Bewertungskriterien jeweils für pelagische und benthische Habitate vor. Entsprechende Schwellenwerte liegen noch nicht vollständig für alle Kriterien der einzelnen Biotopklassen vor.

4.5.1.1 Pelagische Lebensräume

Der Zustand der pelagischen Habitate wird derzeit vorrangig anhand ausgewählter Eutrophierungsindikatoren bewertet (Deskriptor D5: Chlorophyll-a-Konzentrationen, schädliche Algenblüten und Sichttiefe [in den meisten der zehn Bewertungsgebiete werden die Schwellenwerte überschritten]). Spezifische Auswirkungen der Eutrophierung sind maßgeblich dafür verantwortlich, dass 77% der pelagischen Habitate der deutschen Nordseegewässer nicht in einem guten Umweltzustand sind.

Unmittelbar im Zusammenhang mit dem Deskriptor D1 steht der Deskriptor D6 (physikalische Störung des Meeresbodens), da die Erhebungen zu physischen Verlusten und physikalischen Störungen (im Rahmen von Deskriptor 6) sowie dauerhaften hydrografischen Veränderungen des Meeresbodens und der Wassersäule (im Rahmen von Deskriptor 7) eine wichtige Grundlage für den Zustand der Lebensräume nach dem Deskriptor D1 bilden. Nach den Vorgaben des Kommissionsbeschlusses erfolgt daher eine gemeinsame Betrachtung.

4.5.1.2 Benthische Lebensräume (D6: „Meeresgrund“)

In der Bewertung wird unterschieden zwischen weitverbreiteten Lebensräumen (broad habitat types) und von den Mitgliedstaaten zu definierenden besonders geschützten Lebensräumen (other habitat types). Weitverbreitete Lebensräume werden auf Grundlage der biologischen Tiefenzone (z. B. Infralitoral) und des Substrates (z. B. Sand oder Schlick) eingeteilt (Evans 2016). Für die deutschen Nordseegewässer ergeben sich insgesamt 12 weitverbreitete Lebensräume, von denen 8 bewertet werden können. Der gute Umweltzustand für benthische

Habitate in der deutschen Nordsee ist nach der Beschreibung des guten Umweltzustands (BMU 2012) dann erreicht, wenn

- „sich die Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Makroalgen und Angiospermen der Küstengewässer entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in einem sehr guten oder guten Zustand befinden,
- sich die für den marinen Bereich der Nordseerelevanten Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie in einem günstigen Erhaltungszustand befinden,
- sich die im Wattenmeerplan aufgeführten Arten und Lebensräume im Wattenmeer in einem guten Zustand befinden und
- die von OSPAR definierten ökologischen Ziele (EcoQO) erreicht sind.“

Der gute Umweltzustand der benthischen Lebensräume in der Nordsee wird nicht erreicht, keiner der bewerteten weitverbreiteten oder besonders geschützten Lebensräume befindet sich in einem guten Zustand.

4.5.2 Deskriptoren D1 und D4: „Biodiversität und Nahrungsnetz“

Die Beschreibung des guten Umweltzustands (BMU 2012) betrachtet das Nahrungsnetz (Deskriptor 4) und die Biodiversität (Deskriptor 1) gesondert, wobei sich die unter Deskriptor 1 genannten Aspekte in der Beschreibung des guten Umweltzustands für Deskriptor 4 wiederfinden und auf Zustandsbewertungen nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie), trilateralem Monitoring- und Bewertungsprogramm (TMAP) für das Wattenmeer, dem OSPAR-Übereinkommen (OSPAR) und dem Abkommen zum Erhalt der Kleinwale (ASCOBANS) verweisen.

Die deutschen Nordseegewässer lassen sich in zwei größere Ökosysteme gliedern: Das durch starke Gezeitendynamik geprägte Wattenmeer und die offene Nordsee. Beide gliedern sich über die vorherrschenden Tiefenzonen und Bodensubstrate wiederum in verschiedene Zonen mit unterschiedlichen Lebensbedingungen. Nahrungsnetze beschreiben das Ökosystem auf funktionaler Ebene. Sie beinhalten die trophischen Beziehungen innerhalb und zwischen den Lebensgemeinschaften und beziehen sich auf die Artenzusammensetzung in Hinblick auf die verschiedenen Funktionen im Ökosystem. Beeinträchtigungen einzelner Bestandteile der Meeressumwelt können Kettenreaktionen auf ökosystemarer Ebene hervorrufen, diese sind aber durch die Komplexität der Zusammenhänge und Wechselwirkungen mit anderen Wirkfaktoren häufig nur schwer zu identifizieren und zu quantifizieren.

Spezifische Bewertungsverfahren für die Interaktionen der Ökosystem- bzw. Nahrungsnetzkomponenten sind in Entwicklung, aber bisher weder national noch international verfügbar. Eine spezifische Bewertung der ökosystemaren bzw. trophischen Interaktionen

konnte noch nicht durchgeführt werden. Für die aktuelle Zustandsbewertung (Umweltbundesamt 2018) der Ökosysteme einschließlich der Nahrungsnetze der deutschen Nordseegewässer wurde daher die Definition des guten Umweltzustands (BMU 2012) bezüglich der Zielerreichung abgeprüft.

Der von der WRRL angestrebte gute ökologische und chemische Zustand der Küstengewässer wird aktuell nicht erreicht. Ursächlich hierfür ist deutschlandweit die Konzentration von Quecksilber in Biota.

Nahezu ein Drittel der benthischen wirbellosen Arten wird derzeit auf der Roten Liste (Rachor et al. 2013) geführt.

Die für den marinen Bereich der Nordsee relevanten Lebensraumtypen des Anhangs I (LRT Sandbänke 1110, Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt 1140, Lagunen 1150, Flache große Meeresarme und -buchten 1160, Riffe 1170) der FFH-Richtlinie angestrebte gute Zustand wird derzeit nicht erreicht, da laut FFH-Bewertung von 2013 sich von fünf relevanten Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie lediglich einer, nämlich der LRT 1140 [Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt] in einem günstigen Erhaltungszustand befindet.

Die Ziele von einzelnen arten- oder artengruppenspezifischen Konventionen (z. B. ASCOBANS) sollen erreicht werden. Das Hauptziel von ASCOBANS sieht vor, die Population von Schweinswalen auf einem Level von mind. 80% der carrying capacity zu erhalten oder wiederherzustellen. Hierfür sollen die Mortalität durch Beifang auf weniger als 1% sowie die gesamte anthropogene Mortalität auf weniger als 1,7% der besten Populationsschätzung reduziert werden. Die Aussage bzgl. der Erreichung der Ziele von einzelnen arten- oder artengruppenspezifischen Konventionen (z. B. ASCOBANS, Abkommen zur Erhaltung der Seehunde im Wattenmeer) kann nicht auf die gegenwärtige Situation angewandt werden, da eine abschließende Bewertung nicht vorliegt.

Die von OSPAR definierten Ecological Quality Objectives (EcoQO) sollen erreicht werden. Da nicht alle relevanten Ziele der von OSPAR definierten Ecological Quality Objectives (EcoQO) erreicht wurden bzw. teilweise keine Bewertung vorgenommen werden konnte (z.B. bei der Phytoplanktonproduktion, Abundanz von sensiblen Fischen, Größenklassenverteilung in Fischgemeinschaften, Abundanz und Verbreitung von Walen und Robbenarten) ist hinsichtlich dieses Teilespektes die „nicht-Erreichung“ des guten Umweltzustandes festzuhalten.

4.5.3 Deskriptor D2 „Nicht-einheimische Arten“

Der gute Umweltzustand für den Deskriptor D2 gilt in den deutschen Nordseegewässern als nicht erreicht, da Kenntnisse zur Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume oder einzelner

Arten durch (insbesondere invasive) nicht-einheimische Arten ungenügend und bisher nicht ausreichend analysiert sind.

4.5.4 Deskriptor D3 „Zustand kommerzieller Fisch- und Schalentierbestände“

Der Zustand der Knochenfisch-Bestände der Nordsee ist differenziert zu sehen (FIUM 2021). Die Bund-Länder Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (BLANO) bewertete 2018 auf Basis der Daten von 2011 bis 2016, insgesamt 19 wichtige Fischbestände (Knochen- und Knorpelfische) in Hinsicht auf ihren ökologischen Zustand. Dabei waren nur sieben Bestände in einem guten Zustand, fünf Bestände in einem schlechten Zustand; sieben Bestände konnten nicht bewertet werden. Haie und Rochen befanden sich generell in einem schlechten Zustand mit Ausnahme des Kleingefleckten Katzenhais (*Scyliorhinus canicula*). Sieben Bestände konnten aufgrund fehlender Indikatoren oder Bewertungsgrenzen nicht bewertet werden.

4.5.5 Deskriptor D4 „Nahrungsnetz“

Dieser Deskriptor wurde bereits in Zusammenhang mit Deskriptor D1 behandelt.

4.5.6 Deskriptor D5 „Eutrophierung“

Die räumlichen Bewertungseinheiten des Deskriptors 5 weichen am deutlichsten von der allgemeinen Gliederung ab (Abbildung 17). Im Bereich des Küstengewässers gemäß WRRL wird die kleinräumigere Strukturierung in die Bewertungseinheiten EF34, EF12, EW34 und NF12 zugrunde gelegt. Diese sind ihrerseits räumliche Zusammenfassungen der WRRL-Bewertungsräume für den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potential. Das Vorhabengebiet liegt im Bereich ANSDE_EW34.

Die Nährstoffkonzentrationen der deutschen Nordsee zeigten insgesamt einen ausgeprägten Gradienten von der Küste zur offenen See, da die Nährstoffe überwiegend über die Flüsse eingetragen werden (Brockmann et al. 2017 in BSH 2021). Die Stickstoff (TN)- und Phosphor (TP)-Konzentrationen überschritten die Schwellenwerte fast flächendeckend (Ausnahme: TP in OFFO). Für gelösten anorganischen Stickstoff und Phosphor zeigte sich laut Bewertung nach OSPAR Common Procedure eine signifikante Abnahme der Konzentrationen zwischen 1990 und 2005 und eine Stagnation seit 2006, insbesondere für die Küstengewässer und Teile der offenen See.

Erhöhte Chlorophyll-a-Konzentrationen, verringerte Sichttiefen sowie erhöhte Zellzahlen störender Phytoplanktonarten (insbesondere *Phaeocystis*) sind die wesentlichen direkten Effekte der Nährstoffanreicherung, die zur Verfehlung des guten Umweltzustands führen.

Sauerstoffmangel, eine veränderte Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos und hohe Konzentrationen organischen Kohlenstoffs sind indirekte Effekte der Nährstoffanreicherung.

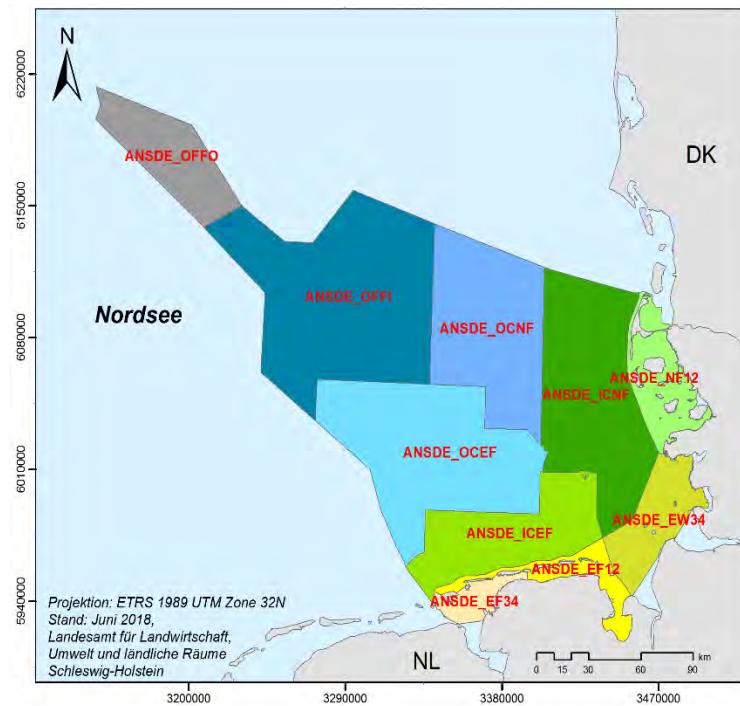


Abbildung 17: Räumliche Darstellung der Marine Reporting Units der MSRL: Deskriptor 5 (Quelle: verändert nach LLUR 2018 in BLANO 2019)

Die Statusbewertung im Hinblick auf den Deskriptor D5 gemäß der Bewertung nach OSPAR Common Procedure ergab im Bewertungszeitraum 2006 – 2014 (Brockmann et al. 2017 in BSH 2021), dass die Küstengewässer und große Teile der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone, insgesamt 55% der deutschen Nordseegewässer, als eutrophiert eingestuft wurden. Die Nährstoffeinträge waren weiterhin zu hoch und die Bewirtschaftungsziele für Nährstoffkonzentrationen der Flüsse bei Eintritt ins Meer wurden zum Teil deutlich verfehlt. Der gute Umweltzustand für den Deskriptor D5 ist daher in den deutschen Nordseegewässern nicht erreicht.

4.5.7 Deskriptor D6 „Meeresgrund“

Dieser Deskriptor wurde bereits in Zusammenhang mit Deskriptor D1 behandelt. Es ist jedoch hinzuzufügen, dass nach dem Kommissionsbeschluss „Veränderungen des Meeresbodens dauerhaft und als physischer Verlust („loss“) zu werten sind, wenn sie über 12 Jahre anhalten.“ Menschliche Aktivitäten, deren Auswirkungen reversibel sind und nicht dem Zeitpunkt von weniger oder mehr als 12 Jahre einzuordnen sind, werden in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt. Daher werden Für das Kriterium Flächenverlust werden bei der Bewertung des

Zustands der Meeresgewässer nach Artikel 8 MSRL keine Schwellenwerte, sondern nur Flächenangaben bezüglich der jeweiligen „Marine Reporting Units“ gefordert.

Der gute Umweltzustand der benthischen Lebensräume in der Nordsee wird nicht erreicht. Keiner der bewerteten weit verbreiteten oder besonders geschützten Lebensräume befindet sich in einem guten Zustand. Aussagen zu Entwicklungstrends sind derzeit nicht möglich.

4.5.8 Deskriptor D7 „Hydrografischen Bedingungen“

Nach der Beschreibung des guten Umweltzustands (BMU 2012, S. 34) ist dieser für die deutschen Nordseegewässer in Bezug auf hydrografische Bedingungen erreicht, wenn „*dauerhafte Veränderungen der hydrografischen Bedingungen aufgrund 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 Kommissionsbeschluss beschränkt die Bewertungskriterien auf zwei sekundäre Kriterien: Räumliche Ausdehnung und Verteilung der dauerhaften Veränderung der hydrografischen Bedingungen (z. B. Veränderungen des Wellengangs, der Strömungen, der Salinität, der Temperatur) des Meeresbodens und der Wassersäule, insbesondere in Verbindung mit einem physischen Verlust des natürlichen Meeresgrundes sowie räumliche Ausdehnung jedes infolge dauerhafter Veränderungen der hydrografischen Bedingungen beeinträchtigten benthischen Lebensraumtyps (physische und hydrografische Merkmale und zugehörige biologische Gemeinschaften). Seit der Anfangsbewertung in 2012 sind bislang keine regionalen Indikatoren zu den Kriterien für Deskriptor 7 entwickelt worden.

Beide o.g. Kriterien liefern Fachinformationen, die bei der Bewertung des Zustands der Ökosysteme bzw. der Biodiversität, v. a. der benthischen Lebensräume/Meeresgrund (Deskriptor D1 und D6), herangezogen werden. Dort wird das Ausmaß, in welchem die hydrografischen Veränderungen Auswirkungen auf Lebensräume und Arten haben anhand ökologischer und ökosystemrelevanter Indikatoren bewertet. Eine eigenständige Bewertung und Aussage zum guten Zustand in Bezug auf hydrografische Bedingungen (D7) wird nicht mehr vorgesehen.

Grundsätzlich werden in der Nordsee zwei Arten von erheblichen hydrographischen Veränderungen erwartet: (1) Veränderungen durch die hohe natürliche Variabilität mit Zeitskalen von mehr als 50 Jahren und (2) langfristige klimabedingte Veränderungen sowie (3) Veränderungen durch die genannten menschlichen Eingriffe.

Räumliche Ausdehnung und Verteilung dauerhafter Veränderungen der hydrografischen Bedingungen: 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. Räumliche Ausdehnung beeinträchtigten benthischen Lebensraumtyps: Weniger als 1% der deutschen Nordseegewässer sind von dauerhaften Veränderungen hydrografischer Bedingungen betroffen. Diese beziehen sich primär auf dauerhafte Veränderungen des Meeresbodens durch menschliche Aktivitäten (physischer Verlust aus D6). Grundlage dieser Abschätzung sind vorwiegend Daten des Continental Shelf Information System des BSH (BMUB 2017 in Umweltbundesamt 2018).

4.5.9 Deskriptor D8 „Schadstoffe“

Nach der Beschreibung des guten Umweltzustands (BMU 2012) ist dieser für die deutschen Nordseegewässer in Bezug auf Schadstoffe in der Meeresumwelt erreicht, „wenn die Konzentrationen an Schadstoffen in Biota, Sediment und Wasser die gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), der Umweltqualitätsnorm-Richtlinie 2008/105/EG und der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) geltenden Umweltqualitätsnormen (UQN) sowie die Ecological Quality Objectives und Umweltqualitätsziele des OSPAR JAMP/CEMP einhalten. Im OSPAR Intermediate Assessment 2017 ist die südliche Nordsee der für die deutschen Nordseegewässer relevante Bezugsraum.

Die im Rahmen der aktualisierten WRRL-Bewirtschaftungspläne bewerteten Küsten- und Territorialgewässer verfehlten den guten chemischen Zustand aufgrund der vorliegenden UQN-Überschreitungen der Schadstoffe Quecksilber, Blei und PCB-118 (Tabelle 26).

Bei der Betrachtung der Schadstoffkonzentrationen, unter Anwendung des „one out all out“ Prinzips, wird der gute Umweltzustand für die deutsche Nordsee nicht erreicht.

Tabelle 26: Übersicht Gesamtzustand der deutschen Nordseegewässer bezüglich der Kriterien des Deskriptors 8

Kriterien	Küstengewässer <1 sm (D8C1: flussgebietsspezifische Schadstoffe)	Territorialgewässer <12 sm (D8C1: prioritäre Stoffe; OSPAR Indikatorstoffe; Radionuklid)	AWZ >12 sm (D8C1: OSPAR Indikatorstoffe; Radionuklid)	Deutsche Nordsee- gewässer insgesamt	Status deutsche Nordsee- gewässer
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)					

*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 Umweltbundesamt 2018)

4.5.10 Deskriptor D9 „Schadstoffe in Lebensmitteln“

Nach der Beschreibung des guten Umweltzustands im Jahre 2012 ist dieser für die deutschen Nordseegewässer in Bezug auf „Schadstoffe in Lebensmitteln“ erreicht, wenn „die EU-Höchstmengen für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln nicht überschritten werden.“ Hinsichtlich der Schadstoffgehalte in Lebensmitteln für Miesmuscheln der deutschen Nordseegewässer wird ein guter Zustand angenommen. Für Schadstoffe in Fischen kann eine Bewertung derzeit noch nicht erfolgen, da die vorliegenden Daten in der Regel nicht georeferenziert sind. Insgesamt ist daher eine Bewertung für den Deskriptor 9 derzeit noch nicht möglich und liegt dementsprechend noch nicht vor.

4.5.11 Deskriptor D10 „Abfälle im Meer“

Gegenwärtig existieren für Indikatoren, Kriterien und den Deskriptor überwiegend weder Bewertungssysteme mit definierten Schwellenwerten für die Beschreibung des guten

Umweltzustands der Belastung der Nordsee durch Abfälle noch Integrationsmethoden für die Einzelbewertungen. Bis geeignete Datenerfassungssysteme und Bewertungsmethoden vorliegen, erfolgt eine qualitative Beschreibung, inwieweit ein guter Umweltzustand für Abfälle im Meer erreicht ist.

Für weitere Indikatoren muss zur Entwicklung von Bewertungsverfahren zunächst eine Datengrundlage geschaffen werden. Mit diesen Arbeiten wurde in den letzten Jahren begonnen und sie werden in den nächsten Jahren fortgeführt. Der aktuelle Umweltzustand wird daher überwiegend auf Basis der vorhandenen Literatur und Daten durch Experteneinschätzung eingestuft. Demnach sind die deutschen Meeresgewässer weiterhin durch Müll belastet und der gute Zustand wird nicht erreicht.

4.5.12 Deskriptor D11 „Einleiten von Energie“

Nach der Beschreibung des guten Umweltzustands im Jahre 2012 ist dieser für die deutschen Nordseegewässer in Bezug auf die Energieeinträge in die Meeresumwelt erreicht, wenn

- „das Schallbudget der deutschen Nordseegewässer die Lebensbedingungen der betroffenen Tiere nicht nachteilig beeinträchtigt. Alle menschlichen lärmverursachenden Aktivitäten dürfen sich daher nicht erheblich auf die Meeresumwelt auswirken.“
- ein Temperaturanstieg nicht zu negativen Auswirkungen auf die Meeresumwelt führt.
- Emissionen von elektromagnetischen Feldern Wanderungen oder Orientierungsvermögen der Meereslebewesen nicht nachteilig beeinträchtigen.
- der Lichteintrag Meereslebewesen nicht nachteilig beeinträchtigt.“

Die Mehrzahl der diesbezüglichen Indikatoren befindet sich weiterhin in Entwicklung und ist noch nicht regional abgestimmt.

Für die deutschen Nordseegewässer ist der Schiffsverkehr, vor allem im Bereich der Verkehrstrennsgebiete der südlichen Deutschen Bucht, die Hauptquelle für Dauerschall. Aufgrund aktueller Kenntnislücken und wissenschaftlicher Unsicherheiten bedarf die Entwicklung und Etablierung von Grenzwerten für Dauerschall, die zeitlich vor der Anwendung von Lärmminderungsmaßnahmen stehen, noch intensiver Forschung von Grundlagen. Über die Intensität der Schallbelastung liegen daher noch keine Befunde vor. Darüber hinaus fehlen Erkenntnisse zur biologischen Relevanz von Dauerschallbelastungen. Nach der aktuellen Zustandsbewertung 2018 für die deutschen Nordseegewässer fehlen für eine Bewertung der Belastung durch Impulsschall, Schockwellen und Dauerschall derzeit abgestimmte Verfahren, ein Schallschutzkonzept für Impulsschall wurde jedoch entwickelt (BMU 2013). Eine Bewertung der hierdurch entstehenden Belastungen der Meeresumwelt sowie eine Aussage, wann der gute Umweltzustand erreicht wird, ist aufgrund der noch in Entwicklung befindlichen Indikatoren und fehlender Monitoringdaten derzeit nicht möglich.

Die Entwicklung nationaler Indikatoren zur Bewertung des Umweltzustands in Bezug auf die Einleitung von Wärme, elektromagnetischen Feldern und Licht wurde im Berichtszeitraum nicht priorisiert. Darüber hinaus gibt der Kommissionsbeschluss auch keine Bewertungskriterien für andere Formen des Energieeintrags (einschließlich Wärmeenergie, elektrische Felder, elektromagnetische Felder und Licht) sowie für Umweltauwirkungen von Lärm vor; diese müssen gemäß Beschluss noch entwickelt werden.

Die Entwicklung von Kriterien und Indikatoren auf regionaler und EU-Ebene steht also noch aus. Insgesamt konnte der aktuelle Umweltzustand daher nicht bewertet werden.

4.6 Hydromorphologie des Vorhabengebietes

4.6.1 Hydrologie und Salzgehalt

Die hydrologische und morphologische Ausprägung der Außenelbe wird maßgeblich durch die Tideverhältnisse in der Deutschen Bucht (Einschwingen der Tidewelle in das Ästuar) und meteorologische Randbedingungen (Windwirkungen) gesteuert. Eine (vergleichsweise kleine) Rolle spielt auch der Abfluss der Mittelelbe, dessen Veränderungen sich bis seewärts von Cuxhaven zeigen können: Extrem hohe Abflüsse führen bis ins Elbmündungsgebiet zu einer Verlängerung der Ebbedauer und einer Verkürzung der Flutdauer sowie zu einer Herabsetzung des Salzgehaltes. Nach Modellrechnungen der BAW schwankt im Bereich der geplanten Verbringstelle der Salzgehalt bei niedrigem Abfluss ($350 \text{ m}^3/\text{s}$) zwischen 25 und 30 PSU, bei hohem Oberwasser ($1500 \text{ m}^3/\text{s}$) sind die Werte etwas geringer und liegen zwischen 20 und 30 PSU.

Alle Einflüsse weisen eine große natürliche Variabilität auf. Angesichts der stark wechselnden meteorologischen und hydrologischen Einflüsse verhält sich das Elbmündungsgebiet auch morphologisch als ein durch komplexe Wechselwirkungen geprägtes hochdynamisches System.

Die Wasserstände werden anhand monatlicher Mittelwerte des mittleren Hoch- und Tideniedrigwassers an den Pegeln Bake A (Elbe-km 755,6) und Cuxhaven-Steubenhöft (724) seit 2001 skizziert (Abbildung 18). Während das Thw vom seewärtigen Rand bis zur Küste leicht ansteigt (aus den monatlichen Mittelwerten ergibt sich zwischen Bake A und Cuxhaven eine Differenz von rd. 10 cm), liegt das Tnw im Betrachtungsgebiet ungefähr gleich hoch. Während der letzten rd. 20 Jahre zeigt sich das Thw - ungeachtet der erwähnten Schwankungen – recht stabil.

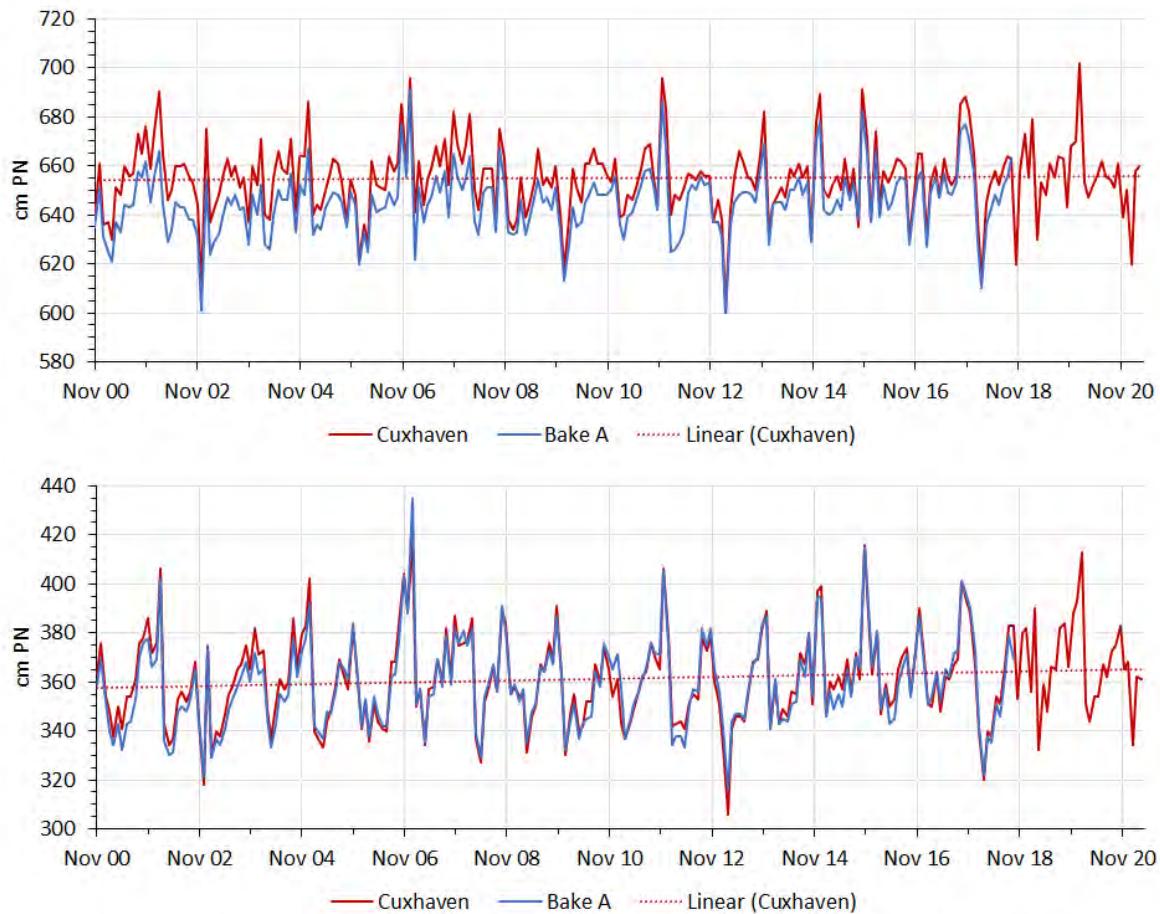


Abbildung 18: Monatliches MThw (oben) und MTnw (unten) Außenelbe (Pegel Cuxhaven und Bake A)

Es ist lediglich ein geringfügiger tendenzieller Anstieg zu verzeichnen. Demgegenüber weist das Tnw – ebenfalls mit beträchtlichen Schwankungen - während der letzten 20 Jahre eine deutlichere Tendenz zum Anstieg auf.

Am Pegel Cuxhaven beträgt das mittlere Tidehochwasser ($MThw_{2008-2017}$) 655 cm PN, das mittlere Tideniedrigwasser ($MTnw_{2008-2017}$) 361 cm PN, der mittlere Tidehub ($MThb_{2008-2017}$) entsprechend 294 cm. Eine stärkere Verformung der Tidewelle erfolgt erst beim weiteren Fortschreiten in die Unterelbe hinein, im Bereich der Außenelbe weist sie noch eine geringe Asymmetrie auf: Die mittlere Flutdauer beträgt in Cuxhaven 338 Minuten, die mittlere Ebbedauer 407 Minuten.

Westliche, also aufländige Winde über der Deutschen Bucht führen aufgrund der Ausbildung eines Stau-Effekts (Windstau) zu erhöhten Wasserständen an der Küste und in der Elbe. (Das bislang höchste Hochwasser in Cuxhaven wurde am 3. Januar 1976 mit 1012 cm PN gemessen). Demgegenüber führen Winde aus östlichen Richtungen zu einer Absenkung der Wasserstände gegenüber den mittleren Verhältnissen (Windsunk). Langanhaltende Ostwind-

Wetterlagen kommen vor allem während der Wintermonate regelmäßig vor. (Das niedrigste jemals erfasste Niedrigwasser in Cuxhaven beträgt 100 cm PN, gemessen am 06.03.1881).

An der Messstation Scharhörn in der Elbmündung treten am häufigsten Winde aus westlicher und süd-westlicher Richtung auf. Hierbei liegen jeweils über 20 % der Windrichtungen im Bereich zwischen 180° und 240° sowie zwischen 260° und 320°. Besonders selten treten Winde aus nordöstlichen und südöstlichen Richtungen auf. Über 50 % der auftretenden Windgeschwindigkeiten liegen zwischen 5 m/s und 10 m/s. Dahingegen treten Windgeschwindigkeiten von über 18 m/s selten auf. Die Windrichtung dieser hohen Windgeschwindigkeiten beschränkt sich auf einen Sektor von 220° bis 300° und beinhaltet weniger als 1 % der Messdaten.

Die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten treten in der tiefen Hauptrinne der Elbe auf. Untersuchungen der BAW mit dem hydrodynamisch-numerischen Modell zeigen, dass in der Außenelbe seewärts von Cuxhaven die mittleren Flutstromgeschwindigkeiten in der Hauptrinne überwiegend in der Größenordnung zwischen 0,7 m/s und 1,1 m/s liegen. Die maximalen tiefengemittelten Flutstromgeschwindigkeiten erreichen Werte von 1,2 m/s bis 2 m/s. Die Werte für die mittleren und maximalen Ebbestromgeschwindigkeiten liegen in der gleichen Größenordnung. Entsprechend resultieren hohe Formänderungen an der Sohle, z. B. in den Riffelstrecken.

Für das Verhältnis der maximalen Flut- zu den maximalen Ebbestromgeschwindigkeiten als auch der mittleren Flut- zu den mittleren Ebbestromgeschwindigkeiten gilt für den Bereich unterhalb Brunsbüttel grundsätzlich, dass in der tieferen Rinne der Ebbestrom dominant ist und in höher gelegenen Bereichen - insbesondere den Watten - die Flutstromgeschwindigkeiten überwiegen.

In Flachwasserbereichen und insbesondere auf den Wattgebieten erfolgt durch windinduzierten Seegang eine intensive Sedimentaufwirbelung in die Wasserkörper und durch die Überlagerung mit Tide- und winderzeugten Strömungen ein entsprechender resultierender Materialtransport. Die Seegangsverhältnisse sind abhängig vom Wasserstand, der Windgeschwindigkeit, der Windrichtung sowie der Windwirkänge („Fetch“) und variieren dementsprechend stark. Für den Bereich der geplanten Verbringstelle kann nach dem „Seegangsatlas der deutschen Nordseeküste“ des Franzius Instituts der TU Hannover (<https://www.lufi.uni-hannover.de/fileadmin/lufi/seegangsatlas/aelbe/aelb.htm>, Abruf im April 2021) bei Sturmflutbedingungen (Wasserstand 4,50 m NHN, Windgeschwindigkeit 24 m/s, Windrichtung 300°) von signifikanten Wellenhöhen von rd. 3 m ausgegangen werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die morphodynamische Aktivität im Elbmündungsbereich in erster Linie durch die intensiven natürlichen Prozesse des Sedimenttransports infolge des Seegangs und starker Tideströmungen gesteuert wird.

4.6.2 Morphologie und Sedimentinventar

4.6.2.1 Morphologie

Das Vorhabengebiet liegt in der Elbmündung, einem morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem es durch den Einfluss von Tide und Seegang stetig zu Veränderungen der Gewässersohle kommt.

Der Bereich der Elbmündung ist von folgenden morphologischen Einheiten geprägt: Hauptrinne und Nebenrinnen der Elbe, Watten mit be- und entwässernden Rinnen sowie Vorländern und Inseln. Diese morphologischen Einheiten bestehen überwiegend aus weichen Sedimenten und unterliegen den gezeitenbedingten Strömungswirkungen sowie den Kräften des windinduzierten Seegangs. Die dadurch angetriebene Morphodynamik wird zum Teil durch anthropogene Eingriffe in die Küstenlandschaft beeinflusst (u.a. Buhnen, Leidämmen, Uferbefestigungen, Lahnungen, Fahrinnen, Hafenbecken, Unterhaltungsbaggerungen).

Die daraus resultierende Morphodynamik ist räumlich unterschiedlich ausgeprägt. Dies wird aus der in Abbildung 19 wiedergegebenen Differenztopographie der Jahre 2010 und 2016 deutlich.

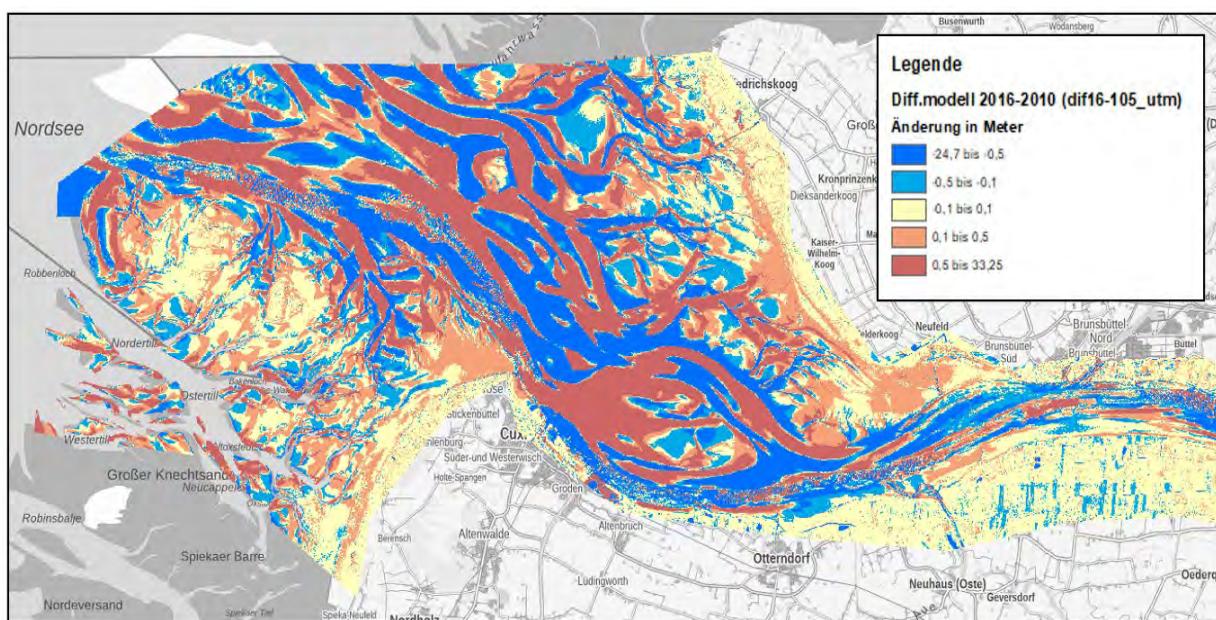


Abbildung 19: Differenztopographie der Jahre 2010 – 2016 (Karte: HPA, Datenquelle: www.kuestendaten.de)

Die hellen Bereiche haben sich im Zeitraum 2010-2016 nicht oder nur geringfügig verändert (bis +/- 10 cm). Dies sind insbesondere Teilbereiche der Watten und große Teile der Vorländer. In den hellbraunen Flächen hat eine Auflandung stattgefunden (10 bis 50 cm). Neben kleinteiligen Flächen in allen Teilen des Gebietes fallen hier die größeren Bereiche im Duhner Watt und in den Wattflächen vor Neufeld und vor dem Kaiser Wilhelm Koog auf.

Hellblaue Flächen zeigen einen Abtrag an (-10 bis -50 cm). Auch diese Bereiche finden sich kleinflächig im gesamten Betrachtungsraum mit einigen größeren Flächen in den küstenfernen Watten Schleswig-Holsteins. Noch deutlicher waren die morphologischen Veränderungen in den dunkelblauen und dunkelbraunen Flächen. Hier hat sich die Höhenlage des Watts bzw. der Gewässersohle um mehr als 50 cm verändert. In vielen Bereichen beträgt die Höhenveränderung sogar mehrere Meter. Diese besonders starke Morphodynamik tritt vor allem dort auf, wo sich Rinnen verlagern, weshalb vielfach dunkelblaue (Abtrag) und dunkelbraune (Auflandung) Bereiche dicht nebeneinander liegen.

Die geplante Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ befindet sich am südlichen Rand der Hauptrinne der Außenelbe. Sie weist Wassertiefen von - 17,3 m NHN bis – 22,0 m NHN auf (Quelle: HPA, 20210121_Peilplan_Neuwerk_1_5000_DHHN2016). Mittlere Flut- und Ebbstromgeschwindigkeiten liegen in der tiefen Rinne (Fahrwassertrasse) bei ca. 0,8 m/s (BAW 2006), so dass dieser Bereich von in Längsrichtung verlaufendem Sedimenttransport geprägt ist. Dies verdeutlichen die stromauf der geplanten Verbringstelle beginnenden sandigen Transportkörper („Unterwasserdünen“), die auch in der folgenden Abbildung erkennbar sind.

In einem Abstand von ca. 500 Metern von der geplanten Verbringstelle in südlicher Richtung beginnen die morphologische und sedimentologische Entwicklung im Bereich des Neuwerker Watts und des Duhner Watts und seiner Umgebung soll nachfolgend näher beschrieben werden, da diese Wattbereiche der Verbringstelle am nächsten liegen und weil es bereits im IST-Zustand eine intensive Diskussion über die dortige morphologische Entwicklung und ihre Konsequenzen gibt. 500 Metern von der geplanten Verbringstelle in südlicher Richtung beginnen die ausgedehnten Wattflächen des Scharhörner und Neuwerker Watts (Abbildung 6, Abbildung 20). Die morphologische und sedimentologische Entwicklung im Bereich des Neuwerker Watts und des Duhner Watts und seiner Umgebung soll nachfolgend näher beschrieben werden, da diese Wattbereiche der Verbringstelle am nächsten liegen und weil es bereits im IST-Zustand eine intensive Diskussion über die dortige morphologische Entwicklung und ihre Konsequenzen gibt.

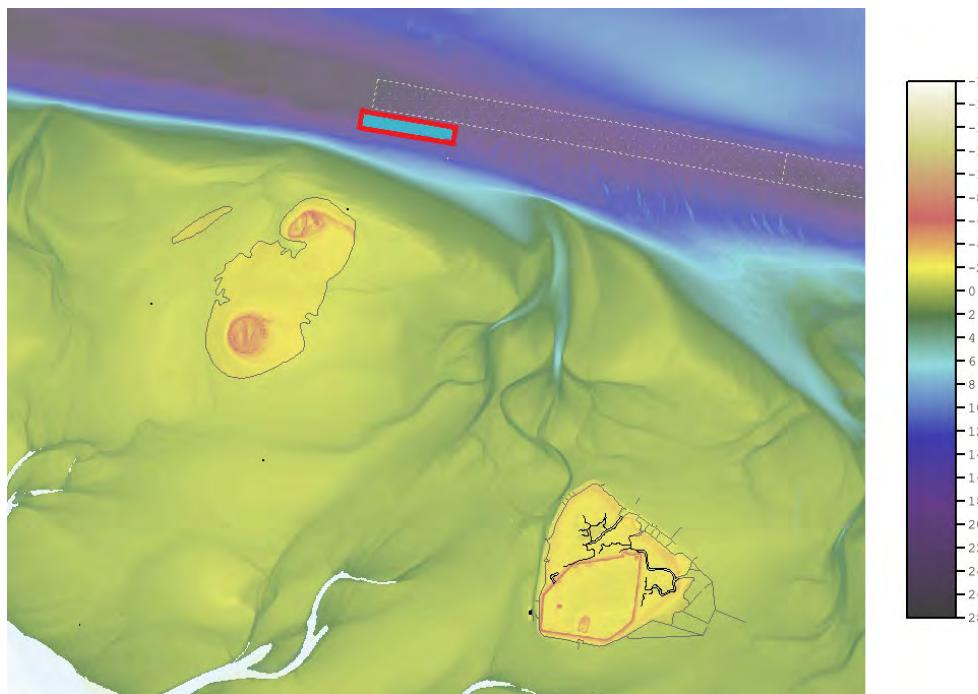


Abbildung 20: Lage der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und Wassertiefen. Höhenbezug: NHN, Wassertiefen (in Metern) über NHN sind als negative Werte angegeben (Quelle: HPA, Peildienst)

Die hydromorphologische Entwicklung im Scharhörner und Neuwerker Watt wurde in verschiedenen Studien untersucht (Meyer & Niemeyer 2009; Ritzmann & Wurpts, 2016; BAW und NLWKN 2019, Meyer & Wurpts 2020) (Abbildung 21).

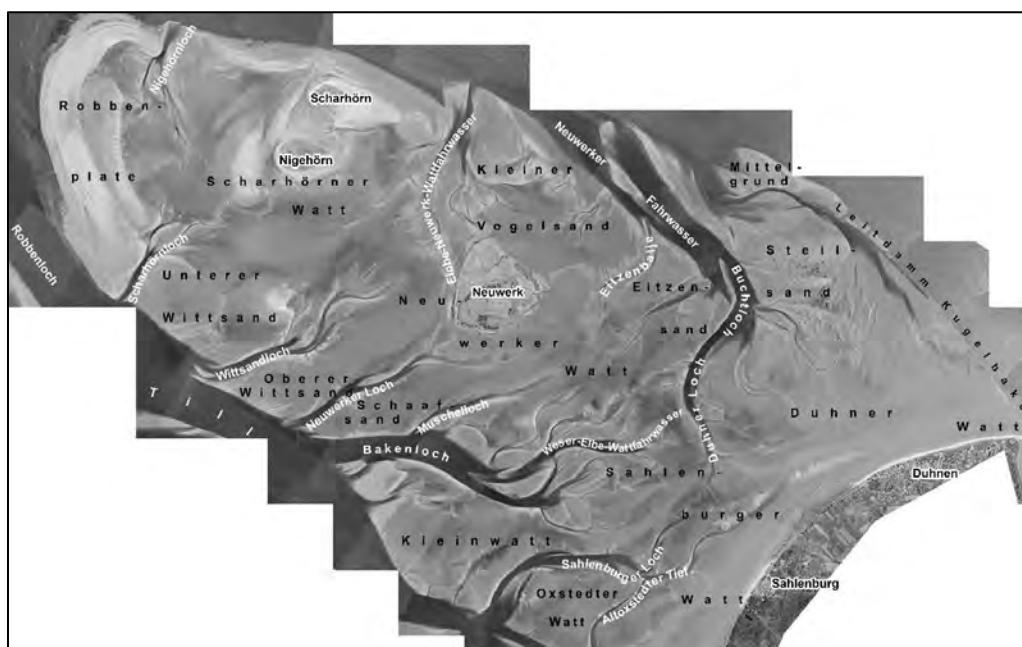


Abbildung 21: Übersicht des Untersuchungsgebietes von Meyer & Wurpts mit seinen morphologischen Einheiten (Quelle: Meyer & Wurpts 2020)

In der aktuellen Untersuchung von Meyer & Wurpts (2020), wird ein Überblick über die hydrodynamischen Verhältnisse gegeben und die jüngste morphologische Entwicklung im Neuwerker und Duhner Watt und im großräumigen Umfeld, also dem Gebiet welches unmittelbar südlich/südöstlich des Vorhabengebietes liegt, beschrieben. Diese Untersuchung wird im Folgenden für die Beschreibung der Morphodynamik herangezogen:

Bereich nordwestlich und östlich von Neuwerk

Sowohl das Wattgebiet zwischen Scharhörn und Neuwerk als auch das Gebiet des Kleinen Vogelsandes und die Rinnenausprägung im Bereich des Elbe-Neuwerk-Fahrwassers werden stark durch die hydrodynamischen Prozesse im Bereich der Robbenplate geprägt. Aus diesem Gebiet werden mit der ostwärts gerichteten Strömung große Sedimentmengen in die südostlich gelegenen Bereiche eingetragen, so dass die Inseln Nigehörn und Scharhörn an ihrer Westseite aufwachsen und im Lee der Inseln Material im Scharhörner Watt sedimentiert. Dies führte dazu 2020 dazu, dass die Hauptrinne des Elbe-Neuwerk-Fahrwassers stark verlandete, so dass eine Fahrwasserverlegung durch Baggerungen erforderlich war.

Bereich zwischen Neuwerk und Festland

Die Bereiche Steilsand und Duhner Watt werden stark vom seit 1968 hydraulisch wirksamen Leidamm Kugelbake beeinflusst (Meyer & Niemeyer 2009). Seitdem kommt es in dessen Strömungsschatten zur Akkumulation großer Sedimentmengen (Abbildung 21), was bis 2016 die Verlandung des Stickers Gat bewirkte und sich so auf das Wasserregime des Wattgebietes auswirkt.

Die Entwässerung der Rinnen im Duhner und Sahlenburger Watt erfolgt zunehmend über das Altonstädter Tief (Richtung Weser), welches sich daraufhin nach Nordosten Richtung Duhner Watt ausdehnt. Als weiteren Faktor für das veränderte Be- und Entwässerungsregime benennen Meyer und Wurpts (2020) die Zunahme des Wasserspiegelgefälles in Richtung Elbe während der Hochwasserphase, welche das Vordringen und Konsolidieren der von Richtung der Weser in den Untersuchungsraum einschneidenden Rinnen zur Folge hat. Die Wasserstands differenz zwischen Till und Elbe hat zwischen 2008 und 2015 erheblich zugenommen. Die veränderte Gezeitendynamik führte im Bereich des Sahlenburger Watt auch zu einer Umorientierung des Sahlenburger Lochs. Zwischen 2010 und 2012 entstand eine durchgehende Verbindung zwischen Sahlenburger Loch und Duhner Loch im Bereich der Wattwasserscheide, die sich seitdem weiter vertieft, was zu Problemen bei der Wattquerung führt.

4.6.2.2 Sedimentinventar

Verbringstelle und Nahbereich

Im Herbst 2020 wurden die Verbringstelle und deren Umgebung durch BioConsult (2021) beprobt (s. Abbildung 22). Dabei wurden die Sedimentzusammensetzung und das Makrozoobenthos folgender Bereiche nördlich der geplanten Verbringstelle im Bereich des südlichen Fahrinnenrandes (FR), sowie in Transekten im Anschluss an den westlichen und östlichen Fahnenbereich analysiert:

- Die eigentliche Verbringstelle (VS) für das Baggergut mit einer Größe von ca. 0,2 km².
- Die „Fahne Bereiche“, d.h. an die Verbringstelle angrenzenden Bereiche, welche bereits durch die Verdriftung von Sediment während der Verbringung des Baggergutes betroffen sein können. Die Hauptdrift erfolgt in nordwestlicher sowie insbesondere in südöstlicher Richtung der Verbringstelle. Der hier definierte „Fahne Bereich“ von bis zu 2 km Länge ausgehend von der Verbringstelle unterteilt sich in einen östlich (Fahne-Ost = FO) und einen westlich (Fahne West = FW) der Verbringstelle gelegenen Abschnitt.
- Ein lateraler Nahbereich (N) entlang der südlichen Begrenzung der Verbringstelle, da nicht auszuschließen ist, dass auch dieser Bereich durch Baggergutverdriftung betroffen sein könnte. Auf eine Einbeziehung des Nahbereichs auf der Nordseite wurde verzichtet, da die Verbringstelle hier unmittelbar an die Fahrinne grenzt.

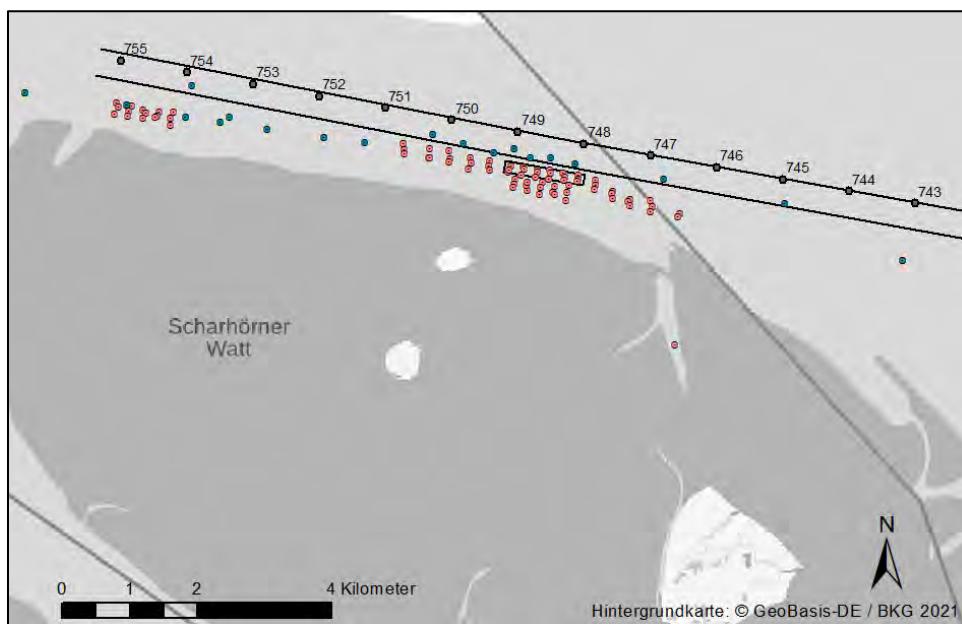


Abbildung 22: Lage der Probenahmepunkte für Sedimente (rot: BioConsult, blau: HPA) und Elbe-km (Karte: HPA)

Im Zuge der Ausfahrt wurde auch ein möglicherweise für das Monitoring der Auswirkungen einer Verbringung als potenzielles Referenzgebiet (R) in Frage kommender, ca. 5 km nordwestlich der Verbringstelle gelegenen Bereich beprobt. Die Beprobung ergab jedoch ein Vorhandensein von viel feineren Sedimenten (ca. 3-4-mal so hohe Anteile der Fraktion 63-100 µm), so dass diese Stelle zukünftig nicht als Referenz herangezogen werden kann. Ein anderer als Referenz geeigneter Bereich, d.h. unbeeinflusst und mit vergleichbaren Eigenschaften wie die geplante Verbringstelle, steht nicht zur Verfügung. Dennoch sollen die Ergebnisse dieses – als „R“- bezeichneten Gebietes - hier einbezogen werden. Zusätzlich wurden im Herbst 2020 weitere Proben durch HPA entnommen. Eine Übersicht über die Anzahl der Probenahmepunkte in den Teilgebieten wird in Tabelle 27 gegeben.

Tabelle 27: Übersicht über die Probenanzahl pro Teilgebiet (HPA und BioConsult 2021)

Teilgebiet	Anzahl van-Veen-Greifer Stationen (= N Greifer)
Verbringstelle VS 749 (VS)	18 (6 Quertransekte)
Fahne West (FW) Transekts Verlängerung FW Richtung Westen	15 (5 Quertransekte) 7
Fahne Ost (FO) Transekts Verlängerung FO Richtung Osten	15 (5 Quertransekte) 2
Südlicher Fahrrinnenrand (FR)	9
Lateraler Nahbereich (N)	15 (5 Quertransekte)
„R- Gebiet“	15 (5 Quertransekte)

Zusammensetzung

Die Teilgebiete Verbringstelle, Fahne Ost und Fahne West ähneln sich laut BioConsult (2021) in ihrer Sedimentzusammensetzung, wobei die drei Gebiete an sich durch eine heterogene Sedimentzusammensetzung zwischen den Stationen innerhalb der Teilgebiete charakterisiert sind. Dominierende Kornfraktion ist die Mittelsandfraktion. An einigen Standorten wurden jedoch auch hohe Anteile der Feinfaktion (<63 µm) oder der Kiesfraktion bestimmt oder unsortierte Ablagerungen von sandigem Sediment mit Schlicklinsen, Schill, Torf und Holzstücken angetroffen. Die wenig sortierte, heterogene Sedimentzusammensetzung weist auf ausgeprägte hydrodynamische Verhältnisse hin und zeigt, dass die Teilgebiete Verbringstelle, Fahne Ost und Fahne West durch ihre Nähe zur Fahrrinne starken Strömungen und Turbulenzen unterliegen. Im Teilgebiet Fahrrinne, welches am südlichen Rand der Fahrrinne liegt, sind sowohl der Anteil an Mittelsand aber auch an Grobsand und Kies/Schill gegenüber der Teilgebieten Verbringstelle, Fahne Ost und Fahne West leicht erhöht (Abbildung 23).

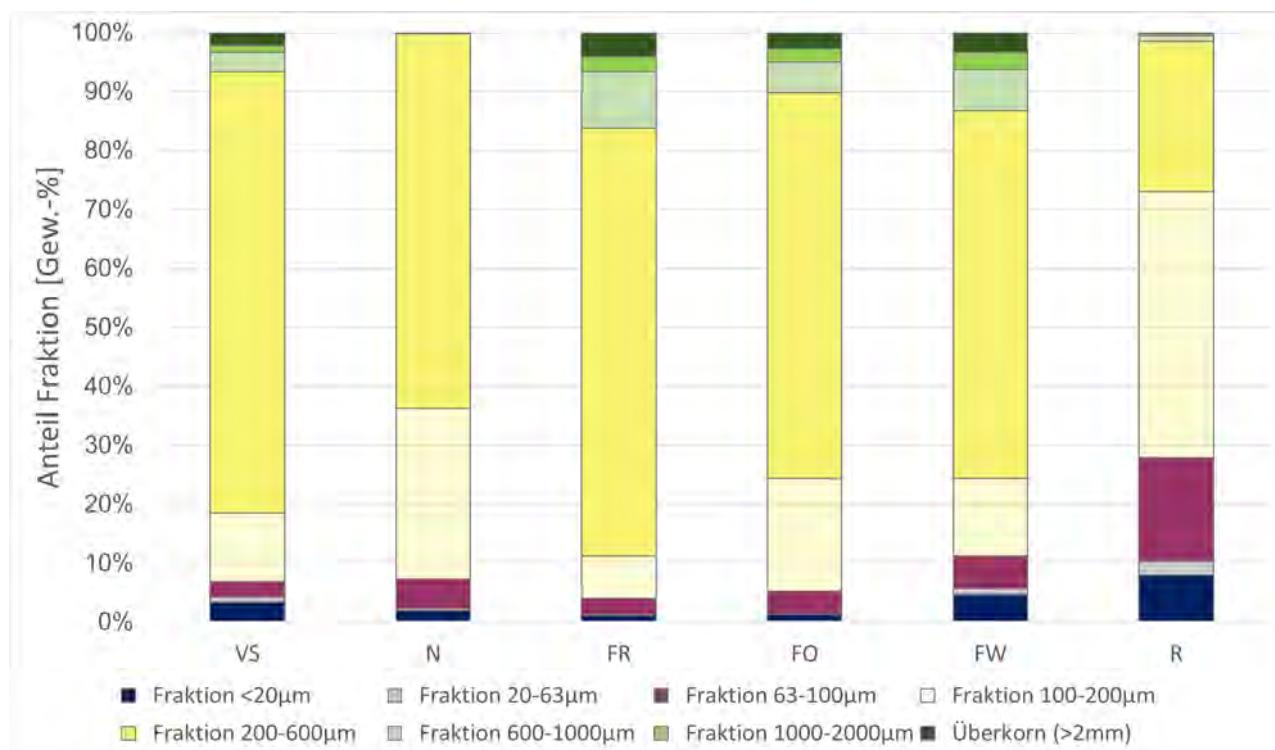


Abbildung 23: Mittlere Korngrößenverteilung je Teilgebiet

Bedingt durch die unmittelbare Nähe zur Fahrrinne kommen hier bei den vorherrschenden starken Strömungsverhältnissen gröbere Kornfraktionen zur Ablagerung. Das Sedimentinventar im Teilgebiet Nahbereich, welches am weitesten von der Fahrrinne entfernt ist, weist eine homogenere Korngrößenverteilung auf. Wie auch in den anderen Teilgebieten dominiert hier die Fraktion Mittelsand. Der Großteil der beprobten Sedimente hier ist als feinsandiger Mittelsand anzusprechen. Die im Vergleich zu den übrigen Teilgebieten stärkere Sortierung der Sedimente im Teilgebiet Nahbereich weist auf weniger dynamische Strömungsverhältnisse mit zunehmender Entfernung von der Fahrrinne hin. Im Folgenden werden die Gebiete noch detaillierter beschrieben.

Verbringstelle

Das Sedimentinventar im Teilgebiet Verbringstelle (V) weist eine sehr heterogene Korngrößenverteilung auf. Der Großteil der Sedimente ist als Mittelsand anzusprechen. Der mittlere Anteil der Kornfraktion Mittelsand liegt bei 75 Gew.-%. Die Spanne an Anteilen an Mittelsand reicht von 54 Gew.-% bis 89 Gew.-%. Bei sieben Proben handelt es sich um feinsandige Mittelsande. Der Anteil der Feinsandfraktion wurde im Mittel mit 14 Gew.-% bestimmt. Insbesondere die Proben V02 und V05 weisen mit 18 Gew.-% und 16 Gew.-% höhere Gehalte der Fraktion <20 µm (Ton bis Mittelschluff) auf. Die Proben der Stationen V01, V04 und V16 enthalten dagegen höhere Schill-/ Grobsandanteile von über 20 Gew.-%.

Nahbereich

Die Sedimente im Nahbereich (N) zeigen eine vergleichsweise homogenere Korngrößenverteilung. Bei der überwiegenden Mehrheit der Sedimente handelt es sich um feinsandigen Mittelsand. Wie auch im Bereich der Verbringstelle, dominiert im Nahbereich die Mittelsandfraktion mit einem mittleren Anteil von 64 Gew.-%, wobei die Massenanteile der Mittelsandfraktion eine Spanne zwischen 49 Gew.-% und 84 Gew.-% überstreicht. Im Vergleich zu den anderen Teilgebieten ist der Anteil der Feinsandfraktion im Gebiet Nahbereich höher. Diese wurde im Mittel mit einem Anteil von 34 Gew.-% bestimmt. Der mittlere Feinkorngehalt (<63µm) liegt bei 2,3 Gew.-%. Gröbere Fraktionen wie Grobsand oder Kies kommen in diesem Bereich nur vereinzelt und dann auch nur in sehr geringen Masseanteilen vor.

Fahne Ost

Die Korngrößenverteilung im Teilgebiet Fahne Ost (FO) ist, ähnlich wie im Teilgebiet Verbringstelle, relativ heterogen. Es treten vor allem feinsandige Mittelsande und Mittelsande auf. Die Massenanteile der Mittelsandfraktion liegen zwischen 39 Gew.-% und 87 Gew.-%. Im Mittel bei 65 Gew.-%. Zwei Proben weisen erhöhte Feinsandgehalte auf und sind als mittelsandige Feinsande zu bezeichnen. An sechs Proben wurden die Kornfraktionen Grobsand und Kies/Schill mit Anteilen von über 10 Gew.-% ermittelt (Maximum 56,1 Gew.-% Probe FO10). Zwei dieser Proben sind als grobsandige Mittelsande einzustufen. Der mittlere Anteil der Feinkornfraktion ist im Teilgebiet Fahne Ost mit 1,4 Gew.-% vergleichsweise gering. Der Vergleich der Stationen innerhalb des Teilgebietes zeigt, dass die Sedimente an den nördlich gelegenen Stationen, also Richtung Fahrrinne und auch die Sedimente am östlichen Rand des Teilgebietes Fahrrinne Ost (FO-01, FO-04, FO-07, FO-10, FO-13 bis -15) durch gröbere Sedimente charakterisiert sind.

Fahne West

Das Teilgebiet Fahne West (FW) weist ebenfalls eine heterogene Sedimentzusammensetzung auf. Der Anteil der Mittelsandfraktion liegt im Mittel bei 62 Gew.-%. Die Spanne des Mittelsandanteils reicht von 6 Gew.-% bis 86 Gew.-%. Der Feinsandanteil liegt im Mittel bei 18 Gew.-%. An dem am westlichsten auf dem westlichen Transekt aus dem Teilbereich FW liegende Standort weist einen Feinsandanteil von über 80 Gew.-% auf (Probe FW21), sodass sich die Korngrößenzusammensetzung hier deutlich von den anderen Standorten des Teilbereiches FW und des als Verlängerung des Teilbereiches nach Westen gelegten Transekts unterscheidet.

Wie auch im Teilbereich Fahrrinne Ost treten an einzelnen Stationen erhöhte Gehalte an Grobsand und Kies/Schill auf. So variiert der Anteil der Fraktion >600 µm zwischen 1 Gew.-%

und 40 Gew.-%. Zwei Stationen weisen Gehalte der Ton und Schluff-Fraktion von über 10 Gew.-% auf (FW3, FW15).

Südliche Fahrrinne

Der Bereich des südlichen Fahrrinnenrandes (FR) lateral zur geplanten Verbringstelle ist ebenfalls geprägt durch eine heterogene Korngrößenzusammensetzung der Sedimente. Wie bei allen anderen Teilbereichern dominiert auch hier die Mittelsandfraktion mit Masseanteilen zwischen 32 und 91 Gew.-%. Der mittlere Anteil der Mittelsand Fraktion ist im Teilbereich südliche Fahrrinne mit 72 Gew.-% fast so hoch, wie im Teilbereich VS (75 Gew.-%). Dagegen steht der Anteil der Feinsandfraktion mit im Mittel 7 Gew.-% etwas hinter dem der anderen Teilbereiche zurück. An zwei Standorten (FR07 und FR08) wurde der Kies-/Schill-/Grobsandanteil (Fraktionen >600 µm) mit Werten über 20 Gew.-% bestimmt (Maximum FR08: 63 Gew.-%). Die Feinkorngehalte (Fraktion <63 µm) variieren zwischen 0,9 und 1,6 Gew.-%.

„R-Gebiet“

Zusätzlich zu den genannten Bereichen wurden in einem ca. 5 km westlich der Verbringstelle gelegenen Gebiet (Abbildung 44), welches als ein möglicherweise für das Monitoring der Auswirkungen einer Verbringung als Referenzgebiet (R) in Frage kommender Bereich angesehen wurde, Proben genommen. Die Beprobung ergab jedoch ein Vorhandensein deutlich feinerer Sedimente (ca. 3-4 mal so hohe Anteile der Fraktion 63-100 µm) in diesem Bereich, so dass das Gebiet als ungeeignet eingestuft wurde und zukünftig nicht als Referenz herangezogen werden kann. Nichtsdestotrotz sollen die Ergebnisse der Beprobung präsentiert werden.

Neuwerker Watt und Scharhörner Watt

Wattgebiete lassen sich nach ihrer Korngrößenzusammensetzung in verschiedene Typen unterscheiden (DHI 1981):

- Schlickwatt = ca. 20 % Ton, 40 % U, 40 % Feinsand
- Mischwatt = ca. 10 % Ton, 10 % U, 80 % Feinsand
- Sandwatt = ca. 90 % Feinsand und 10 % Mittelsand.

Die für das Neuwerker Watt und Scharhörner Watt von Meyer & Wurpts (2020) vorgenommene Analyse der Verteilungsmuster der Sedimente in den Jahren 2014 und 2020 zeigt auf, dass insbesondere die von dunklem Sandwatt (Feinkornanteil >8% bis ≤ 12%) bedeckten Flächen abnehmen, wovon hauptsächlich die landfernen Bereiche, aber auch die Gebiete westlich und östlich der Wattwasserscheide nordwestlich des Duhner Lochs betroffen sind (Abbildung 24).

Die Autoren weisen darauf hin, dass die Abnahme der Flächen mit dunklem Sandwatt hin zu hellen Sandwatt (Feinkornanteil $\leq 8\%$) nicht nur auf eine Ablagerung größerer Sedimente zurückzuführen ist, sondern es auch durch Erosion o.ä. zu einer Freilegung von Flächen anderer Korngrößen Zusammensetzung kommen kann. Nach den Ergebnissen der Studie ist zwischen 2014 und 2020 auch eine erhebliche Zunahme feinkörnigerer Sedimente innerhalb eines bis zu einem Kilometer breiten Streifens entlang der gesamten Festlandküste zwischen Leidamm und südlicher Gebietsgrenze festzustellen, was auf einen verminderten Energieeintrag in diesem Bereich durch Seegangsberuhigung zurückgeführt wird.

Auch im Bereich zwischen der Querung des Altoxstedter Tiefs und der Querung des Duhner Lochs treten 2020 im Vergleich zu 2014 feinkörnigere Sedimente auf, was auf den Einfluss der lokalen Bauwerke (Steinschüttung, Holzpfähle) auf das Strömungsgeschehen zurückgeführt wird. Nach Meyer & Wurpts (2020) sind von der 2020 anhand von Luftbildern erfassten Gesamtfläche von 167 km², 144 km² und damit 84,4 % von hellem Sandwatt bedeckt. 13,7 km² (8,2 %) sind als dunkles Sandwatt anzusprechen. Mischwatt (Feinkornanteil > 12% bis $\leq 40\%$) tritt vornehmlich landnahen Bereichen auf und bedeckt 2020 eine Fläche von 4,6 km², was einem Anteil von 2,8 % der Gesamtfläche entspricht.

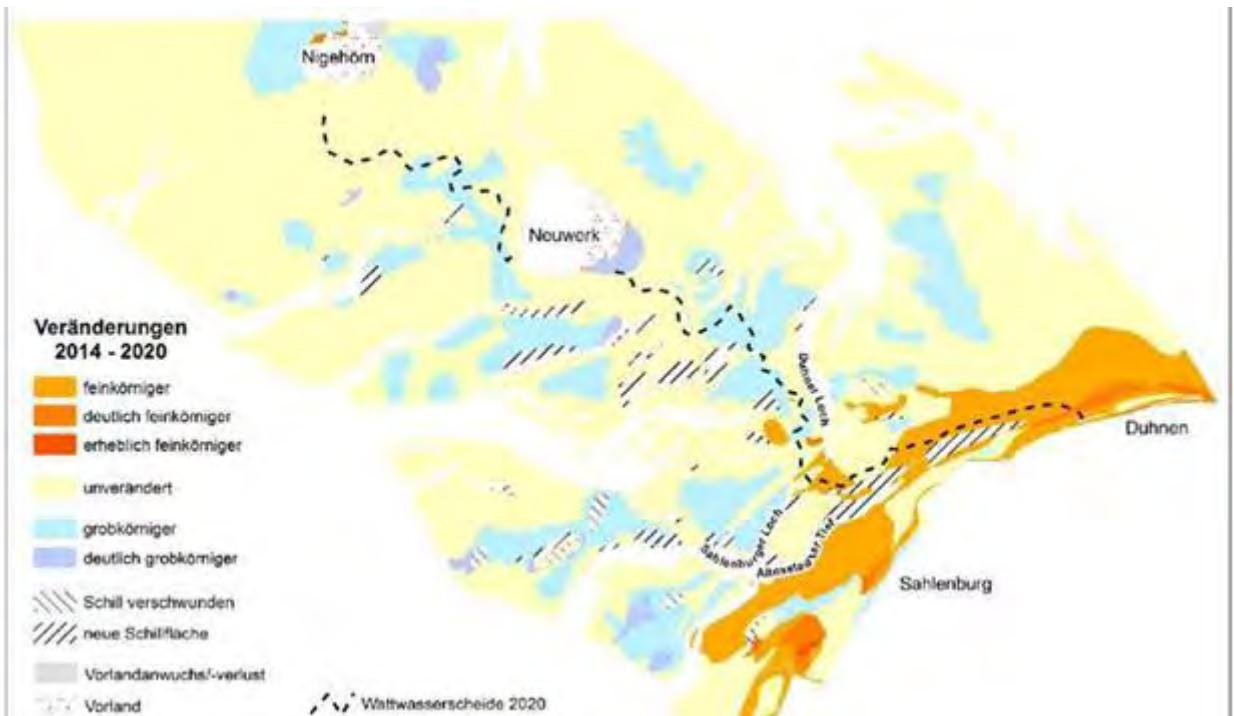


Abbildung 24 : Veränderung der Zusammensetzung der Oberflächensedimente 2014-2020 (aus: Meyer & Wurpts 2020)

Schlickwatt (Feinkornanteil > 40%) findet sich in drei kleinen Bereichen in Festlandsnähe und nimmt mit 0,3 km² lediglich 0,2 % der betrachteten Gesamtfläche ein. Schillflächen, also

Bereiche auf denen ganz überwiegend Schill oder Muscheln zu finden sind, treten weit verteilt auf und bedecken in Summe 3,8 km² (2,63 %).

Insgesamt zeigt die Auswertung, dass es vor allem in den landfernen Bereichen des Duhner und Sahlenburger Watts durch die Ablagerung größerer Sedimente (Abbildung 24) zu einer Abnahme der von dunklem Sandwatt bedeckten Flächen kommt. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich aber auch in Gebieten westlich und östlich der Wattwasserscheide nordwestlich des Duhner Lochs. Landnahe Bereiche des betrachteten Gebietes zeigen eine Entwicklung hin zu Misch- oder Schlickwatt. So ist innerhalb eines bis zu einem Kilometer breiten Streifens entlang der gesamten Festlandküste zwischen Leitdamm und südlicher Gebietsgrenze eine erhebliche Zunahme feinkörnigerer Sedimente zu verzeichnen. Auch in Bereichen entlang des Wattweges im Abschnitt zwischen der Querung des Altoxstedter Tiefs und der Querung des Duhner Loch werden die Sedimente aufgrund der dort durch die Bauwerke zur Querungssicherung hervorgerufenen Strömungsberuhigung, zunehmend feinkörniger.

Die Untersuchung von NLWKN und BAW im Jahr 2019 beschäftigte sich auch mit der Frage nach der Herkunft der im Döser und Duhner Watt abgelagerten Sedimente. Insbesondere stand die Frage im Raum, ob es sich bei der beobachteten Sedimentation von Feinsedimenten um eine Folge von Unterhaltungsaktivitäten in Unter- und Außenelbe handeln könne. Auf Grundlage der vorliegenden Fachveröffentlichungen und des aktuellen Expertenwissens kamen NLWKN und BAW in ihrer gemeinsamen Stellungnahme zu dem Ergebnis, „...dass Feinsedimente aus der Tideelbe keinen bzw. nur einen geringen Anteil an den Schlickablagerungen im Cuxhavener Watt einschließlich des Döser und Duhner Watts haben.“ (S. 6) Die beobachteten morphologischen Prozesse seien vielmehr im Wesentlichen langfristige Effekte des Leitdammbaus. Das Fazit lautet dementsprechend: „Ein Zusammenhang mit der Verbringung von Baggergut in der Außenelbe aus der Fahrinnenunterhaltung von HPA und WSV ist (...) nicht gegeben.“ (S.6).

Fazit

Insgesamt ist die morphologische Entwicklung des Gebietes südöstlich der geplanten Verbringstelle geprägt durch hohe Sedimenteinträge, die mit der von Westen nach Osten gerichteten Strömung vom Scharhörnriff aus über die stetig aufwachsende Robbenplate hinweg in Richtung Scharhörner und Neuwerker Watt transportiert werden, wodurch es hier zu einer Aufhöhung kommt.

Der Einfluss des Leitdams spiegelt sich vor allem in hohen Sedimenteinträgen insbesondere im Bereich des Duhner Watts aber auch im Sahlenburger Watt wider. Als Ursache hierfür gilt das veränderte Entwässerungsregime nach Verlandung des Stickers Gat. Die aus den

Sedimenteinträgen resultierende Aufhöhung der Wattgebiete behindert das Einschwingen energiereichen Seegangs von der Nordsee und begünstigt so die Sedimentation im Gebiet und insbesondere im Bereich des Duhner Watts (Ritzmann & Wurpts 2016). Im landnahen Bereich des Duhner Watts kommt es wegen der Seegangsberuhigung zur Ablagerung feinkörniger Sedimente, während im landfernen Bereich wegen des höheren Energieeintrages gröbere Sedimente zur Ablagerung kommen.

4.7 Schwebstoffgehalt

Der Schwebstoffgehalt liegt im Küstenvorfeld bzw. im Außenelbebereich zwischen 10 und 50 mg/l, in den Wattgebieten sowie den Flussmündungsgebieten im Mittel 50 mg/l, aber es können auch Extremwerte von > 150 mg/l vorkommen (BSH 2021). Abbildung 25 zeigt die mittlere Schwebstoffverteilung in der deutschen Nordsee (aus BSH 2021).

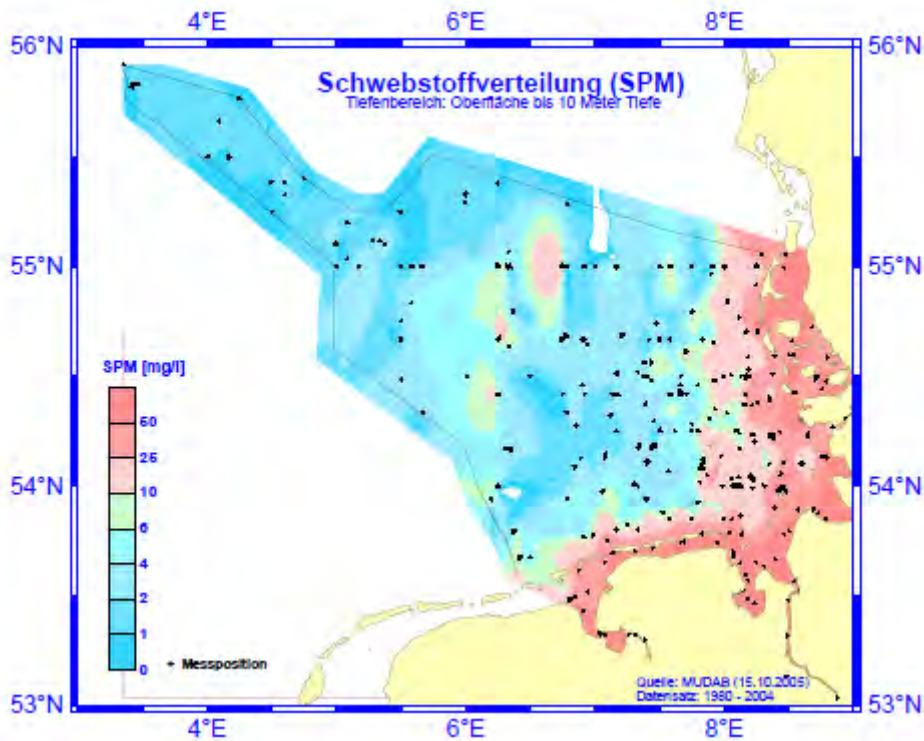


Abbildung 25: Mittlere Schwebstoffverteilung in der deutschen Nordsee (aus BSH 2021)

Des Weiteren wurden auch die Ergebnisse der FGG Elbe Hubschrauberbefliegungen des Elbe Längsprofils als Bestandteil des koordinierten Elbmessprogramms (KEMP) herangezogen, um Informationen für die Positionen Elbe-km 727, 746,3 und 757,0, die nahe der Verbringstelle liegen, zu erhalten. Die Längsprofile mit dem Hubschrauber finden 6-mal pro Jahr statt. Die Entnahme der Wasserproben für das Standard-Messprogramm erfolgt oberflächennah aus der Fahrwassermitte bei Ebbestrom (ca. 1 h vor Tideniedrigwasser). Abbildung 26 stellt die durch

BfG (2021) bearbeiteten Ergebnisse von 2000 bis 2020 dar, aufgeteilt in Sommer- und Winterwerte. An den Stationen Elbe-km 746,3 und 757,0, treten im Vergleich zu Station km 727 mit Werten < 80 mg/l wesentlich niedrigere Schwebstoffgehalte mit Werten von zumeist < 20 mg/l auf. Im Winter hingegen liegen die Gehalte je nach Position zwischen 20 - 50 mg/l und bei km 727 zwischen ungefähr 60- 130 mg/l.

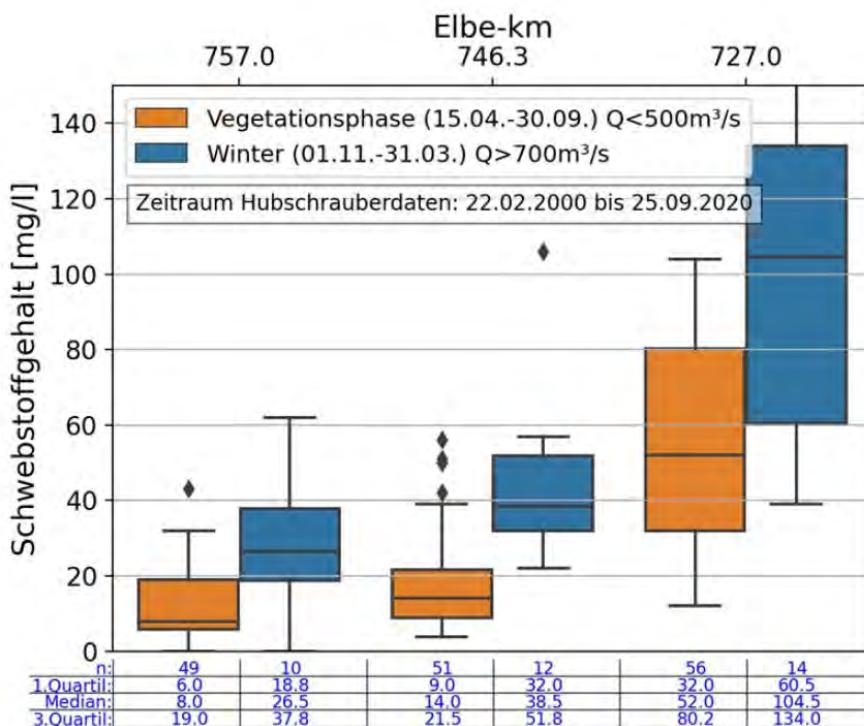


Abbildung 26: Boxplot und statistische Kennwerte für die im Bereich der Außenelbe erfassten Schwebstoffgehalte (bearbeitete FGG-Hubschrauberlängsprofile, aus BfG 2021)

4.8 Sauerstoff, Nährstoffe und Schadstoffe

4.8.1 Sauerstoff in der Wasserphase

Für die Beschreibung des IST-Zustandes wird die entsprechende Darstellung der Auswirkungsprognose zur benachbarten Verbringstelle Neuer Lüchtergrund (km 730/740) herangezogen (BfG 2021, S.93): „Im Elbmündungsbereich an der Station Cuxhaven km 725,2 sind ganzjährig gute Sauerstoffverhältnisse anzutreffen. Bei den dort monatlich stattfindenden Beprobungen lag die Sauerstoffsättigung in den Jahren 2015 bis 2019 in einem Bereich zwischen 90 und 110%, also immer sehr nahe der Sättigung (Abbildung 27). Die gemessenen Sauerstoffkonzentrationen lagen damit immer über 8 mg O₂/l. Die in mittelbarer Nähe zur geplanten Verbringstelle gelegene Messstation Scharhörn (Elbe-km 746,3) wird im Rahmen

der Hubschrauberlängsbefliegungen der FGG Elbe nur maximal 6-mal pro Jahr beprobt. Im Zeitraum 2015 bis 2019 wurde eine Sauerstoffsättigung zwischen 68 bis 124 % gemessen. Der Sauerstoffgehalt betrug mindestens 6 mg O₂/l mit Ausnahme des 4.8.2015, wo der Gehalt nur bei 5,6 mg/l lag. An der nächsten stromauf gelegenen Messstation der Längsbefliegungen bei Cuxhaven (Elbe-km 727) traten leicht geringere Sauerstoffsättigungen auf. Der Sauerstoffwert von 6 mg/l wurde hier allerdings nicht unterschritten. Die gemessenen Sauerstoffgehalte aller Messstationen zeigten somit für den Elbmündungsbereich keine Belastung des Sauerstoffhaushalts an.“

Die Daten der Sauerstoffzehrung (BSB7) lagen laut BfG (2021) bei allen an den drei Messstationen durchgeföhrten Beprobungen mit leicht schwankenden Werten zwischen <1 und 3 mg O₂/l. Insgesamt ist, wie die nur leichten Sauerstoffuntersättigungen in Abbildung 27 zeigen, eine geringe Beeinflussung des Sauerstoffgehaltes durch Zehrungsvorgänge zu erkennen. Dies ist u. a. auch dadurch bedingt, dass in der Trübungszone und den seeseitig anschließenden Mündungsbereichen von Ästuaren meist noch wenig leicht abbaubares und damit Sauerstoffzehrung verursachendes Material vorkommt.

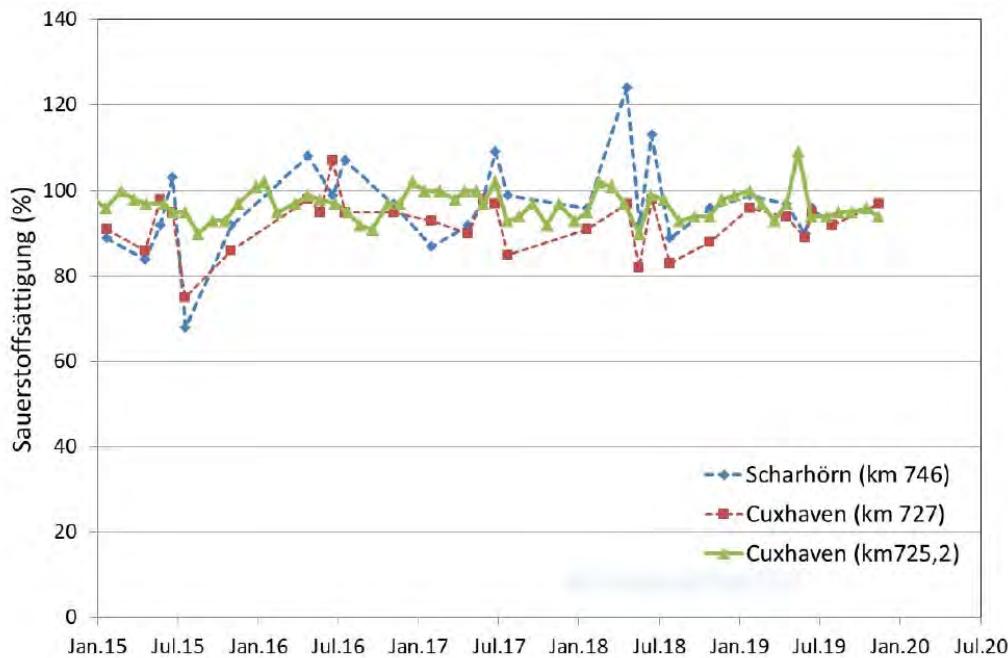


Abbildung 27: Sauerstoffsättigung bei Scharhörn und Cuxhaven der Jahre 2015 bis 2019 (Quelle: BfG 2021, Auswirkungsprognose VS Neuer Lüchtergrund)

4.8.2 Nährstoffe in der Wasserphase

Für die Beschreibung des IST-Zustandes der Nährstoffe im Untersuchungsgebiet wird zunächst der Bereich zwischen Brunsbüttel und Scharhörn betrachtet. Der betroffene Wasserkörper entspricht dem Bereich, in dem die eingebrachten gelösten Nährstoffe sich innerhalb der Verbringphase im Winter einmischen werden (Abbildung 28). Über einen längeren Zeitraum (ca. 3-5 Jahre) betrachtet, mischt sich der genannte Wasserkörper in einem größeren Wasserkörper ein, der bis ins Küstenmeer der Elbe reicht. Daher werden auch die Messtationen berücksichtigt, die außerhalb des Gebiets der unmittelbaren Betroffenheit liegen.

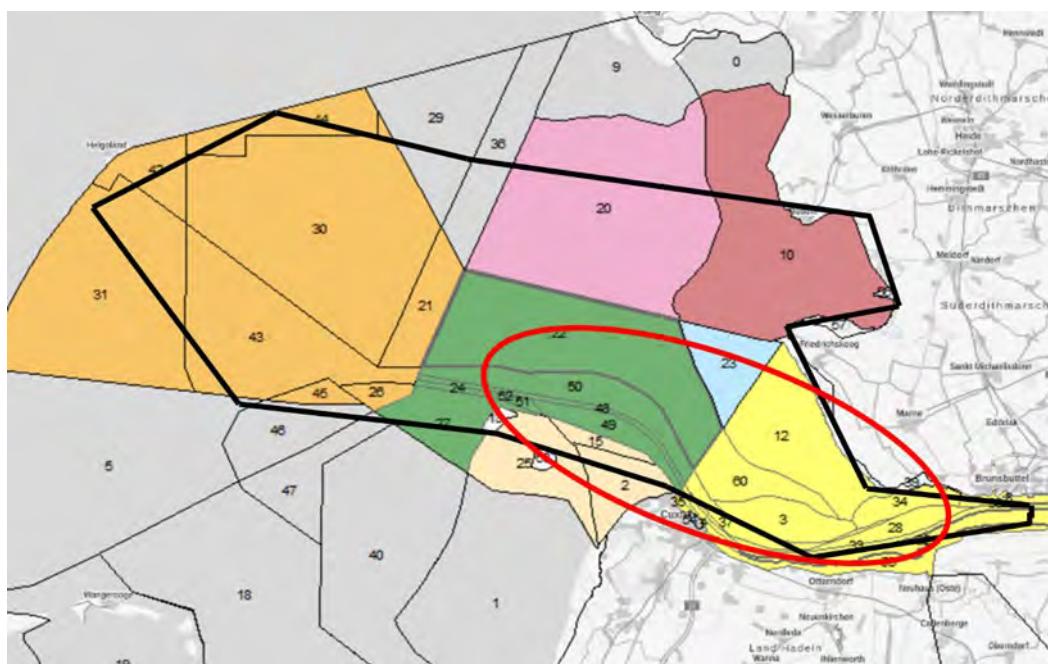


Abbildung 28: Übersicht über das Untersuchungsgebiet mit nummerierten Bilanzpolygonen. Die WRRL-Wasserkörper sind wie folgt eingefärbt: Gelb: Tideelbe, Grün: Außenelbe Nord, Blau: Hakensand, Beige: Westliches Wattenmeer der Elbe, Orange: Küstenmeer der Elbe, Rosa: Piep Tidebecken. Roter Umkreis: direkt betroffener Wasserkörper während des Winterhalbjahrs, schwarzer Umkreis: berücksichtigter Wasserkörper nach fünf Jahren Verbringung. Karte ©: GeoBasis-DE / BKG (2021)

Die Nährstoffkonzentrationen für den Winter im jeweiligen Wasserkörper sind in Tabelle 28 abgebildet, die für den erweiterten Wasserkörper in Tabelle 29. Die Nährstoffkonzentrationen im Sommerhalbjahr sind in den Tabelle 30 und Tabelle 31 abgebildet. Sie zeigen einen Gradienten mit abnehmenden Nährstoffkonzentrationen von der Tideelbe und Mündungsbereich der Elbe stromab bis Scharhörn bzw. bis zu den Messstationen im Küstenmeer der Elbe oder der Dithmarscher Bucht.

Die Nährstoffkonzentrationen im Sommer werden durch die Aufnahme der Nährstoffe durch das Phytoplankton bestimmt und stehen daher im Zusammenhang mit dem Algenwachstum.

So unterliegen die Nährstoffkonzentrationen im Sommerhalbjahr größeren Schwankungen was sich anhand der Variationskoeffizienten der Messdaten von zwischen 35-180 % im Sommer und 30-90 % im Winter nachvollziehen lässt. Das 10. Perzentil gibt die Konzentration an der jeweiligen Messstelle an, die niedriger ist als in 90 Prozent der Fälle des betrachteten Zeitraums an der jeweiligen Messstelle, und ist wichtig für die spätere Überprüfung, ob eine das Algenwachstum limitierende Stickstoffkonzentration in dem Wasserkörper vorgelegen hat.

Tabelle 28: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Winterhalbjahr (01.10. -14.04.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper

		Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Phosphat-P	Silikat-Si	Anzahl
Messstation	WRRL WK	Mittel/10. Perzentil	N				
Tonne 13 (Scharhörn)	Aussenelbe Nord	0,139/ 0,091	0,022/ 0,017	1,04/ 0,34	0,045/ 0,037	n.b.	6
Norderelbe	Aussenelbe Nord	0,136/ 0,078	0,021/ 0,014	0,678/ 0,252	0,045/ 0,028	1,211/ 0,612	11
Cuxhaven (Kugelbake)	Tideelbe	0,104/ 0,069	0,023/ 0,02	1,722/ 0,765	0,063/ 0,051	2,732/ 1,395	6
Cuxhaven	Tideelbe	0,12/ 0,056	0,023/ 0,01	1,557/ 0,582	0,053/ 0,04	2,469/ 1,056	27
Brunsbüttelkoog	Tideelbe	0,041/ 0,014	0,015/ 0,002	2,919/ 1,86	0,07/ 0,055	3,907/ 2,51	21
Grauerort	Tideelbe	0,069/ 0,05	0,021/ 0,01	3,077/ 1,993	0,055/ 0,04	4,508/ 3,09	50

*Wasserkörper Außenelbe Nord: Tonne 13 und Norderelbe sowie im Wasserkörper Tideelbe: Cuxhaven Kugelbake, Cuxhaven 725km, Brunsbüttelkoog und Grauerort. n.b.= nicht bestimmt

Tabelle 29: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Winterhalbjahr (01.10. -14.04.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper

		Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Phosphat-P	Silikat-Si	Anzahl
Messstation	WRRL WK	Mittel/10. Perzentil	N				
Tonne 5	Kuestenmeer Elbe	0,154/ 0,091	0,019/ 0,012	0,5/ 0,136	0,033/ 0,028	n.b.	5
Westl. Süderpiep	Kuestenmeer Elbe	0,07/ 0,026	0,014/ 0,005	0,299/ 0,039	0,029/ 0,017	0,739/ 0,253	8
N3.13 *	Piep Tidebecken	0,097/ 0,049	0,023/ 0,008	0,431/ 0,149	0,04/ 0,029	0,875/ 0,199	10
220062*	Dithmarscher Bucht	0,088/ 0,031	0,02/ 0,008	0,299/ 0,032	0,023/ 0,016	0,522/ 0,09	11
Nordertill	westl. Wattm. Elbe	0,2/ 0,16	0,022/ 0,017	0,66/ 0,222	0,038/ 0,033	n.b.	5

* OWK Küstenmeer der Elbe: Tonne 5 und westlicher Süderpiep, im Piep Tidebecken: N3.13 und in der Dithmarscher Bucht: 220062. n.b.= nicht bestimmt .Datenbasis abweichend 2014- 2016.

Tabelle 30: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Sommerhalbjahr (15.04. -30.9.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper

		Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Phosphat-P	Silikat-Si	Anzahl
Messstation	WRRL WK	Mittel/10. Perzentil	N				
Tonne 13 (Scharhörn)	Aussenelbe Nord	0,073/0,01	0,007/0,003	0,46/0,166	0,031/0,021	n.b.	16
Norderelbe	Aussenelbe Nord	0,075/0,014	0,01/0,003	0,308/0,068	0,041/0,011	0,338/0,049	23
Cuxhaven (Kugelbake)	Tideelbe	0,068/0,019	0,01/0,004	1,076/0,525	0,064/0,052	1,044/0,475	16
Cuxhaven	Tideelbe	0,091/0,05	0,015/0,01	0,876/0,385	0,053/0,04	0,883/0,402	22
Brunsbüttelkoog	Tideelbe	0,018/0,01	0,011/0,002	1,993/1,29	0,081/0,061	2,076/0,982	21
Grauerort	Tideelbe	<0,05/0,05	0,011/0,01	1,868/1,146	0,064/0,05	1,775/0,706	44

*OWK Außenelbe Nord: Tonne 13 und Norderelbe sowie im Wasserkörper Tideelbe: Cuxhaven Kugelbake, Cuxhaven 725km, Brunsbüttelkoog und Grauerort. n.b.= nicht bestimmt

Tabelle 31: Nährstoffkonzentrationen (Mittelwerte und 10. Perzentil) gemessen im Sommerhalbjahr (15.04.-30.09.) der Jahre 2016-2019 an den Messstationen der WRRL-Wasserkörper

		Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Phosphat-P	Silikat-Si	Anzahl
Messstation	WRRL WK	Mittel/10. Perzentil	N				
Tonne 5	Kuestenmeer Elbe	0,066/0,01	0,004/0,002	0,176/0,01	0,015/0,007	n.b.	15
Westl. Süderpiep	Kuestenmeer Elbe	0,051/0,018	0,005/0,001	0,095/0,005	0,0194**/0,005	0,215/0,046	15
N3.13*	Piep Tidebecken	0,066/0,019	0,007/0,002	0,129/0,023	0,025/0,009	0,221/0,07	28
220062*	Dithmarscher Bucht	0,035/0,01	0,003/0	0,04/0,001	0,01/0,004	0,133/0,012	29
Nordertill	westl. Watm. Elbe	0,085/0,014	0,005/0,002	0,159/0,01	0,026/0,012	n.b.	15

* OWK Küstenmeer der Elbe: Tonne 5 und westlicher Süderpiep, im Piep Tidebecken: N3.13 und in der Dithmarscher Bucht: 220062. n.b.= nicht bestimmt. Datenbasis abweichend 2014- 2016. **der Mittelwert wurde ohne Berücksichtigung des Maximalwertes von 4,18 mg/l berechnet, sonst liegt der Mittelwert bei 0,238 mg/l P.

„Die seewärts zu beobachtende Verdünnung der Nährstoffgehalte wird auch aus den von der BfG zweimal jährlich entlang der Fahrrinne der Elbe durchgeföhrten Längsbereisungen deutlich. So nimmt die Nährstoffkonzentration in der Elbmündung für Nitrat um den Faktor 10, für Silikat um den Faktor 5 und für ortho-Phosphat um den Faktor 2 ab“ (Tabelle 32: Sommerwerte, d. h. zwischen 15.04.-30.09 aus 14 Messfahrten übernommen aus BfG 2021, S. 86).

Tabelle 32: Mittelwerte der gelösten Nährstoffe Nitrat, ortho-Phosphat, gelöstes Silikat und Algenbiomasse von BfG-Längsbereisungen entlang der Fahrrinne der Jahre 2009-2016 (Quelle: BfG 2021)

Fahrrinnen-abschnitt	Nitrat (mg NO ₃ -N/l)	ortho-Phosphat (mg o-P/l)	Silikat (mg Si/l)	Algenbiomasse (µg Chla /l)
Km 700-710	1,965	0,085	1,285	5,0
Km 710-720	1,414	0,076	1,041	8,1
Km 720-730	0,863	0,052	0,654	10,1
Km 730-740	0,506	0,056	0,422	9,7
Km 740-750	0,241	0,047	0,279	8,2

4.8.3 Schadstoffe in der Wasserphase

Die Beschreibung des IST-Zustands hinsichtlich der Schadstoffe in der Wasserphase basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen der Einstufung des chemischen Zustands und der Gehalte an flussgebietsspezifischen Schadstoffen. Da mit dem 22.12.2021 der dritte Bewirtschaftungsplan und das dritte Maßnahmenprogramm Gültigkeit erlangt, werden hier die im Entwurf befindlichen Wasserkörpersteckbriefe für den dritten Bewirtschaftungszyklus 2022-2027 zu Grunde gelegt (vgl. <https://www.wasserblick.net/>). Tabelle 33 gibt eine Übersicht über Stoffe mit Umweltqualitätsnormen (UQN)-Überschreitung der im potenziellen Wirkraum der Verbringung gelegenen OWK. Im OWK „Tideelbe“ werden bei den Parametern PFOS, Fluoranthen und Tributylzinn die Jahresdurchschnitts (JD) - UQN von jeweils 0,00013 µg/l, 0,0063 µg/l und 0,0002 µg/l überschritten. Eine Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration (ZHK) - UQN tritt bei den PAK Benzo(a)pyren (ZHK: 0,00017 µg/l), Benzo(b)fluoranthen (ZHK: 0,017 µg/l), Benzo(k)fluoranthen (ZHK: 0,017 mg/kg) und Benzo(ghi)perlylen (ZHK: 0,00082 µg/l) auf. Zudem wird bei diesem OWK eine UQN für Nicosulfuron überschritten.

Tabelle 33: Übersicht über Stoffe mit UQN-Überschreitung im Wasser in ausgewählten, möglicherweise von der Verbringung beeinflussten, OWK

OWK	Tideelbe	Außenelbe Nord	westliches Wattenmeer der Elbe	Hakensand	Dithmarscher Bucht	Piep Tidebecken	Küstenmeer Elbe
Parameter							
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	X	X		X	X	X	X
Benzo(a)pyren	X						
Benzo(b)-fluoranthen	X						
Benzo(ghi)-perlylen	X						
Benzo(k)-fluoranthen	X						
Fluoranthen	X						
Tributylzinn-verbindungen	X				X		
Cypermethrin							
Nicosulfuron	X						
Imidacloprid							
Silber							

Bei den Küstengewässer-OWK „Außenelbe Nord, Hakensand, Piep Tidebecken“ und im Hoheitsgewässer „Küstenmeer Elbe“ wird in der Wasserphase jeweils die UQN für PFOS überschritten. Im Küstengewässer-OWK „Dithmarscher Bucht“ kommt es zudem auch zu einer

Überschreitung der in der Wassermatrix geltenden jeweiligen UQN für Tributylzinn. Im OWK „westliches Wattenmeer Elbe“ kommt es zu keiner UQN-Überschreitung in der Untersuchungsmatrix Wasser.

4.8.4 Nährstoffe und Schadstoffe in Sedimenten

4.8.4.1 Nährstoffe im Bereich der Verbringstelle

Die Probenahme für Nährstoff- und Schadstoffuntersuchungen im Bereich der Verbringstelle wurde von Bioconsult und HPA im Oktober und November 2020 mittels van-Veen-Greifer durchgeführt (siehe Abbildung 28). Der Verbringstellensbereich wurde gegliedert in vier Teilbereiche, die hier aufgrund der geringen Unterschiede zusammen betrachtet werden. Die überwiegend von Mittelsand dominierten Sedimente weisen organische Anteile auf, die abhängig von der Feinkornfraktion sind (Abbildung 29). Nur bei Sedimenten mit $>= 5\%$ Feinkorn waren Kohlenstoffgehalte über der Nachweisgrenze in der Spannbreite von 0,16 bis 0,75 % bestimmbar. Die Stickstoffgehalte sind ihrerseits abhängig von dem Anteil der organischen Substanz (Abbildung 30). Auch hier lagen von 22 Analysen nur vier oberhalb der Nachweisgrenze. Die vier Werte haben eine Spannbreite von 240-830 mg/kg. Die Phosphorgehalte liegen im Mittel von 22 Analysen bei knapp 84 mg/kg. Nach GÜBAK sind die Ergebnisse bei allen Proben für Stickstoff und Phosphor in den GÜBAK Fall 1 einzustufen (Siehe Anhang 2).

Die Sauerstoffzehrungsraten liegen zwischen nicht nachweisbar und 1,2 g O₂/kg TS. Sie sind nach der Einstufung von Müller et al. (1998) als gering bis mittel einzustufen.

Die Analysenergebnisse von sechs Proben des ursprünglich geplanten, westlich gelegenen Referenzgebietes zeigen aufgrund der höheren Feinkornanteile gegenüber dem Verbringgebiet erhöhte Gehalte für TOC (Abbildung 29), Stickstoff (Abbildung 30) und Phosphor. Die Stickstoff- und Phosphorgehalte würden nach der GÜBAK in den Fall 1 eingestuft. Die Daten sind ebenfalls in Anhang 2 dargestellt.

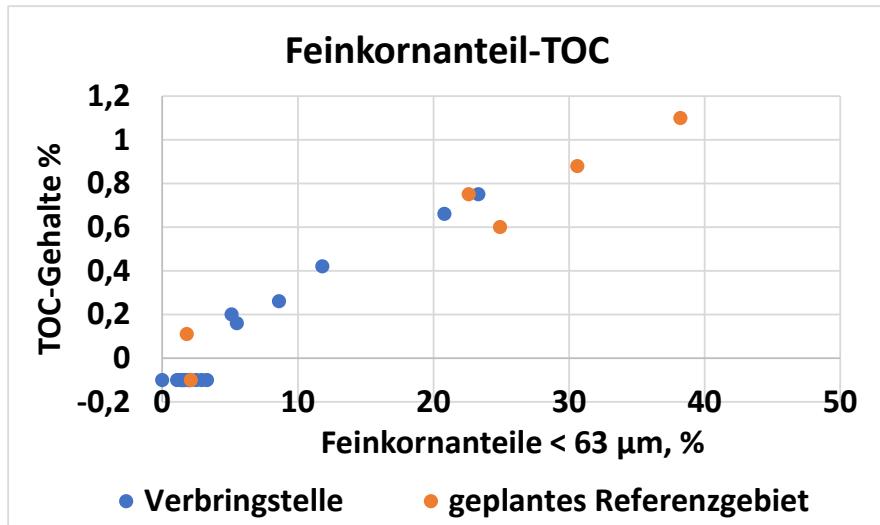


Abbildung 29: Zusammenhang von Feinkornanteilen und organischen Kohlenstoffanteilen im Bereich des Verbringgebietes

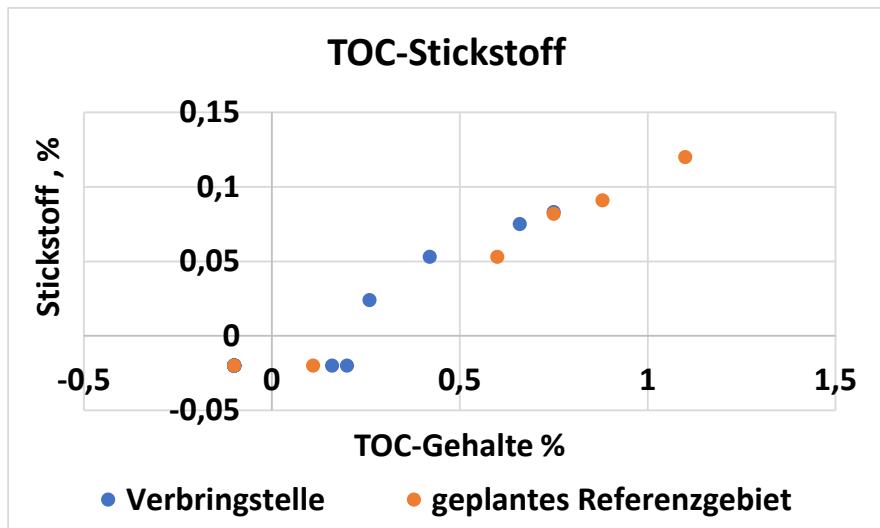


Abbildung 30: Zusammenhang zwischen organischen Kohlenstoffanteilen und Stickstoffgehalten

4.8.4.2 Schadstoffe im Bereich der Verbringstelle

Auch Schadstoffuntersuchungen wurden an 22 Proben aus dem Bereich der Verbringstelle vorgenommen. Es wurde das Parameterspektrum der GÜBAK analysiert. Lediglich an sechs Proben konnten aufgrund der insgesamt niedrigen Feinkornanteile in der Fraktion < 20 µm die Metallgehalte analysiert werden. Diese Ergebnisse können den Richtwerten der GÜBAK gegenübergestellt werden (Tabelle 34). Lediglich zwei Proben sind aufgrund ihrer Kupfergehalte in den GÜBAK Fall 2 einzustufen. Nur in den feinkornreichereren Proben konnten Mineralölkohlenwasserstoffe und lediglich einzelne PAK, chlororganische Schadstoffe und

Organozinnverbindungen oberhalb der Nachweisgrenzen analysiert werden. Die Bildung von Summenparametern (PAK 16, PCB 7 und DDX) ist damit erschwert. Zudem weisen drei der sechs Proben Feinkornanteile in der < 63 µm-Fraktion von < 10 % auf, sodass eine Normierung der organischen Schadstoffgehalte auf die Feinkornfraktion < 63 µm mit großen Fehlern verbunden wäre, zumal die Messergebnisse jeweils sehr nah an der analytischen Nachweisgrenze sind. Auf eine über die Metalle hinausgehende GÜBAK-Einstufung wird daher verzichtet. Die Messergebnisse sind in Anhang 2 zusammengefasst. Die gleiche Problematik trifft auf die sechs Proben aus dem geplanten Referenzgebiet zu. GÜBAK Einstufungen in den Fall 2 treten dort nicht auf.

Tabelle 34: Schwermetalle und Arsen in der Fraktion < 20 µm in feinkornhaltigen Sedimenten des Verbringstellenbereiches.

	Fraktion	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
	< 63 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm
	%	mg/kg							
GÜBAK RW 1		40	90	1,5	120	30	70	0,7	300
Anzahl	22	6/22	6/22	6/22	6/22	6/22	6/22	6/22	6/22
Minimum	0	25	53,5	0,4	88,5	28	38	0,3	199
Mittelwert	4,7	25	54	0,45	90	32	38	0,33	199
Maximum	23,3	29	57	0,6	96	49	40	0,55	222

* BLAU: Messwert < RW1, GRÜN: Messwert > RW1 u.< RW2

4.8.4.3 Ökotoxikologische Belastung

Für die Erfassung des ökotoxikologischen Potentials der Sedimente an der Verbringstelle sowie deren näheren Umgebung wurden im Jahr 2020 insgesamt 12 Proben für die ökotoxikologische Untersuchung mit der marinen Biotestpalette entnommen. Der Nahbereich beinhaltet das lateral zur Verbringstelle gelegene Gebiet sowie die als mögliche Verdriftungsbereiche angesprochenen Gebiete westlich und östlich zur Verbringstelle Fahne West und Ost. Die Untersuchungen umfassten den Leuchtbakterien- sowie den Marinen Algatest. Als Testgut wurden Eluate und Porenwasser jeweils getrennt untersucht. Die Ergebnisse aller Proben zeigen eine Toxizitätsklasse von 0 (nicht belastet) an (Tabelle 35), was vermutlich auf die hohen Anteile von Mittelsand in den Proben zurückzuführen ist (Abbildung 23).

Tabelle 35: Ökotoxikologische Belastung Verbringbereich und Umgebung, 2020

Gebiet	VS_749	Nahbereich
Jahr	2020	2020
Toxizitäts-klasse	Häufigkeit Tox. Klasse	Häufigkeit Tox. Klasse
0	5	7
I		
II		
III		
IV		
V		
VI		
Anzahl	5	7
Median	0	0
Mittel	0	0

Zwei Proben des ursprünglich geplanten, westlich gelegenen Referenzgebietes wurden ebenfalls ökotoxikologisch untersucht. Die Ergebnisse zeigen in beiden Fällen eine Toxizitätsklasse von 0 an.

4.8.4.4 Schadstoffe in küstennahen Sedimenten

Um den Stoffeintrag auch großflächig bewerten zu können, müssen neben den Schadstoffgehalten des Baggergutes die Hintergrundbelastung der küstennahen Sedimente und der Sedimenteneintrag berücksichtigt werden. Um die Hintergrundbelastung im Bereich von Scharhörn, Cuxhaven und Sahlenburg genauer erfassen zu können, wurden 2021 sechs Standorte beprobt. Die Analysen sind in Anhang 2 dargestellt. Die Ergebnisse sind in die Berechnung der Hintergrundbelastung sämtlicher Bilanzierungsräume des Betrachtungsgebietes eingeflossen, analog zum Vorgehen der BfG für die Verbringstelle Neuer Lüchtergrund (BfG 2021):

Die Bestimmung statistischer Kenngrößen der Schadstoffgehalte in den Bilanzierungsräumen ist mittels der Berechnung aus Einzelmesspunkten nur in wenigen Fällen möglich, da die Datenerfassung bei der zu bewertenden Gebietsgröße flächendeckend nicht möglich ist. Um die notwendigen Aussagen über die flächenhafte Verteilung von Schadstoffen in den Sedimenten der Analysepolygone dennoch abzuschätzen, ist für deren Ableitung der Einsatz von Methoden zur flächenhaften Darstellung punktbezogener Daten notwendig, z.B. das Interpolationsverfahren. Von einer Reihe verschiedener Interpolationsverfahren zeigt sich für die flächenhafte Darstellung geografischer Verteilungen das Kriging-Verfahren (Krige, 1951) bei der Modellierung am geeignetsten. Es wird beispielsweise standardmäßig zur flächenhaften Beschreibung von Stoffgehalten in Böden eingesetzt (Hinterding, Müller, Gerlach, & Gabel, 2003). Die Berechnung des Modells erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst erfolgt eine Strukturanalyse der Daten als Modellierung der räumlichen Korrelation mit Hilfe

eines (Semi-) Variogramms. Das Ergebnis wird in einem zweidimensionalen Diagramm als Funktion der Entfernung zum Bezugspunkt dargestellt. Hieraus ergeben sich mehrere Formen, die durch mathematische Funktionen dargestellt und bei dem nachfolgenden Kriging-Verfahren eingesetzt werden können. Unter anderem wird häufig das sphärische Modell als ideale Form für das Variogramm bevorzugt und auch hier eingesetzt. Die Kenngrößen der Modellergebnisse sind für die BZR im Anhang 3 und Anhang 4 zusammengefasst. Eine grafische Übersicht findet sich in Anhang 5.

Tabelle 36 und Tabelle 37 fassen die BfG-Ergebnisse der Hintergrundbelastung im IST-Zustand für ein ausgewähltes, repräsentatives Schadstoffspektrum zusammen. Dabei zeigt sich, dass entsprechend der Herkunft der Schadstoffe in einigen Bilanzräumen entlang des Elbufers z.B. Bilanzierungsraum BZR 08 (Tideelbe vor Brunsbüttel) oder BZR 41 (Unterelbe Niedersachsen) (s. Kapitel 5.1.1) die Sedimente bereits in den GÜBAK Fall 2 einzustufen sind. Im Mittel aller Bilanzierungsräume ist die Hintergrundbelastung jedoch in den Fall 1 einzustufen. Dies ist sehr plausibel, da der GÜBAK Richtwert 1 dem 90. Perzentil der Hintergrundbelastung im Küstenbereich entspricht.

Tabelle 36: Zusammenfassende GÜBAK-Bewertung der statistischen Kennwerte der Hintergrundbelastung aller BZR für ausgewählte Schadstoffe

	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
RW1	1,5	300	0,7	1,8	2	1	20
RW2	4,5	900	2,1	5,5	6	3	100
Minimum	0,42	162	0,24	0,28	0,22	0,42	0,60
Median	0,57	247	0,46	1,12	1,66	0,70	2,25
Mittelwert	0,62	242	0,50	1,35	1,88	0,78	3,42
Maximum	0,92	316	0,98	3,74	4,17	1,53	11

* GÜBAK-Fall 1 in blau, Fall 2 in grün

Die Bewertung der Hintergrundbelastung auf Basis der Environmental Assessment Criteria und Effect Range-Low Kriterien der OSPAR zeigt, dass im gesamten Untersuchungsgebiet die Quecksilbergehalte und PCB118-Gehalte in der < 2 mm-Faktion sehr nah am jeweiligen Bewertungskriterium liegen. Überschreitungen für beide Kriterien treten z. B. im BZR 18 (Küstengewässer Weser), im BZR 05 (Küstenmeer Weser) und auch BZR 30 und 31 (Küstenmeer Helgoland W und O) auf. Einerseits ist im BZR 31 auch die Verbringstelle „Tonne E3“ gelegen, andererseits ist das Küstenmeer vor Helgoland durch das Schlickfallgebiet, also natürlicherweise feinkörnigere Sedimente mit höheren Stoffgehalten, geprägt. Bzgl. TBT ist

anzumerken, dass das OSPAR-Kriterium von 0,8 µg/kg bereits im IST- Zustand und ohne weitere Normierungen nur im BZR 44 (Küstenmeer Helgoland NO) **nicht** überschritten ist. Bei Verwendung des Wertes von Duft et al. 2003 (Tabelle 37) beschränken sich die Überschreitungen mit einer Ausnahme (BZR 56 Uferbereich SH Watten p1) erwartungsgemäß auf Bilanzierungsräume entlang des Elbufers zwischen Neufeld und Störmündung (BZR 8, BZR 16, BZR 38, BZR 39, BZR 41, BZR 58 und BZR 62).

Tabelle 37: Zusammenfassende Bewertung der Hintergrundbelastung in der Fraktion < 2 mm nach OSPAR (2021)- Kriterien*

	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118	TBT
	< 2 mm						
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
EAC						0,6	
ERL	1,2	150	0,15	2	2,2		7,2**
Minimum	0,17	21	0,10	0,28	0,20	0,10	0,6
Median	0,21	56	0,13	0,80	0,31	0,60	2,2
Mittelwert	0,25	67	0,15	0,90	0,34	0,62	3,4
Maximum	0,49	150	0,30	1,65	0,65	0,86	11,2

*Farbliche Markierungen bei Überschreitungen, **nach Duft et al. (2003)

4.9 Bioakkumulation

Für eine Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf das Bioakkumulationspotential in Biota soll der IST-Zustand anhand der vorliegenden Bioakkumulationsuntersuchungen aus dem Nahbereich der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und der weiteren Umgebung betrachtet und vorgestellt werden. Ergebnisse dieser Untersuchungen stehen aus verschiedenen Monitoringprogrammen im Untersuchungsgebiet zur Verfügung und sind in Tabelle 38 (verändert nach BfG 2021) zusammengestellt.

Die vorliegenden Daten werden nach den relevanten Richtlinien für Biota im Küsten- und Übergangsgewässer eingeordnet. Die Anwendung der Umweltqualitätsnormen erfolgt gemäß Oberflächengewässer Verordnung (OGewV 2016, Tabelle 39) die Anwendung von Environmental Assessment Criteria (EAC), den Lebensmittelhöchstgehalten (LMHG) und den Ecological Quality Objectives (EcoQO) (OSPAR 2009; 2010) erfolgt gemäß CEMP Agreement (OSPAR 2009/2010). Bei der Anwendung der UQN werden die Gehalte auf das Frischgewicht bezogen, für die EAC und LHMG werden je nach Organismus die Werte auf das Frischgewicht, das Trockengewicht oder auf den Lipidgehalt im Gewebe bezogen. Des Weiteren wurden die Lebensmittelhöchstgehalte der europäischen Richtlinie 1881 (EC 1881), der Kontaminanten-Verordnung (KmV) und der Rückstandshöchstmengen-Verordnung (RHmV) für die als Lebensmittel dienenden Organismen berücksichtigt.

Tabelle 38: Zur Verfügung stehende Bioakkumulationsuntersuchungen im Bereich der BZR an der deutschen Nordseeküste von HPA und aus Programmen Dritter (verändert nach BfG 2021).

Mess-programm	Spezies	Station bzw. Probenahme-gebiet	Kürzel Station	BZR-Nr.	Bezeichnung BAW	Literatur
UPB	Aalmutter	Meldorf Bucht	Meld_Fi	10	Dithmarscher Bucht	Umweltbundesamt (2021)
	Silbermöwe	Meldorf Bucht	Meld_Vo	10	Dithmarscher Bucht	
TMAP	Austernfischer, Flusseeschwalbe	Trischen	Trischen	10	Dithmarscher Bucht	Dittmann et al. (2012)
	Austernfischer	Hullen	Hullen	53	Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemündung	
	Flusseeschwalbe	Neufelder Koog	NeufeldK	11	Uferbereich_SH_Watten_p4	
WSV	Austernfischer	Neufelder Koog	NeufeldK	39	Uferbereich_SH_Watten_p3	persönliche Mitteilung an BfG, 2021 (Bernd Vaessen WSA Cuxhaven)
		Dieksander Koog Süd	DieksandK S	11	Uferbereich_SH_Watten_p4	
		Dieksander Koog Nord	DieksandK	11	Uferbereich_SH_Watten_p4	
FGG Elbe	Miesmuschel	Cuxhaven	Cux_Mu	53	Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemündung	FGG Elbe 2018
	Stinte	Cuxhaven	Cux	60	SH_Watten_suedlich	
		Brunsbüttel	Brunsb	8	Tideelbe vor Brunsb	
HPA	Nordseegarnele	1	1	3	Medemgrund	E3 Jahresberichte der HPA seit 2016
				37	Medemgrund_S	
				60	SH_Watten_suedlich	
				4	Uferbereich_Cux	
				54	Cux_Hafen	
				35	Grimmershörner Bucht	
		2	2	Vorwiegend 10	Dithmarscher Bucht	
		2b	2b	Vorwiegend 20	Piep_Tidebecken	
		3	3	Vorwiegend 22 und 20	Außeneelbe_Nord bzw. Piep_Tidebecken	
Pfeffermuschel	Einbringbereich, Außengebiet und Referenzgebiete	1km, 1,5km	vorwiegend 31 Referenzgebiete 30 und 42	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland
		2km				
		6km, R1				
Wellhornschncke	Einbringbereich, Außengebiet und Referenzgebiete	Ks, Ko, 1km,	vorwiegend 31 Referenzgebiete 31, 42, 43	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland
		2km, 3km				
		R1, R2, R3				
Kliesche	Einbringbereich, Außengebiet und Referenzgebiete	1km,	vorwiegend 31 Referenzgebiete 42, 43	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland
		2-3km				
		R1, R2				
Scholle	Einbringbereich, Außengebiet und Referenzgebiete	1km,	vorwiegend 31 Referenzgebiete 42, 43	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland	Küstenmeer Helgoland_W Küstenmeer Helgoland_O Küstenmeer Helgoland
		2-3km				
		R1, R2				

Die Kriterien, die für den betrachteten Organismus angewendet werden, sind in der Ergebnisdarstellung (Tabelle 40 - Tabelle 45 und Abbildung 31 - Abbildung 33) enthalten.

Tabelle 39: Seit dem Jahr 2018 geltende Biota-UQN (OGewV 2016) bezogen auf das Frischgewicht (FG) verschiedener Organismen

Parameter	UQN _{Biota} (µg/kg FG)	Matrix	Schutzwert
Bromierte Diphenylether (BDE) (Summe aus BDE 28, 47, 99, 100, 153, 154)	0,0085	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbenzol (HCB)	10	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbutadien (HCBD)	55	Fische	Wildtier (secondary poisoning)
Quecksilber (Hg)	20	Fische	Wildtier (secondary poisoning)
Dicofol	33	Fische	Wildtier (secondary poisoning)
Perfluoroktansäure und ihre Derivate (PFOS)	9,1	Fische	Menschliche Gesundheit
Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen (Summe PCDD + PCDF + dl-PCB)*	0,0065°	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexabromocyclododecan (HBCDD)	167	Fische	Wildtier (secondary poisoning)
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	0,0067	Fische	Menschliche Gesundheit
Fluoranthen	30	Krebstiere, Weichtiere	Menschliche Gesundheit
Benzo(a)pyren	5	Krebstiere, Weichtiere	Menschliche Gesundheit

*Die UQN für die Dioxine bezieht sich auf die Toxizitätsäquivalente (TEQ) nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der Weltgesundheitsorganisation von 2005 (in: van den Berg, M . et al. (2006) 2005 World Health Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. Toxicological Science 93(2),223-241).

Untersuchungen des Umweltbundesamtes (UBA)

Die Untersuchungen des UBA in der Meldorf-Bucht beinhalten Bioakkumulationsuntersuchungen an Aalmuttern im Hauptprielsystem der Dithmarscher Bucht (BZR 10) und Silbermöwen auf Trischen (BZR 10). Es werden Metalle und organische Chlorverbindungen (HCB, PCB, DDT) untersucht. In Tabelle 40 sind die Ergebnisse der Untersuchungen der Aalmutter und in Tabelle 41 die Ergebnisse der Untersuchungen der Silbermöwe zusammengefasst. Die Ergebnisse der Jahre 2016 bis 2020 zeigen, dass im Muskel der Aalmutter die UQN für Quecksilber in allen Jahren sowie wie die EAC Kriterien für PCB 118 im Jahr 2017 und 2020 überschritten werden. Die für die Aalmutter angewendeten LHMG werden eingehalten (Tabelle 40). Bioakkumulationsdaten für Silbermöweneier liegen für die Jahre 2017 und 2019 vor (Tabelle 41). Die EAC Kriterien werden in den Silbermöweneiern ebenfalls für PCB 118 überschritten. Die EcoQO Kriterien wurden für Gehalte in Eiern von Flussseeschwalben und Austernfischer entwickelt und werden daher hier nur ergänzend angewendet. Die EcoQO für HCB, ppDDD, ppDDE und die PCB Kongenere PCB 118, 138, 153 und 180 werden in den Eiern der Silbermöwe überschritten.

Tabelle 40: Konzentrationen verschiedener Analyten in Aalmuttermuskulatur (*Zoarces viviparus*) im Hauptprielsystem der Meldorfser Bucht

Analytgruppe	Parameter	2016	2017	2018	2019	2020	UQN _{Biot}	EAC _(OSPAR)	LMHG _(OSPAR)	LMHG _(EC1881)	LMHG _(RHmV)	LMHG _(KmV)
Metalle und Metalloide	Arsen*	2907	2359	2249	1835	n. b.						
	Kupfer*	248	202	220	225	n. b.						
	Quecksilber*	96,2	82,6	65,7	88,2	n. b.	20					
	Blei*	6,14	1,34	4,83	2,58	n. b.			300			
DDT und Metabolite	Quecksilber*	96,2	82,6	65,7	88,2	n. b.			500	500		
	p,p'-DDE	1	1,6	n.b.	0,8	n. b.						
	p,p'-DDD	0,64	0,77	n.b.	0,62	n. b.						
	HCB	HCB	0,18	0,11	n.b.	0,09	0,11	10			50	
HCH	y-HCH	0,01	0,06	n.b.	0,06	n. b.					50	
	b-HCH	0,04	0,09	n.b.	0,04	n. b.					10	
	PFOS	PFOS	0,379	0,501	n.b.	n.b.	n.b.	9,1				
	PCB 101	0,14	0,52	n.b.	n.b.	0,35						80
PCB FG	PCB 118	0,3	0,72	n.b.	n.b.	0,56						
	PCB 138	1,8	2,6	n.b.	n.b.	2					100	
	PCB 153	3,3	4	n.b.	n.b.	3,4					100	
	PCB 180	0,31	0,5	n.b.	n.b.	0,44						80
	PCB 101	7	27	n.b.	n.b.	19		121				
PCB Lipid	PCB 118	15	37	n.b.	n.b.	30		25				
	PCB 138	90	133	n.b.	n.b.	106		317				
	PCB 153	165	205	n.b.	n.b.	181		1585				
	PCB 180	15,5	26	n.b.	n.b.	23		469				

*Gehalte in µg/kg FG, für Analytengruppe PCB Lipid auf µg/kg Lipid bezogen. Rot: Überschreitungen angewandter Kriterien sowie jeweils überschrittene Kriterien (Daten: UBA, Tabelle verändert nach BfG 2021)

Tabelle 41: Konzentrationen verschiedener Analyten in Silbermöweneiern (*Larus argentatus*) im Hauptprielsystem der Meldorfser Bucht

	Parameter	2017	2019	EAC	EcoQO
Metalle und Metalloide	Arsen*	107	103		
	Kupfer*	542	589		
	Quecksilber*	279	337		
	Blei*	2,74	3,28		
DDT und Metabolite	p,p'-DDE	111	82		(10)
	p,p'-DDD	0,39	0,38		(10)
HCH	HCB	4,03	7		
	HCB	4,03	7		(2)
HCH	β-HCH	2,78	2,33		
OCS	OCS	0,33	0,47		
PCB	PCB 101	8,8	5,83	121	
	PCB 118	34,8	27,5	25	
	PCB 138	176	127	317	
	PCB 153	317	204	1585	
	PCB 180	56,5	50,3	469	
PCB	PCB 101	8,8	5,83		(20)
	PCB 118	34,8	27,5		(20)
	PCB 138	176	127		(20)
	PCB 153	317	204		(20)
	PCB 180	56,5	50,3		(20)

*Gehalte in µg/kg FG. Rot: Überschreitungen der angewendeten Kriterien sowie die jeweils überschrittenen Kriterien. Ergänzend/ in Klammern; EcoQO für Austernfischer und Flussseeschwalbe, Daten UBA, Tabelle verändert nach BfG 2021)

Untersuchungen im Rahmen des TMAP und der WSV Cuxhaven (jetzt WSV Nordsee)

Das Vogeleimonitoring des TMAP (Trilateral Monitoring and Assessment Programme) wird seit 1994 an verschiedenen Stationen in der deutschen Bucht und der Tideelbe durchgeführt und durch Untersuchungen des WSV Cuxhaven am Austernfischer für weitere Gebiete ergänzt. In Abbildung 31 bis Abbildung 33 sind die Gehalte von Quecksilber, b-HCH, HCB, ppDDD, ppDDE sowie der Summe der 7 PCB des Jahres 2019 für Flussseeschwalbe und Austernfischer dargestellt. Die Gehalte der jeweiligen Parameter sind bei beiden Arten vergleichbar hoch. Für b-HCH, HCB, ppDDD und ppDDE und die PCB Summe 7 liegen die Gehalte im Neufelderkoog und Dieksander Koog höher als die Gehalte Baltrum und Mellum bzw. Hooge (Abbildung 31, Abbildung 32 und Abbildung 33). Die für beide Arten anzuwendenden EcoQO Kriterien werden für HCB (Ausnahme: Gehalte in Austernfischereien bei Hooge), ppDDE und PCB Summe 7 in allen Gebieten in beiden Arten überschritten.

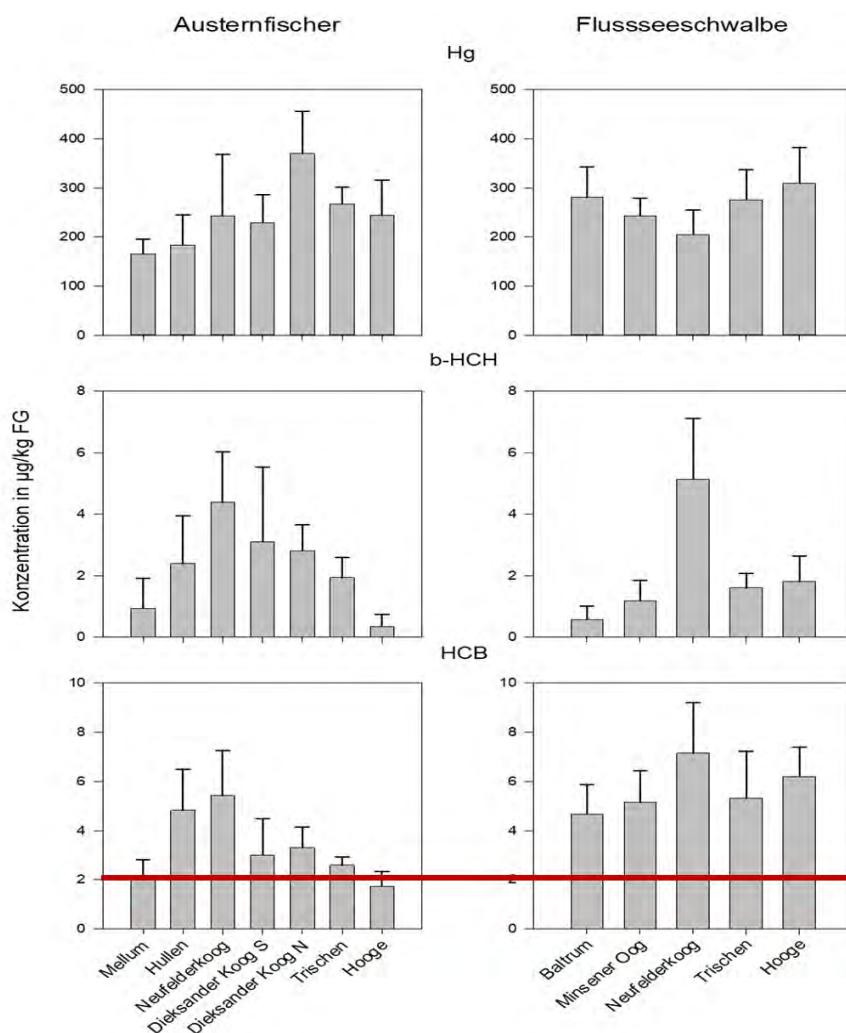


Abbildung 31: Konzentrationen an Hg, b-HCH und HCB in Eiern des Austernfischers (*Haematopus ostralegus*) und der Flussseeschwalbe (*Sterna hirundo*) in 2019. Roter Strich: EcoQO Wert für HCB (Daten TMAP und WSV, Abbildung verändert nach BfG 2021)

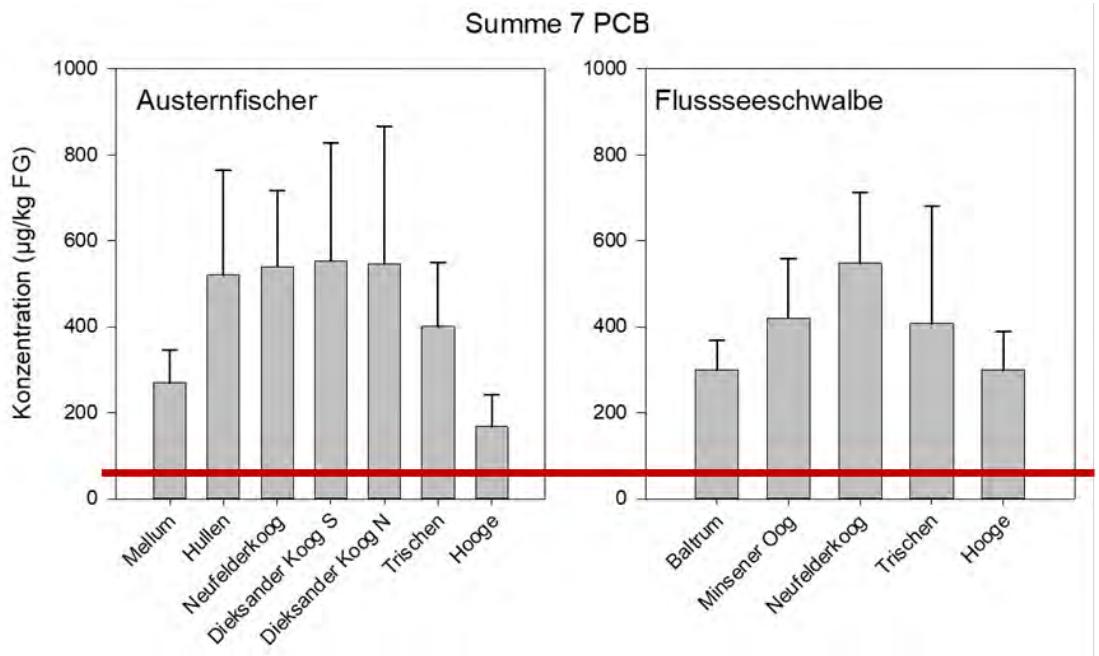


Abbildung 32: Konzentrationen der Summe der 7 PCB Kongenere in Eiern des Austernfischers (*Haematopus ostralegus*) und der Flusseeschwalbe (*Sterna hirundo*) in 2019. Roter Strich: EcoQO Wert für PCB \sum 7 (Daten TMAP und WSV, Abbildung verändert nach BfG 2021)

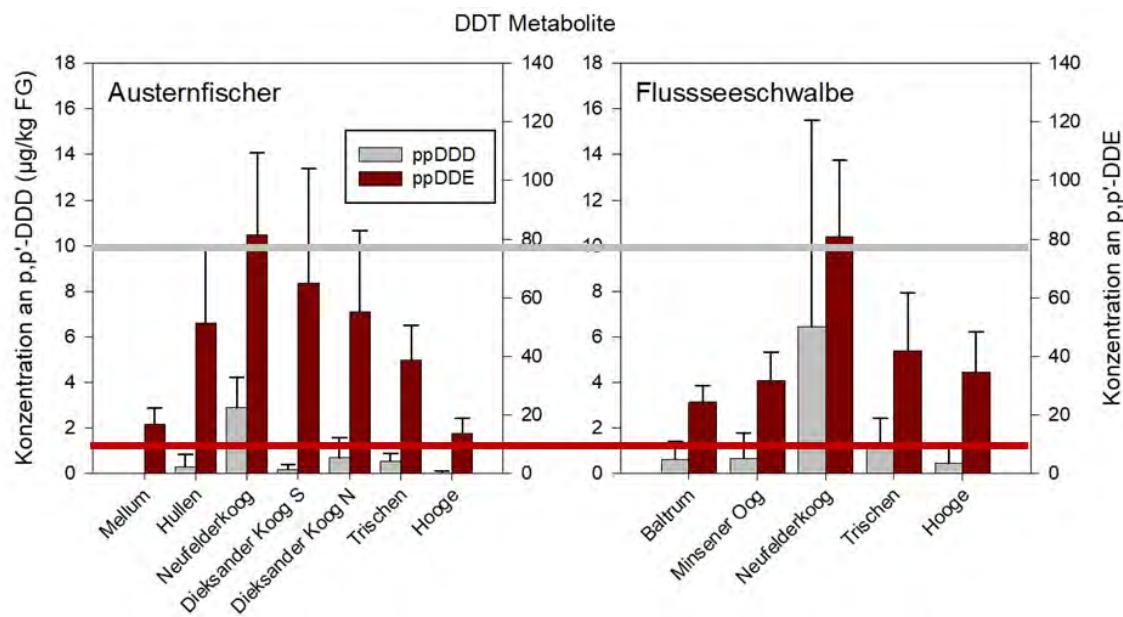


Abbildung 33: Konzentrationen an ppDDE und ppDDD in Eiern des Austernfischers (*H. ostralegus*) und der Flusseeschwalbe (*S. hirundo*) in 2019. Roter Strich: EcoQO Wert für ppDDE, grauer Strich: ppDDD (Daten TMAP und WSV, Abbildung verändert nach BfG 2021)

Für ppDDD wird der EcoQO im Mittel nicht überschritten, obgleich einzelne Werte in der Spanne der Messdaten am Neufelderkoog Überschreitungen anzeigen (Abbildung 33).

Untersuchungen der FGG Elbe

Im Jahr 2016 hat für die Bewertung von Bioakkumulationsdaten entlang der Elbe, gemäß der neu eingeführten UQN für Biota (OGewV 2016, Tabelle 39), eine Sonderuntersuchungen im Rahmen des KEMP 2016 der FGG Elbe stattgefunden (FGG Elbe 2018). Aus dem Untersuchungsgebiet liegen daher Bioakkumulationsergebnisse der Miesmuschel vor Cuxhaven (Tabelle 42) sowie vom Stint vor Brunsbüttel und Cuxhaven vor (Tabelle 43). In der Miesmuschel werden die neuen UQN für Fluoranthen und Benzo(a)pyren eingehalten. Die EAC Werte gelten in Muscheln für die aufs Trockengewicht bezogenen Gehalte. Hier werden Überschreitungen der EAC Kriterien für die PCB Kongenere PCB 101, PCB 118 und PCB 138 festgestellt. Die EAC Werte für die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden unterschritten. Die für die Miesmuscheln angewendeten Lebensmittelricht- und Grenzwerte für die organischen Schadstoffe Summe der DDT- Verbindungen, HCB und a, b, g-HCH werden eingehalten (Tabelle 42).

Die Untersuchungen am Stint vor Brunsbüttel und Cuxhaven zeigen, dass die UQN für Quecksilber, für die Summer der sechs BDE Kongenere sowie für Heptachlor mit Heptachlorepoxyd überschritten werden, die UQN für PFOS und HCB werden eingehalten. Die EAC Kriterien für die PCB Kongenere werden für PCB 101 und PCB 118 in beiden Gebieten, für PCB 138 nur in Cuxhaven überschritten. Alle angewendeten LMHG werden eingehalten (Tabelle 43).

Tabelle 42: Relevante Schadstoffkonzentrationen in Miesmuschelweichkörpern in Cuxhaven

Analyt-/gruppe	Parameter	Gehalt FG	Gehalt TS	UQN _{Biota}	EAC _{COSPAR}	LMHG _(RHmV)
DDT und Metabolite	o,p'-DDD	2,4	17,9			
	o,p'-DDE	0,27	2,0			
	o,p'-DDT	<2	<1,5			
	p,p'-DDD	3,1	23,1			
	p,p'-DDE	2	14,9			
	p,p'-DDT	<2	<1,5			
	Summe 6 DDX	8,17	61,0			500
HCB	HCB	0,14	1,0			50
HCBD	HCBD	0,46	3,4			
HCH	α-HCH	<1	<0,75			20
	β-HCH	<1	<0,75			10
	γ-HCH/Lindan	<1	<0,75			50
Polychlorierte Biphenyle	PCB 28	<1	<0,75		3,2	
	PCB 52	0,26	1,9		5,4	
	PCB 101	1,8	13,4		6,0	
	PCB 118	1,1	8,2		1,2	
	PCB 138	3,7	27,6		15,8	
	PCB 153	4,5	33,6		80,0	
	PCB 180	0,59	4,4		24,0	
	Summe 7 PCB	12,05	89,9			
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Acenaphthen	0,54	4,0			
	Acenaphthylen	1,5	11,2			
	Anthracen	0,51	3,8		290,0	
	Benzo(a)anthracen	2,5	18,7		80,0	
	Benzo[k][+j]fluoranthen	3,6	26,9			
	Benzo(a)pyren	1,7	12,7	5	600,0	
	Benzo(b)fluoranthen	5,9	44,0			
	Chrysen (+Triphenylen)	3,7	27,6			
	Benzo(g,h,i)perlylen	1,9	14,2		110,0	
	Dibenz(a,h) anthracen	0,39	2,9			
	Fluoranthen	4,4	32,8	30	110,0	
	Fluoren	1,2	9,0			
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,6	11,9			
	Phenanthren	5,8	43,3		1700,0	
	Pyren	6,1	45,5		100,0	
	Summe PAK	41,2	307,5			
Sonstige S	Fettgehalt (%)	1,14	8,5			
	Wassergehalt (%)	86,6	646,3			

* Gehalte jeweils in µg/kg auf Frischgewicht (FG) und auf Trockensubstanz (TS) bezogen. Rot: Überschreitungen angewendeter sowie überschrittener Kriterien (Daten FGG Elbe 2018, Tabelle verändert nach BfG 2021)

Tabelle 43: Konzentrationen relevanter Schadstoffe im Muskelgewebe des Stints (*Osmerus eperlanus*) an den Stationen Brunsbüttelkoog und Cuxhaven

	Analyt-/gruppe	Abkürzung	Brunsbüttelkoog	Cuxhaven	UQN _{Biota}	EAC _{OSPAR}	LMHG (EC 1881)	LMHG (KmV)	LMHG (RHmV)
Metalle	Blei	Pb	< 20	< 20			300		
	Cadmium	Cd	< 11	< 11			50		
	Quecksilber	Hg	158	127	20		500		
organische Schadstoffe	Hexachlorbenzol	HCB	0,68	0,47	10				50
	Hexachlorbutadien	HCBD	0,014	< 0,010	55				
	Hexachlor-cyclohexan	α-HCH	0,06	0,039					20
		β-HCH	0,4	0,32					10
		γ-HCH	0,029	0,045					50
	polychlorierte Biphenyle FG	PCB 28	0,28	0,26				80	
		PCB 52	1,4	1,1				80	
		PCB 101	4,6	4,1				80	
		PCB 118	2,2	2					
		PCB 138	5,5	5,9				100	
		PCB 153	12	12				100	
		PCB 180	3,3	3,4				80	
	Summe 7 PCB		29,28	28,76			75		
	polychlorierte Biphenyle Lipid	PCB 28	13	16		64			
		PCB 52	67	69		108			
		PCB 101	219	256		120			
		PCB 118	105	125		24			
		PCB 138	262	369		316			
		PCB 153	571	750		1600			
		PCB 180	157	213		480			
	Summe 7 PCB		1394	1798					
bromierte Diphenylether FG	BDE 28	0,0046	0,0038						
	BDE 47	0,13	0,1						
	BDE 99	0,006	0,0063						
	BDE 100	0,028	0,024						
	BDE 153	0,0042	0,0039						
	BDE 153	0,012	0,011						
	Summe BDE6	0,185	0,149	0,0085					
Heptachlor und Heptachlor-epoxid	Heptachlor und Heptachlor-epoxid								
			0,012	0,014	0,0067				
Pentachlorbenzol	PeCB	0,081	0,053						
Perfluorooctansulfonsäure	PFOS	5,9	3,2	9,1					
Sonstiges	Fettgehalt (%)		2,1	1,6					
	Wassergehalt (%)		80,9	79,7					

* Gehalte in µg/kg auf Frischgewicht (FG) bezogen, die Gehalte für PCB sind zusätzlich auf Lipid (µg/kg) bezogen worden. Rot: Überschreitungen der angewendeten Kriterien sowie überschrittene Kriterien (Daten FGG Elbe 2018, Tabelle verändert nach BfG 2021)

Untersuchungen der HPA

Die Nordseegarnele wird seit 2016 im Elbmündungsbereich und entlang der Schleswig-Holsteinischen Küste durch die HPA im Rahmen des Monitorings bei Tonne E3 untersucht (s.u.). Die Garnelen werden auf Metalle und Metalloide (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn), DDT und Metabolite, HCB, a-, b-, g-HCH, PCB Summe 7 und Organozinnverbindungen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Konzentrationen der organischen Schadstoffe überwiegend unter der Bestimmungsgrenze liegen (HCB, a, b, g-HCH, DDT, opDDE, opDDD weitgehend auch

ppDDD). Die Gehalte für einzelne PCB Kongenere, ppDDE, TBT, DBT sowie für Kupfer und Cadmium im Elbmündungsgebiet liegen im Vergleich zu den an den Nordseegarnelen (*Crangon crangon*) aus weiter nördlich gelegenen Gebieten bestimmten Gehalten höher (Abbildung 34).

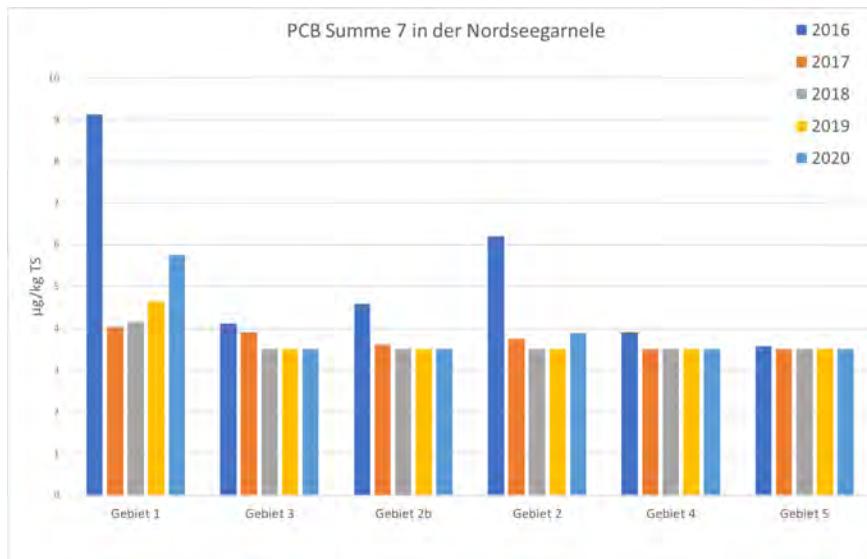


Abbildung 34: Stoffgehalte der Summe der 7 PCB Kongenere bezogen auf Trockensubstanz in der Nordseegarnele 2016 – 2020 (Bestimmungsgrenze bei 3,5 µg/kg TS)

Die Unterschiede nivellieren sich über die Jahre und die gemessenen Gehalte nehmen für die meisten Parameter ab (HPA 2019).

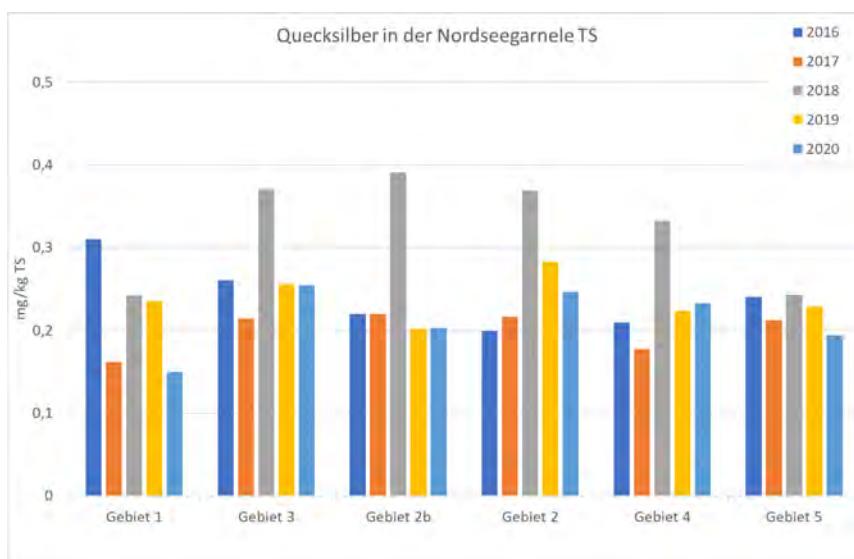


Abbildung 35: Gehalt von Quecksilber bezogen auf Trockensubstanz in der Nordseegarnele 2016-2020

Für Quecksilber und Zink sind die Gehalte in allen Gebieten gut vergleichbar (Abbildung 35) oder zeigen einen umgekehrten Trend (Arsen). Generell sind im Zeitraum von 2016-2019

keine Überschreitungen der angewendeten LMHG und OSPAR Kriterien für einen der untersuchten Parameter festgestellt worden (Tabelle 44 und Tabelle 45).

Untersuchungen im Umfeld der Verbringstelle Tonne E3 durch HPA

Seit 2005 werden im Umfeld der Verbringstelle bei Tonne E3 sowie in weiter entfernten Referenzgebieten umfangreiche Untersuchungen zur Schadstoffbelastung in Sedimenten sowie in Organismen verschiedener Trophieebenen durchgeführt (E3-Jahresberichte der HPA 2005-2018). Das Untersuchungsgebiet bei der Verbringstelle bei E3 liegt außerhalb des Untersuchungsraums, in dem eine Beeinträchtigung der Umwelt durch die Baggergutverbringung zur „Hamburger Außenelbe“ (BZR 52) erwartet wird (s. Kapitel 5.2), soll aber an dieser Stelle für die Bewertung der Auswirkungen von Baggergutverbringungen auf die marine Umwelt als Beispiel herangezogen werden.

Gegenstand der Biota Untersuchung bei Tonne E3 sind seit 2005/2006 die Pfeffermuschel und die Wellhornschncke, seit 2009 die Kliesche und seit 2016 die Scholle. Darüber hinaus wird seit 2016 auch die Nordseegarnele untersucht, deren Untersuchungsgebiet jedoch außerhalb des E3 Monitoringgebietes entlang der Schleswig-Holsteinischen Küste liegt, so dass von hier keine Auswirkungen der Baggergutverbringung bei E3 abgeleitet werden können (s.o.). Die Organismen (Pfeffermuschel, Wellhornschncke, Kliesche und Scholle) werden mit Abständen von 1,5 km (Einbringgebiet) und 2-3 km (Außengebiet) zum Verbringzentrum sowie -je nach Organismus- in zwei bis drei Referenzgebieten auf Schwermetalle (Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Quecksilber) und Arsen, PCB (Summe 7), chlororganische Verbindungen (DDT und Metabolite, Octachlorstyrol, Hexachlorbenzol, HCH) und zinnorganische Verbindungen (MBT, DBT, TBT, TeBT) sowie den Fettgehalt untersucht.

Während die Pfeffermuschel in den obersten Sedimentschichten lebt und sich durch Filtration von organischen Bestandteilen im Sediment ernährt, gehört die Wellhornschncke zu den räuberisch lebenden Organismen, die in der Nahrungskette sehr weit oben stehen und daher ein hohes Bioakkumulationspotenzial aufweisen. Fische sind wesentlich mobiler als die oben genannten Organismen und zeigen daher eher großräumige Belastungen an.

Insgesamt zeigen die bisher erhobenen Monitoringdaten, dass in allen Organismen, die im Einbringbereich aufgesammelt werden, baggergutbedingte, signifikante Anreicherungen von Schadstoffen festgestellt werden können. Dies gilt im Abgleich mit den jeweils mituntersuchten Referenzgebieten. Schadstoffe, die in allen Organismen signifikant angereichert werden, sind vorrangig die chlororganischen Verbindungen opDDD, ppDDD, opDDE, ppDDE und ppDDT, Octachlorstyrol sowie Hexachlorbenzol. Eine signifikante Anreicherung von Cadmium ist im Jahr 2019 einmalig in der Pfeffermuschel festgestellt worden. Für die Wellhornschncke werden zusätzlich baggergutbedingte Anreicherung für die zinnorganischen Verbindungen

(MBT, DBT, TBT und TeBT) sowie Blei festgestellt. Die Wellhornschncke gilt als besonders sensibel gegenüber TBT. Daher wird seit Frühjahr 2007 im Rahmen eines Effektmonitorings bei Tonne E3 die Vermännlichung weiblicher Wellhornschncken, das so genannte Imposex-Phänomen, untersucht, welches durch TBT induziert werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die Imposexrate seit 2011 kontinuierlich abnimmt, was vermutlich auf das Verbot von 2003/2008 zur Anwendung zinnorganischer Verbindungen in Antifouling-Beschichtungen zurückzuführen ist (BioConsult 2019a). Ebenso ist die Belastung der Wellhornschncke mit TBT seit 2017 zurückgegangen und baggergutbedingte Anreicherungen wurden seitdem nicht mehr festgestellt. Ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Baggergutverbringung zu Tonne E3 und dem Imposex-Phänomen konnte bislang im gesamten Untersuchungszeitraum nicht hergestellt werden (HPA 2018).

Bislang können anhand der Ergebnisse der Bioakkumulationsuntersuchungen der verschiedenen Organismengruppen bei Tonne E3 keine längerfristigen Auswirkungen der Baggergutverbringung auf Gebiete außerhalb des Einbringbereichs festgestellt werden (HPA 2018). Auch deutet der beobachtete Rückgang der Schadstoffanreicherung in den Organismen in den Verbringpausen an, dass die baggergutbedingte Bioakkumulation wahrscheinlich reversibel ist (BfG 2019).

Durch die Formulierung neuer Umweltqualitätsnormen für Fluoranthen und Benzo(a)pyren in Weichtieren wurden im September 2018 diese polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) in das E3 Untersuchungsprogramm für die Pfeffermuschel und die Wellhornschncke aufgenommen. Für Fische gelten seit dem Jahr 2018 ebenfalls neue UQN (Tabelle 39). In Abstimmung mit der E3-Monitoring-Arbeitsgruppe die aus Vertreter*innen der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) des Bundes bzw. deren Geschäftsbereich sowie der Länder Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen und bedarfsweise weiterer Expert*innen besteht, wurden diejenigen Parameter für eine Untersuchung im Rahmen des E3 Monitorings ausgewählt, die im Hamburger Hafen eine Überschreitung der UQN anzeigen (FGG 2018) und für die die erforderlichen Bestimmungsgrenzen in den Laboren eingehalten werden können. Daher werden seit 2018 bromierte Diphenylether (BDE), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Heptachlor und Heptachlorepoxyd im Klieschenmuskel untersucht. Die Parameter Quecksilber und HCB für die ebenfalls neue UQN eingeführt wurden, werden bereits im Rahmen des Monitorings bei E3 in allen Biota seit Beginn untersucht.

Tabelle 44: Anwendung der UQN und OSPAR Kriterien auf die Bioakkumulationsergebnisse des HPA Monitorings bei Tonne E3 von 2016-2019

Parameter	Kriterium	Richtlinie	Pfeffermuschel			Wellhornschncke			Kliesche			Scholle			Nordseegarnele	
			Einbring- bereich	Außen- gebiet	Referenz	Elb- mündung	Küste SH									
Quecksilber	LMHG	OSPAR														
Cadmium	LMHG	OSPAR										n.b.	n.b.	n.b.		
Blei	LMHG	OSPAR	(x)	(x)								n.b.	n.b.	n.b.		
PCB28	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB52	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB101	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB118	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB138	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB153	EAC _{passive}	OSPAR														
PCB180	EAC _{passive}	OSPAR														
TBT (OZK)	EAC _{passive}	OSPAR	n.b.	n.b.	n.b.				n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Phenanthren	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Anthracene	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Fluoranthen	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Pyren	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzo(a) anthracen	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzo(a) pyren	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzo(ghi) perlynen	EAC	OSPAR							n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Quecksilber	UQN	OGewV	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
HCB	UQN	OGewV	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
BDE	UQN	OGewV	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							n.a.	n.a.
PFOS	UQN	OGewV	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							n.b.	n.b.
Heptachlor/- epoxid	UQN	OGewV	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.							n.b.	n.b.
Fluoranthen	UQN	OGewV								n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzo(a) pyren	UQN	OGewV								n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

(x): Kriterium wurde nicht für den genannten Organismus entwickelt und ist daher nur ergänzend zu betrachten, n.b.: nicht bestimmt, n.a.: nicht anzuwenden.

Die Bioakkumulationsergebnisse der im Monitoringgebiet bei E3 erhobenen Daten zeigen, dass die UQN für Heptachlor mit Heptachlorepoxyd, BDE und Quecksilber in den Kliesen aus allen untersuchten Gebieten überschritten wird (Tabelle 44). Ein Hinweis auf den Einfluss der Baggergutverbringung auf die Überschreitung der UQN kann bislang nicht abgeleitet werden. Die UQN für HCB und PFOS werden eingehalten (Tabelle 44), die Gehalte für PFOS lagen im Jahr 2018 in den untersuchten Kliesen unterhalb der Bestimmungsgrenze und wurden daher in Abstimmung mit der E3 Monitoring AG im Jahr 2019 nicht mehr untersucht. Die UQN für Fluoranthen und Benzo(a)pyren für Weichtiere werden in der Pfeffermuschel und der Wellhornschncke im Untersuchungszeitraum ebenfalls eingehalten. Die EAC Werte (OSPAR 2009) für PCB 118 werden in der Wellhornschncke, in der Kliese und der Scholle überschritten. In der Wellhornschncke treten Überschreitungen ebenfalls für PCB 138 in allen Gebieten sowie für PCB 153 im Referenzgebiet auf. In der Pfeffermuschel werden die EAC Kriterien für Pyren ebenfalls in allen Gebieten überschritten. In der Pfeffermuscheln werden die nach OSPAR vorgesehenen LMHG für als Lebensmittel dienende Arten für Blei auf der Einbringstelle und im Außengebiet überschritten (Tabelle 44). Die Pfeffermuschel wird nicht als Lebensmittel verwendet und wird als bleiakkumulierender Organismus eingestuft (pers. Kommunikation S. Schäfer (BfG) 2009). Eine baggergutbedingte, signifikante Anreicherung von Blei in der Pfeffermuschel wurde bislang nicht festgestellt (BfG, 2019, HPA 2015-2018).

Im Rahmen des Monitorings bei der Verbringstelle Tonne E3 werden alle angewendeten Lebensmittelrichtwerte für die Messwerte vorliegen in den als Lebensmittel dienenden Organismen (Wellhornschncke, der Kliesche und der Scholle) eingehalten (Tabelle 45).

Tabelle 45: Anwendung der Lebensmittelhöchstgehalte (LMHG) der Verordnungen EC 1881, KmV, RHmV auf die Bioakkumulationsergebnisse des HPA Monitorings bei Tonne E3 von 2016-2019

Parameter	Kriterium	Richtlinie	Wellhornschncke			Kliesche			Scholle			Nordseegarnele	
			Einbring- bereich	Außen- gebiet	Referenz	Einbring- bereich	Außen- gebiet	Referenz	Einbring- bereich	Außen- gebiet	Referenz	Elb- mündung	Küste SH
Quecksilber	LMHG	EC 1881											
Cadmium	LMHG	EC 1881											
Blei	LMHG	EC 1881											
PCB Summe 6	LMHG	EC 1881											
HCB	LHMG	RHmV											
a-HCH	LHMG	RHmV											
b-HCH	LHMG	RHmV											
g-HCH	LHMG	RHmV											
DDX	LHMG	RHmV											
PCB28_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
PCB52_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
PCB101_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
PCB138_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
PCB153_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.
PCB180_Muskel	LHMG	KmV	n.a.	n.a.	n.a.							n.a.	n.a.

n.a.: nicht anzuwenden.

4.10 Flora und Fauna des Untersuchungsgebietes

Das Gebiet der potenziellen Verbringstelle und ihrer Umgebung, die möglicherweise durch das geplante Vorhaben betroffen werden könnte, erfüllt eine wichtige Funktion als Aufenthalts-, Nahrungs-, Laich-, Brut-, Aufwuchs-, Mauser-, Durchzugs-, Rast-, Überwinterungsgebiet für die verschiedenen Flora- und Faunagemeinschaften. Die Beschreibung des IST-Zustands der Flora und Fauna in diesem Bereich, eine Beurteilung der Besiedlung und gegebenenfalls eine Einschätzung der Sensitivität der Gemeinschaft von Phyto- (und ggfs. Zoo-)plankton, Makrophyten, Makrozoobenthos, Fischen, Meeressäugern und Avifauna, ist die Grundlage für eine Prognose der möglichen Auswirkungen der Baggergutverbringung. Dabei werden nur Arten(gruppen) betrachtet, die entweder mittel- oder unmittelbar an betroffene Habitate assoziiert sind oder (zeitweilig) im möglichen Wirkungsraum der geplanten Verbringung vorkommen sowie allgemein und gegenüber den Wirkungen der geplanten Verbringung empfindlich reagieren. Die Zustandsbeschreibung der Lebensraumtypen ist aus dem Kapitel 4.1.1 zu entnehmen. Für die Beschreibung werden durch HPA beauftragte Fachgutachten, aber auch aktuell zur Verfügung stehende Literaturangaben und verfügbare qualitative und quantitative Daten Dritter herangezogen, die im Rahmen von bestehenden Monitoringprogrammen – zu anderen Zwecken - erhoben wurden, aber Auskunft geben über

den IST- Zustand – und im späteren Vergleich über mögliche Veränderungen der zu betrachtenden Parameter.

4.10.1 Phyto- und Zooplankton

Das räumliche und zeitliche Vorkommen (Sukzession) und die Artzusammensetzung des Phytoplanktons unterliegen einer hohen Variabilität und hängen von einer Vielzahl hydrographischer Bedingungen ab, insbesondere Temperatur, Salzgehalt, Licht, Strömung, Wind, Trübung, Fronten und Tide. Des Weiteren spielt der Eintrag von Nährstoffen durch die Flüsse eine wichtige Rolle. Im Allgemeinen sind die Nährstoffgehalte im Bereich des deutschen Küstenmeers vor der niedersächsischen Küste und im südlichen Teil der schleswig-holsteinischen Küste im Bereich der Elbwasserfahne doppelt so hoch wie beispielsweise im nördlichen Bereich des schleswig-holsteinischen Küstenmeers vor Sylt. Dieses spiegelt sich auch im Phytoplanktonwachstum und den Konzentrationen des Chlorophyll-a wider (Van Beusekom et al. 2005 in BSH 2021), u.a. auch im Auftreten von sogenannten Phytoplanktonblüten (Algenmassenvermehrungen). Zur Darstellung des IST-Zustandes des Phytoplanktons werden Chlorophyll-a Werte der Jahre 2017- 2019 herangezogen, die im Rahmen des Monitorings (Längsbefliegung) durch die FFG Elbe erfasst wurden. Die Probenahme erfolgte für das Übergangsgewässer an der Kugelbake Cuxhaven (km 727), sowie an Tonne 13 (km 746,3) Tonne 5 (Elbe km 757) für die Außenelbe und an der WRRL-Station Norderelbe für das Küstenmeer. Beprobt wurde in den Monaten Februar, Mai, Juni, Juli, August, sowie November bzw. Dezember. Die Datenlage ist die bestverfügbare und wird als ausreichend angesehen, um den IST-Zustand, d.h. das Vorkommen und Verbreitung des möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Parameters zu beschreiben.

Die Werte zeigten typischerweise einen saisonalen Effekt mit niedrigsten Werten (1 bis 4 µg/l Chl a) zum Jahresanfang bzw. -ende und höchsten Werten in den Monaten Mai (im Jahr 2019), Juni und Juli in den Jahren 2017/18 (11 bis 24 µg/l). Des Weiteren ließ sich ein abnehmender Gradient Richtung Nordsee feststellen: 3 bis 24 µg/l Chl a an der Probenahmestelle Kugelbake des Übergangsgewässers und 2 bis 14 µg/l an Tonne 5 in der Außenelbe. Gemittelt betragen die Werte für den geplanten Vorhabenzeitraum im Winterhalbjahr (Oktober bis 14. April) bei Cuxhaven 3,8 µg/l, bei Scharhörn 2,1, µg/l und an der Station Norderelbe 7,0 µg/l (BfG 2021). Es können des Weiteren Unterschiede zwischen der Fahrrinne und den wattnahen Gebieten auf Grund der dortigen geringeren Wassertiefen und der dadurch beeinflussten euphotischen Zone beobachtet werden. Letztere resultiert in einer besseren Lichtversorgung, die wiederum höhere Phytoplanktonbiomassen entstehen lassen. Zudem können eine bessere Nährstoffversorgung der Algen durch Freisetzung von Nährstoffen aus den Wattsedimenten sowie Einträge bzw. Abspülungen von den auf den Wattflächen lebenden benthischen Algen

in die Wassersäule zu einem höheren Chlorophyllwert beitragen (BfG 2021). So waren die Chlorophyll a-Gehalte an der Station Norderelbe waren im Sommer etwa doppelt so hoch wie an den Stationen bei km 727 und km 746.

Die Ergebnisse der WRRL-Bewertung der Qualitätskomponente „Phytoplankton“ der Nordsee-Küstengewässer ist in Kapitel 4.4 zu finden.

Das Zooplankton nimmt eine wichtige Rolle ein, zum einen als Primärkonsument (Grazer) des Phytoplanktons und als unterster Sekundärproduzent innerhalb der marinen Nahrungskette. Sein Zustand kann allerdings derzeit mangels wissenschaftlich validierter Bewertungsverfahren nicht bewertet werden (Umweltbundesamt 2018).

4.10.2 Makrophyten

Die lichtdurchflutete (euphotische) Zone der Küsten und Übergangsgewässer wird durch Seegräser und Makroalgen (Grün-, Braun- und Rotalgen) besiedelt. Auf lagestabilen, hochgelegenen Watten kommen verschiedene Grünalgengemeinschaften vor, die durch Arten der Gattung *Enteromorpha* (bspw. *Ulva*) dominiert werden (Kolbe 2006). Grünalgen gelten als Eutrophierungszeiger und vermehren sich bei steigenden Nährstoffkonzentrationen. D.h. die Umweltqualität ist umso besser, je weniger Grünalgen und je mehr Seegras vorhanden sind. Eine massive Ausbreitung von Grünalgenmatten konnte seit den 1970er Jahren beobachtet werden, die in den letzten Jahren zurückging (Dolch et al. 2020).

Im weitestgehend vegetationslosen Watt kommen stellenweise Queller- und Schlickgrasbestände vor und im Bereich des Supralitorals (oberhalb der Hochwasserlinie) bilden sich entlang der Wattenküste die Salzmarschen bzw. -wiesen aus.

4.10.2.1 Seegras

Im Flachwasser der geschützten, gezeitenbeeinflussten Abschnitte der (deutschen) Wattenmeerküste kommen zwei Arten vor, das Zwerp-Seegras (*Zostera noltii*) und das Gewöhnliche Seegras (*Zostera marina*). Während *Z. noltii* bevorzugt im oberen und mittleren Eulitoral vorkommt, ist *Z. marina* vornehmlich im mittleren bis unteren Eulitoral anzutreffen (Dolch et al. 2009). Die Arten vertragen ein Trockenliegen von ca. 2 - 3 Stunden. Seegras im Bereich der tidebeeinflussten Nordseeküste entwickelt sich bevorzugt auf strömungsberuhigten Bereichen von Wattflächen und hat eine hohe ökologische Bedeutung, sowohl als Habitat für z.B. Jungfische aber auch als Nahrung für z.B. Vögel. Es reagiert empfindlich auf Parameter wie Eutrophierung, Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt, Hydrodynamik, Sedimentinstabilität, starken Wellenschlag, Trübung, Epiphytenwachstum oder Konkurrenz mit Grünalgen (Dolch et al. 2020). Die Verbreitung wird stark durch das Lichtklima bzw. Wassertrübung beeinflusst. In Erfemeijer & Lewis (2006) ist

für das dänische Wattenmeer mindestens 20% der mittleren Oberflächenstrahlung als kritischer Wert für eine Lichtlimitierung dokumentiert. Ein weiterer Faktor ist die Zeitdauer der Lichtlimitation, die Seegräser überdauern können: durch Laborexperimente erzielte Ergebnisse variieren artabhängig zwischen einigen Wochen und Monaten.

Für die Beschreibung des IST-Zustandes des Seegrases werden Daten herangezogen, die im Rahmen der Überwachung der Entwicklung der Seegrasbestände und Makroalgen auf den Wattflächen der niedersächsischen Küste (Küfog & Steuwer 2014 und 2020) erhoben wurden sowie ein Monitoring im Auftrag des LKN Schleswig-Holstein (Dolch et al. 2020). Das Monitoringkonzept des NLWKN umfasst eine flächendeckende Kartierung der Seegrasbestände an der niedersächsischen Küste alle sechs Jahre und präsentiert sie auf der Website [Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen](http://www.mdi.niedersachsen.de/) (<http://www.mdi.niedersachsen.de/>, abgerufen im Februar 2021). Die Seegrasfläche und ihr Zustand werden als Parameter zur überblicksweisen Überwachung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, Richtlinie 2000/60/EG) verwendet, denn Seegräser reagieren sensibel auf Veränderungen ihrer Umwelt und eignen sich daher als Indikatoren zur Bewertung der Gewässerqualität. Ebenfalls werden die nach der Roten Liste als gefährdet bzw. stark gefährdet in Niedersachsen (BfG 2021) eingeordneten Seegrasbestände, die nicht nur als § 30 Biotoptyp geführt werden, als Teillebensraum des LRT 1140 und 1160 zugeordnet (von Drachenfels 2020), zu dessen alle sechs Jahre stattfindender Qualitätsbeurteilung nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) herangezogen. Des Weiteren werden im Rahmen des jährlichen Monitorings des Hamburgischen Nationalparks Kartierungen vorgenommen und die Entwicklung des Seegrasbestandes dokumentiert (Umland 2020). Die Datenlage ist die bestverfügbare und wird als ausreichend angesehen, um den IST-Zustand, d.h. das Vorkommen und Verbreitung des möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Parameters bzw. Schutzgutes zu beschreiben.

Ein Vergleich des Niedersächsischen (inkl. Hamburgischen) und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres ergibt große Unterschiede sowohl in der Besiedlungsintensität als auch der Bestandsentwicklung des Seegräser (s.u.).

Nationalparke Niedersachsen und Hamburg

Daten der aktuellen Gesamtbestandserfassung (2019) der beiden Seegrasarten an der niedersächsischen Küste zeigen eine deutliche Verschlechterung der Gesamtsituation. Im Watt nahe Neuwerk (Bilanzierungsraum (BZR) 25 bzw. 63) wurden 2019 auf Mischwattflächen mehrere Einzelvorkommen nachgewiesen. Vorwiegend kam das Echte Seegras (*Z. marina*) vor, während das Zwerg-Seegras (*Z. noltii*) in geringerem Umfang auftrat (Abbildung 36). Weiter entfernte Vorkommen sind für das Gebiet bei Knechtsand oder Wurster Watt dokumentiert.

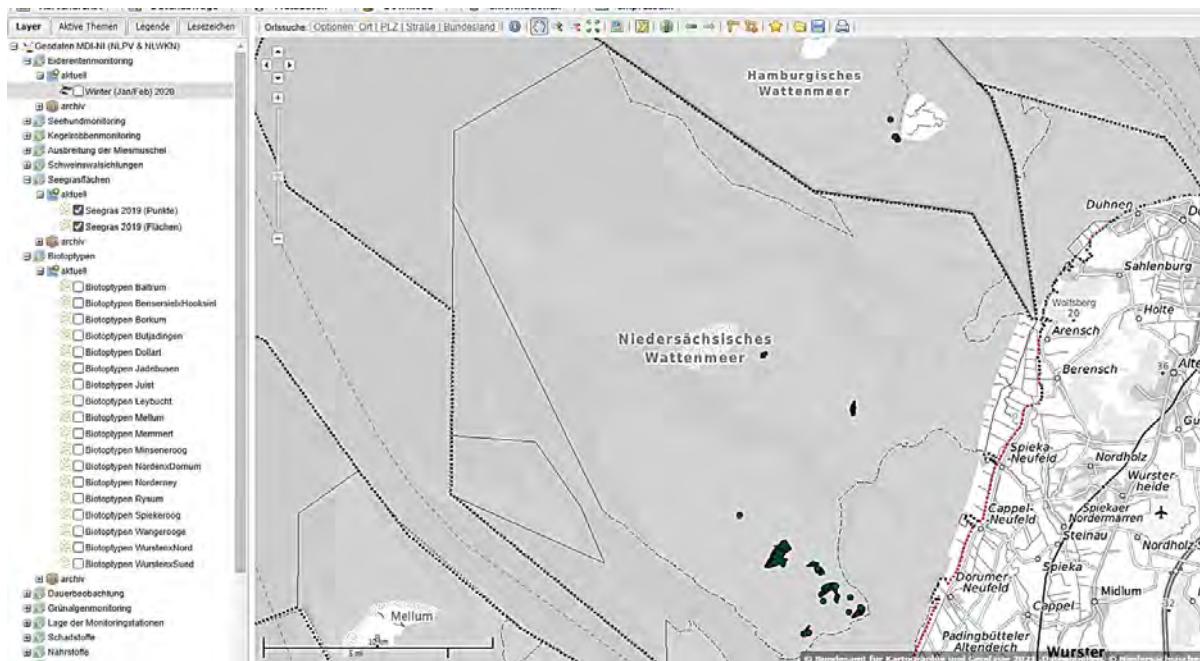


Abbildung 36: Seegrasbestände im Nationalpark Niedersächsisches und Hamburgisches Wattenmeer (2019) (aus: <http://www.mdi.niedersachsen.de/>, abgerufen im Februar 2021)

Im Neuwerker Watt wurden 2019 lediglich einige Einzelvorkommen von *Z. marina* und *Z. noltii* detektiert, der lockere Bestand von *Z. marina* südwestlich von Neuwerk, welcher in 2013 abgegrenzt wurde, jedoch nicht (Abbildung 37). Zur Lage der Verbringstelle s. auch Abbildung 6 und Abbildung 20.



Abbildung 37: Seegrasbestand und Einzelvorkommen im Neuwerker Watt 2019 (aus Küfog & Steuwer 2020) inklusive Transekten aus dem jährlichen Makrozoobenthosmonitoring des Nationalparks Hamburgisches Wattenmeer (verändert nach Umland 2020)

Die Beobachtung ist durch Umland (2020) dokumentiert, der feststellte, dass im Bereich des Transekts 4 seit 2013 verstärkt *Z. marina* auftrat, das hier in diversen „Büschen“ insbesondere auf kleinen Konzentrationen („Inseln“) von *Cerastoderma*-Schill siedelt. Es handelt sich in den im Rahmen der Benthos-Beprobungen regelmäßig begangenen Bereichen um die stärkste Besiedlung insgesamt. 2014 war der Bestand an *Z. marina* augenscheinlich etwas schwächer als 2013, wenngleich die besiedelten Räume eine ähnliche Ausdehnung wie 2013 bis 2015 hatten. 2017 wurde in diesem Bereich erstmals auch *Z. noltii* angetroffen. In den Berichtsjahren 2016 bis 2019 war die Besiedlung ähnlich wie 2015, möglicherweise etwas stärker und weiterhin auch mit vereinzelten *Z. noltii*. Hier waren auch Besiedlungen ohne konzentriertes *Cerastoderma*-Schill vorhanden. Sogar direkt am Wattweg nach Scharhörn fanden sich 2015 bis 2019 wenige, gut entwickelte Pflanzen. Diese Besiedlung dürfte laut Umland (2020) durch die ab 2013 bis einschließlich 2017 relativ schwache Nutzung des Wattweges begünstigt sein. Vereinzelte Bestände von *Z. noltii* fielen 2014 und 2015 in weit abseits der Transekte liegenden Bereichen auf, die nördlich des Transekts 4 und südlich des Wattwegs liegen. 2016 und 2017 wurde in diesem Bereich wiederum *Z. noltii* angetroffen, doch können zu Verbreitung oder Entwicklung keine validen Aussagen gemacht werden. 2019 und 2018 schien es in den genannten Bereichen zu einem Rückgang von *Z. noltii* gekommen zu sein.

Der Zustand des Seegrases ist gemäß WRRL im Wasserkörper „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (Elbe-N4-West) „schlecht“ (Küfog & Steuwer 2020), denn dieser Wasserkörper weist wie schon 2013 und 2008 keine Seegraswiesen auf.

Nationalpark Schleswig-Holstein

Laut Dolch et al. (2020) ist die Entwicklung der Seegrasvorkommen im gesamten schleswig-holsteinischen Wattgebiet nicht gleichmäßig verlaufen und auch die Gesamtverbreitung der Seegrasbestände nicht gleich verteilt. Nach hohen Verlusten in den 1970er und 80er Jahren, wahrscheinlich primär verursacht durch Eutrophierung sowie in geringerem Maße durch das Auftreten von Sturmhäufigkeiten und Verlandungsarbeiten, hat sich der Bestand in den letzten Jahren stabilisiert. Im Gegensatz zum Nordfriesischen Wattenmeer, wo 2019 ca. 17% der Wattflächen mit Seegras bedeckt waren, konnte im kleineren, südlichen Dithmarscher Wattenmeer, wo der Flächenanteil über die Jahre sehr gering blieb, weniger als 1 % Überdeckung festgestellt werden (saisonales Maximum des Seegrasvorkommens: Abbildung 38, Abbildung 39).

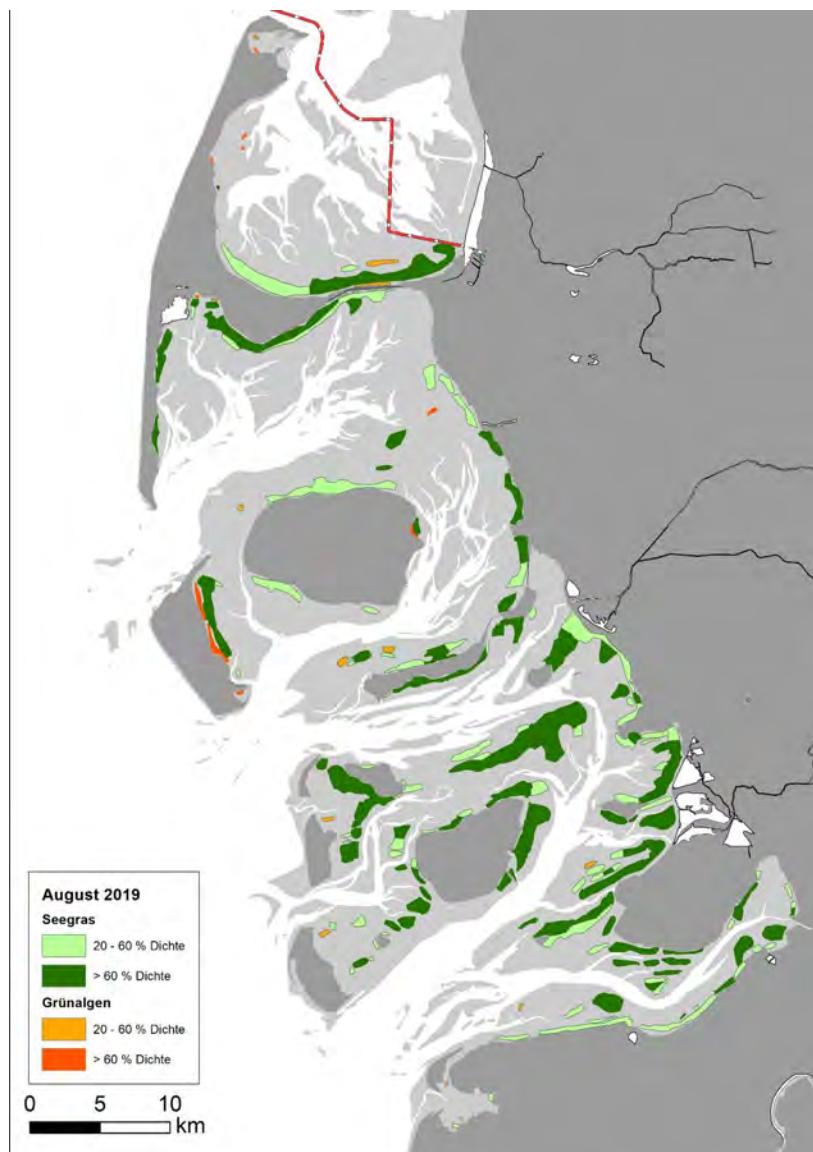


Abbildung 38: Grünalgen- und Seegrasvorkommen (>20% und >60% Dichte) an der nördlichen schleswig-holsteinischen Küste im August 2019 (aus: Dolch et al. 2020)

Die meisten Vorkommen befanden sich ufernah südlich der Halbinsel Eiderstedt und östlich von Blauortsand. Dichtere Vorkommen, d.h. von mehr als 60% Überdeckung, von Letzteren kamen auf weniger als 0,1% der intertidalen Fläche in diesem Teil des Wattenmeers vor. Der Rückgang fand trotz Abnahme des Nährstoffeintrages statt. Die Autoren können für das Dithmarscher Watt keine schlüssige Zustandsbewertung abgeben, weil sowohl Seegras wie auch Grünalgen 2019 nur geringfügig vorkamen. Weiter entfernte Vorkommen im Nordfriesischen Wattenmeer werden nicht betrachtet, da sie durch das Vorhaben nicht betroffen werden können (s. Kapitel 5.2).

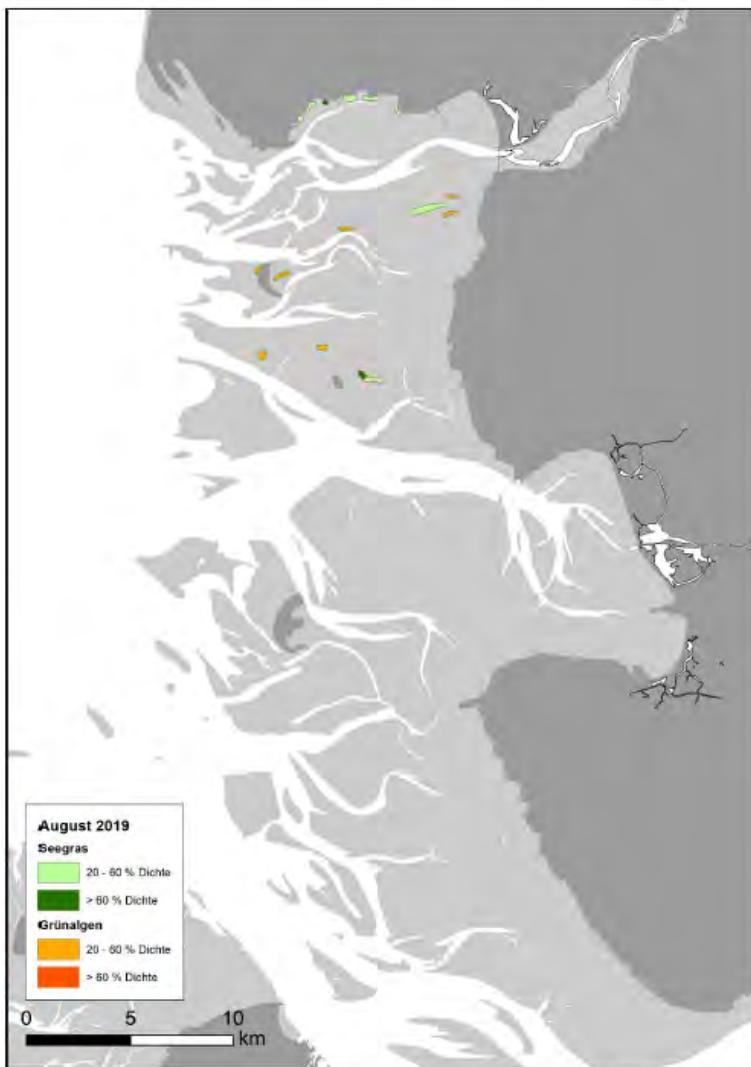


Abbildung 39: Grünalgen- und Seegrasvorkommen (>20% und >60% Dichte) an der südlichen schleswig-holsteinischen Küste im August 2019 (aus: Dolch et al. 2020)

4.10.2.2 Salzwiesen

Laut Esselink et al. (2017) kann zwischen vier Typen von Salzwiesen oder –marschen unterschieden werden. An dieser Stelle werden nur die im Insel- oder Festlandvorland gelegenen Salzwiesen oder -marschen betrachtet, die periodisch überspült werden. Sie machen ca. 50% der Salzmarschen des Wattenmeeres aus und enthalten folgende Habitattypen der FFH-Richtlinie: 1310 (Pioniergevegetation mit *Salicornia* und anderen einjährigen Arten auf Schlamm und Sand (Quellerwatt)), 1320 (Schlickgrasbestände (*Spartinion*)) und 1330 (Atlantische Salzwiesen (*Glauco- Puccinellietalia maritimae*)). Die Quellerzone (*Salicornietum*) liegt im Extrembereich etwa 40 Zentimeter unterhalb bis mittig der Flutlinie, das heißt der Bereich liegt bei Flut mehrere Stunden unter Wasser. Hier wachsen nur die zwei Blütenpflanzen Queller und Schlickgras. Aus Abbildung 40 wird deutlich, dass die

Salzwiesen, die sich im Bereich der geplanten Verbringstelle und Umgebung (Bereiche Nr. 8-12), nur einen sehr kleinen Anteil der Salzmarschen des Wattenmeeres ausmachen.

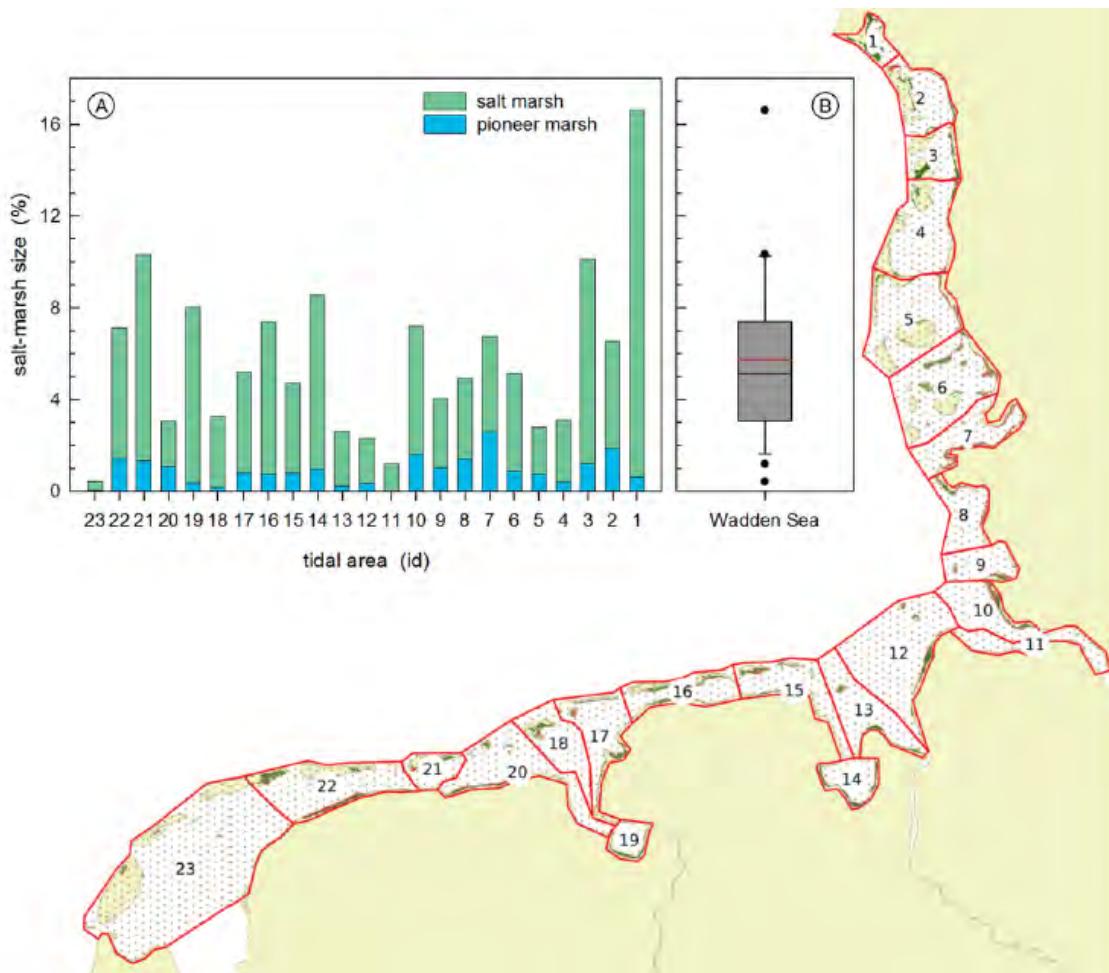


Abbildung 40: Verbreitung von Salzwiesen im Wattenmeer (aus: Esselink et al. 2017)

Vor der niedersächsischen Wattenmeerküste wurden Salzwiesen mit folgenden Untertypen (Untere Salzwiese (KHU), Obere Salzwiese (KHO), Obere Salzwiese des Brackübergangs (KHB), Quecken- und Distelflur der Salz- und Brackmarsch (KHQ), Strand- und Spießmeldenflur der Salz- und Brackmarsch (KHM), Brackwasser-Flutrasen (KHF) und Strandwiese (KHS)) kartiert. Abbildung 41, Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen die Verbreitung der LRTs 1310, 1320 und 1330 (Karten auf Basis von NLWKN Daten durch HPA erstellt).



Abbildung 41: Verbreitung von Quellerwatt (KWG) im hamburgischen Wattenmeer

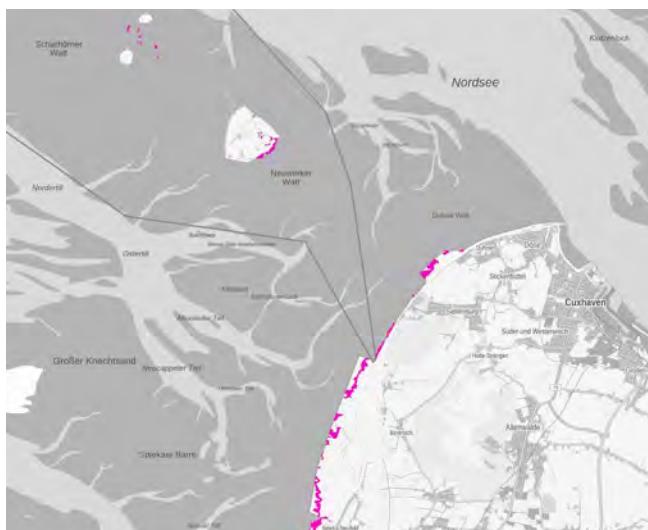


Abbildung 42: Verbreitung von Schlickgraswatt (KWG) im hamburgischen und niedersächsischen Wattenmeer

Die vom NLWKN gelieferten Daten enthielten keine Information zu einjährigen Spülsäumen (LRT 1210) die anscheinend nicht detektiert wurden.



Abbildung 43: Verbreitung von Salzwiesen im hamburgischen und niedersächsischen Wattenmeer

4.10.3 Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos oder bodenlebende Wirbellose nimmt eine wichtige Rolle innerhalb der marinen Nahrungskette ein, zum einen als Grazer des Phytobenthos und als Nahrung für höher in der Trophiestufe angesiedelten Fische oder Vögel.

Für den Nachweis der Besiedlung der Verbringstelle und möglicherweise betroffene Umgebung durch bodenlebende Wirbellose werden folgende Daten, sowohl qualitative als auch quantitative, herangezogen:

- für den Bereich der geplanten Verbringstelle am Rand der Fahrinne sowie Nah- und 2 westlich und östlich gelegenen Fernbereichen (Abbildung 44) von BioConsult (2021),
- für das Neuwerker und Scharhörner Watt von Umland (2020) im Auftrag der Nationalparkverwaltungen Hamburg und Niedersachsen,
- den WRRL OWK „Übergangsgewässer“ auf dem Transekt „Belum-Böschrücken“ von Küfog (2020) und
- für das südliche Elbufer von km 718- 723 (basierend auf Beprobungen von 2010-2014) durch BioConsult (2015).

Die Datenlage, u.a. die nur qualitative Erfassung der Miesmuschelvorkommen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ ist die bestverfügbare und wird als ausreichend angesehen, um den IST-Zustand, d.h. das Vorkommen und Verbreitung des möglicherweise durch das Vorhaben betroffene Makrozoobenthos zu beschreiben.

Verbringstelle und Nahbereich

Die Probenahme von BioConsult (2021) wurde am 12. und 13.10.2020 von Bord eines Krabbenkutters durchgeführt. Zur quantitativen Probenahme des Makrozoobenthos wurde ein van-Veen-Greifer von 0,1 m² Grundfläche eingesetzt. Insgesamt liegen also Informationen von

78 Greifer-Stationen (Infauna) und 15 Dredgehols (Epifauna) von der geplanten Verbringstelle (rotes Rechteck), aus dem lateralen Nahbereich (N) entlang der südlichen Begrenzung der Verbringstelle (braunes Rechteck) und aus sowohl der westlichen und östlichen Verdriftungsfahne von ca. 2 km Länge ausgehend von der Verbringstelle (orange Rechtecke, Abbildung 44) vor. Des Weiteren wurden noch Proben in einem ca. 5 km westlich der Verbringstelle gelegenen Bereich genommen, von dem ursprünglich angenommen wurde, dass er als Referenzbereich für die Verbringstelle dienen könnte. Die Beprobung ergab jedoch ein Vorhandensein von viel feineren Sedimenten (ca. 3-4 mal so hohe Anteile der Fraktion 63-100 µm), so dass diese Stelle zukünftig nicht als Referenz herangezogen werden kann. Nichtsdestotrotz soll die Artenzusammensetzung dieses – als „R“-bezeichneten Gebietes präsentiert werden. Mittels einer 1 m-Baumkurre wurde das Makrozoobenthos (Epifauna) und eingeschränkt die kleinere demersale Fischfauna (s. Kap. 4.10.4) sowie mit Hilfe eines Van-Veen-Greifers die Infauna als Grundlage zur Beurteilung des Vorhabens auf die Lebensgemeinschaften (Besiedlung, Rote Liste-Arten) erfasst.

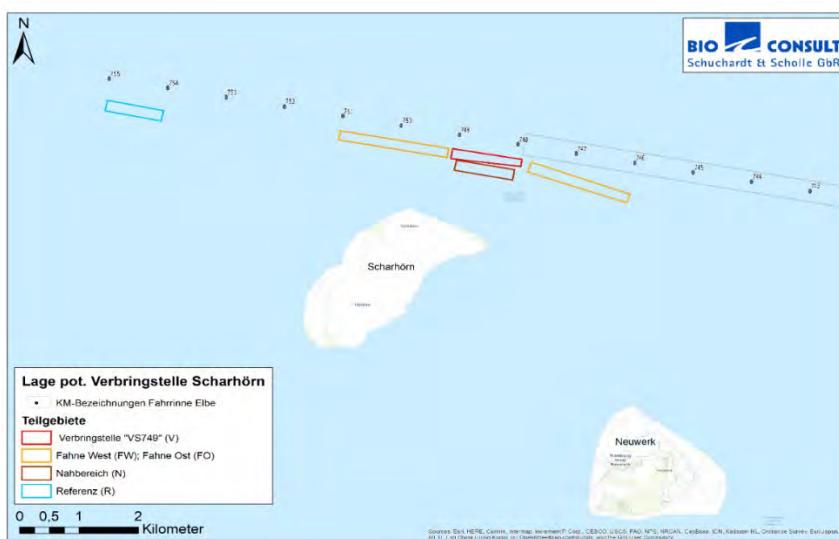


Abbildung 44: Lage des Probenahmegebietes im Bereich der geplanten Verbringstelle VS 749 und der Teilgebiete Fahne, Nahbereich lateral und „R-Gebiet“

Es konnten insgesamt 89 Arten nachgewiesen werden (Tabelle 46), die meisten im Bereich „R-Gebiet“ mit 61 Arten, gefolgt durch „Fahne West“ mit 37 Arten. An den Teilgebieten „Fahne Ost“ und „Nahbereich“ wurden jeweils 30 Arten nachgewiesen, an der Verbringstelle waren es 29 Arten. Insgesamt wurden 8 Arten der Roten Liste gefunden, davon fallen in die Kategorie G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes) die Hydrozoae *Sertularia cupressina*, sowie die Muscheln *Donax vittatus* und *Spisula solida*. In dem sogenannten „R-Gebiet“ wurden aus dergleichen Kategorie die Bryozoe *Alcyonidium parasiticum*, sowie der Polychaet *Sthenelais boa* der Vielborster *Sigalion mathildae* (Kategorie 3 =gefährdet), sowie *Leuckartiara octona* und *Scruparia chelata* (Kategorie R „extrem selten, geografische Restriktion“) detektiert.

Tabelle 46: Artenspektrum des Makrozoobenthos (Infauna, van-Veen-Greifer) dargestellt je Teilgebiet.
 V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West. Für die quantitativen Arten ist die mittlere Abundanz (Ind./m²) angegeben.

Taxa	RL.- Kat	V n=18	N n=15	FO n=15	FW n=15	R n=14	R-01 n=1	Gesamt n=78
Hydrozoa								
<i>Aequorea spp.</i>	R		x		x	x		x
<i>Anthoathecata indet.*</i>				x		x		x
<i>Bougainvilliidae indet.*</i>			x	x		x		x
<i>Clytia hemisphaerica</i>			x	x		x	x	x
<i>Filifera indet.*</i>						x	x	x
<i>Leuckartiara octona</i>		x				x		x
<i>Obelia bidentata</i>		x		x	x	x	x	x
<i>Obelia dichotoma</i>			x	x	x	x	x	x
<i>Obelia spp.*</i>		x		x	x	x		x
<i>Phialella spp.</i>				h	x			x
<i>Rhizorhagium spp.</i>						x		x
<i>Sertularia cupressina</i>		x			x	x	x	x
<i>Tubulariidae indet.</i>				x	x			x
Anthozoa								
<i>Actiniaria indet.</i>					1,3	17,9	50,0	4,1
Bryozoa								
<i>Alcyonium parasiticum</i>	G					x		x
<i>Arachnidium fibrosum</i>					x	x		x
<i>Electra pilosa</i>		x	x		x	x	x	x
<i>Farrella repens</i>		x			x	x		x
<i>Hypophorella expansa</i>							x	x
<i>Scruparia chelata</i>						x		x
Nemertea								
<i>Nemertea indet.</i>		0,6				0,7		0,3
Polychaeta								
<i>Capitella spp.</i>	R				0,7	0,7		0,3
<i>Eumida spp.</i>							240,0	3,1
<i>Eunereis longissima</i>						0,7		0,1
<i>Glycera alba</i>		0,6	0,7	0,7	1,3	5,0		1,5
<i>Goniadella bobrezkii</i>		1,1		6,7				1,5
<i>Lanice conchilega</i>						2,1	16.690,0	214,4
<i>Magelona johnstoni</i>		7,8	22,7	18,7	3,3	208,6		47,8
<i>Magelona mirabilis</i>		2,2	2,0	1,3	2,0	2,9		2,1
<i>Malmgrenia arenicolae</i>							320,0	4,1
<i>Malmgrenia spp.*</i>						0,7	810,0	10,5
<i>Myrianida sanmartini</i>							40,0	0,5
<i>Myrianida spp.*</i>						9,3		1,7
<i>Nephtys assimilis</i>						0,7		0,1

Taxa	RL.- Kat	V n=18	N n=15	FO n=15	FW n=15	R n=14	R-01 n=1	Gesamt n=78
<i>Nephtys caeca</i>		0,6			2,0		10,0	0,6
<i>Nephtys cirrosa</i>		29,4	48,0	24,0	14,0	23,6		27,6
<i>Nephtys hombergii</i>			2,0	2,7		27,1	160,0	7,8
<i>Nephtys longosetosa</i>		3,9	8,0	5,3	4,7	1,4		4,6
<i>Nephtys spp.*</i>		2,8	4,0	2,7	2,7	15,7		5,3
<i>Notomastus latericeus</i>						0,7		0,1
<i>Ophelia borealis</i>		17,2		0,7	1,3			4,4
<i>Ophelia spp.*</i>		0,6			0,7			0,3
<i>Owenia fusiformis</i>						1,4		0,3
<i>Polydora spp.</i>						0,7		0,1
<i>Pygospio elegans</i>						0,7		0,1
<i>Scolelepis bonnierii</i>		0,6	2,0	3,3	1,3	0,7		1,5
<i>Scoloplos armiger</i>		8,9	2,7	8,0	8,0	4,3		6,4
<i>Sigalion mathildae</i>	3					1,4		0,3
<i>Spio gonocephala</i>				0,7				0,1
<i>Spio martinensis</i>			2,0			7,1		1,7
<i>Spio symphyta</i>						0,7		0,1
<i>Spiophanes bombyx</i>		0,7		2,7	1,3	122,9	80,0	24,0
<i>Sthenelais boa</i>	G						10,0	0,1
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>							810,0	10,4
<i>Donax vittatus</i>	G	0,6			0,7	2,9		0,8
<i>Ensis leei</i>						1,4	20,0	0,5
<i>Ensis spp.*</i>					3,6	10,0		0,8
<i>Fabulina fabula</i>						17,9	70,0	4,1
<i>Kurtiella bidentata</i>						0,7	30,0	0,5
<i>Limecola balthica</i>						8,6	10,0	1,7
<i>Macomangulus tenuis</i>		0,6	0,7					0,3
<i>Mulinia lateralis</i>				0,7		0,7		0,3
<i>Nucula nitidosa</i>		0,6				0,7	20,0	0,5
<i>Petricolaria pholadiformis</i>			0,7				10,0	0,3
<i>Spisula solidia</i>	G			0,7				0,1
Pycnogonida								
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>						2,1		0,4
Crustacea								
<i>Abludomelita obtusata</i>						5,0	20,0	1,2
<i>Austrominius modestus</i>					1,3			0,3
<i>Bathyporeia elegans</i>		102,2	148,0	78,7	82,7	32,1		88,8
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>			0,7					0,1
<i>Bathyporeia pelagica</i>		8,3	16,7	6,7	6,7			7,7
<i>Bathyporeia sarsi</i>					0,7			0,1
<i>Bodotria scorpioides</i>							10,0	0,1
<i>Carcinus maenas</i>		0,6			0,7	1,4		0,5

Taxa	RL.- Kat	V n=18	N n=15	FO n=15	FW n=15	R n=14	R-01 n=1	Gesamt n=78
<i>Corophiidae indet.*</i>						0,7		0,1
<i>Crangon crangon</i>		0,6		0,7	0,7	1,4	20,0	0,9
<i>Diastylis bradyi</i>			0,7	0,7		3,6		0,9
<i>Gammarus oceanicus</i>		0,6						0,1
<i>Gammarus spp.*</i>					0,7			0,1
<i>Gastrosaccus spinifer</i>		13,9	12,0	28,0	10,7	4,3		13,7
<i>Idotea linearis</i>			1,3	0,7	0,7	0,7		0,6
<i>Liocarcinus depurator</i>						0,7		0,1
<i>Liocarcinus holsatus</i>						1,4		0,3
<i>Mesopodopsis slabberi</i>			2,7	2,7	0,7	0,7		1,3
<i>Microprotopus maculatus</i>							10,0	0,1
<i>Monocorophium acherusicum</i>							10,0	0,1
<i>Neomysis integer</i>			1,3	1,3	0,7	0,7		0,8
<i>Nototropis falcatus</i>				2,0	1,3			0,6
<i>Pariambus typicus</i>						5,7	200,0	3,6
<i>Phtisica marina</i>			0,7					0,1
<i>Pontocrates altamarinus</i>		3,9	8,0	7,3	1,3	0,7		4,2
<i>Portumnus latipes</i>			0,7					0,1
<i>Portunidae indet.</i>		0,6						0,1
<i>Praunus flexuosus</i>					0,7			0,1
<i>Schistomysis kervillei</i>		1,7	10,0	5,3	8,0	2,1		5,3
<i>Schistomysis spiritus</i>			3,3					0,6
<i>Schistomysis spp.*</i>					0,7			0,1
<i>Urothoe poseidonis</i>						7,9	10,0	1,5
Echinodermata								
<i>Ophiura albida</i>							30,0	0,4
<i>Ophiura ophiura</i>						5,0		0,9
<i>Ophiura spp.*</i>			0,7			2,1		0,5
Gesamtartenzahl		27	30	30	37	61	31	89
Mittlere Artenzahl (n/Station)		5,2	8,2	6,8	7,5	15,4	31,0	8,7
Gesamtabundanz		210,0	302,7	212,7	163,3	572,9	19.700,0	534,4
Gesamtbiomasse		16,6	6,7	7,2	19,2	56,3	4.011,1	72,6
Anzahl Rote-Liste-Arten		2	0	1	2	6	2	8

*: beim Gesamtartenspektrum nicht als eigenständige Art bewertet; blau unterlegt: in dem Teilgebiet nicht als eigenständige Art bewertet, x: nichtzählbare Art, da koloniebildende Art, Rote Liste Kategorie (RL-Kat.) nach RACHOR et al. (2013): 2: stark gefährdet; 3: gefährdet, G: Gefährdung unbekannten Ausmaßes, R: extrem selten (geographische Restriktion)

Insgesamt waren die Abundanzen von Rote Liste-Arten, auf das gesamte Untersuchungsgebiet gerechnet, sehr gering - es handelte sich in allen Fällen nur um wenige Individuen (mittlere Abundanz von weniger als 1 Ind./m²). Die Arten *Nephtys hombergii*,

Scoloplos armiger, *Spiophanes bombyx*, *Bathyporeia elegans*, *Crangon crangon* und *Gastrosaccus spinifer* sind als typisch für den FFH- LRT 1160 gelistet.

Zu den fünf dominanten Arten der Infauna im Teilgebiet „Verbringstelle“ gehörten der Amphipode *Bathyporeia elegans* (48,7 %), die Polychaeten *Nephtys cirrosa* (14,0 %), *Ophelia borealis* (8,2 %) und *Scoloplos armiger* (4,2 %) sowie die Schwebegarnele *Gastrosaccus spinifer* (6,6 %) (relative Abundanz, Abbildung 45). Es wurden die dominanten 5 Taxa je Teilgebiet berücksichtigt, unter „Sonstige“ fallen alle übrigen Arten. Die häufigste Art im sogenannten „R-Gebiet“ (ohne Station R-01) war *Magelona johnstoni* mit einem Anteil von 36,4 %, gefolgt von *Spiophanes bombyx* mit 21,4 %. Weitere dominante Arten waren *Bathyporeia elegans*, *Nephtys hombergii* und *Nephtys cirrosa* mit 5,6 %, 4,7 % bzw. 4,1 %. Die Teilstation R-01 des „R-Gebietes“ unterschied sich von den anderen und stellte eine Besonderheit dar, denn sie wurde von dem Röhrenwurm *Lanice conchilega* dominiert mit einem Anteil von 84,7 %. Die relative Abundanz der weiteren dominanten Arten (*Abra alba*, *Malmgrenia spec.*) war deutlich geringer. An anderen Stationen gab es jedoch keine Hinweise auf weitere *Lanice*-Anhäufungen im Untersuchungsgebiet.

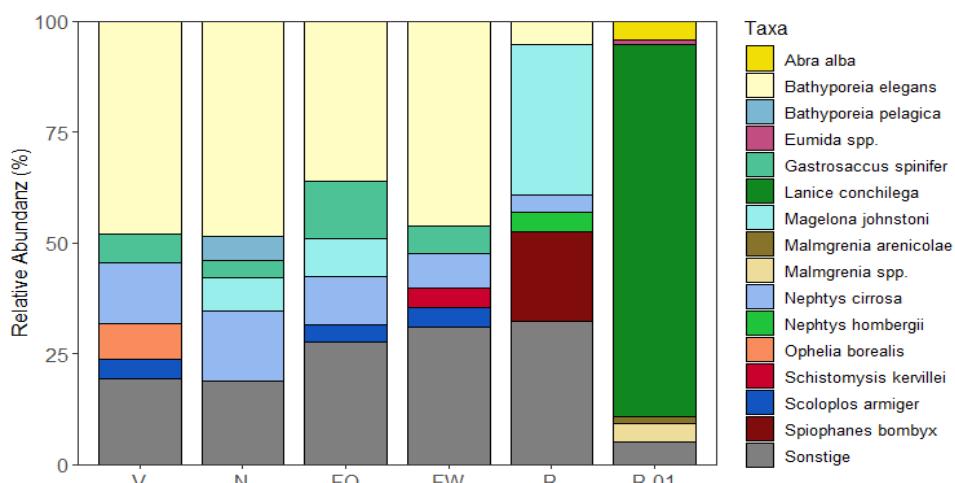


Abbildung 45: Dominanzverhältnisse der Infauna (van-Veen-Greifer) dargestellt je Teilgebiet. V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West, R bzw. R-01 = „R-Gebiet“

Die Arten *Bathyporeia elegans*, *Nephtys cirrosa* und *Gastrosaccus spinifer* gehörten auch in den Teilgebieten „Nahbereich“, „Fahne Ost“ und „Fahne West“ zu den 5 dominanten Arten. Die relative Abundanz von *Bathyporeia elegans* betrug 48,9 %, 37,0 % bzw. 50,6 %, die des Polychaeten *Nephtys cirrosa* betrug 15,9 %, 11,3 % bzw. 8,6 % und die der Schwebegarnele *Gastrosaccus spinifer* betrug 4,0 %, 13,2 % bzw. 6,5 %.

Weitere dominante Arten im „Nahbereich“ waren *Magelona johnstoni* (7,5 %) und *Bathyporeia pelagica* (5,5 %).

Im Teilgebiet „Fahne Ost“ kamen *Scoloplos armiger* und *Magelona johnstoni* mit 3,8 % bzw. 8,8 % zu den dominanten Arten hinzu und im Teilgebiet „Fahne West“ gehörten *Scoloplos armiger* (4,9 %) und *Schistomysis kervillei* (4,9 %) zu den weiteren dominanten Arten.

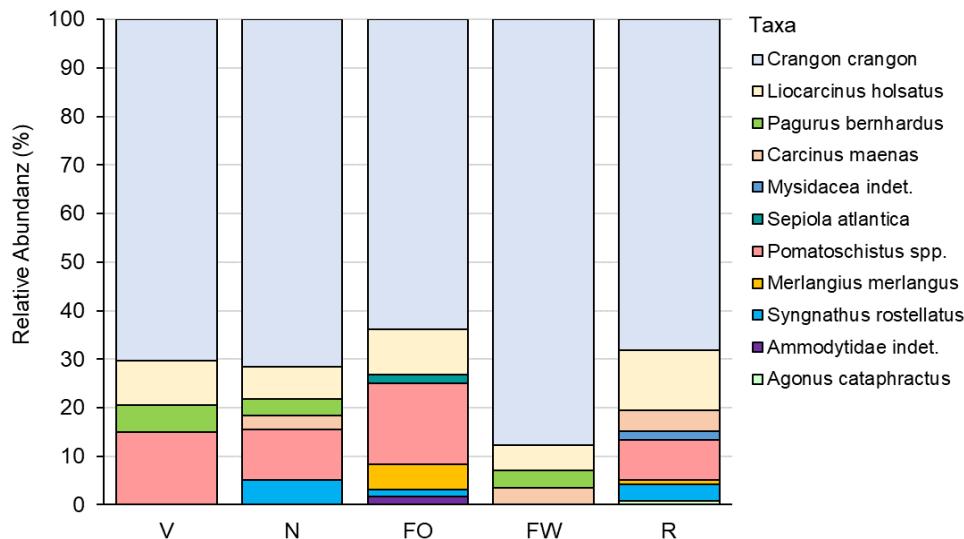


Abbildung 46: Dominanzverhältnisse der mittels 1 m-Baumkurre erfassten Fauna (Epifauna und Fische) dargestellt je Teilgebiet. V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West

Wie bei der Infauna sind auch die Abundanzen der Epifauna und Fischfauna im sogenannten „R- Gebiet“ höher als in allen anderen Teilgebieten, allerdings sind diese Ergebnisse laut BioConsult (2021, S. 39) „aufgrund der grundsätzlich geringen Abundanzen nur eingeschränkt aussagekräftig. Die Aussagekraft wird auch dadurch eingeschränkt, da es sich im Wesentlichen um mobile Arten handelt, deren Nachweis dadurch auch einer gewissen Zufälligkeit unterliegt.“ Bei der Epifauna und den durch die Baumkurre gefangenen Organismen dominierte *Crangon crangon* (Abbildung 46). Die Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchung sprechen für das Vorliegen starker Strömungsdynamik in den Teilgebieten „Verbringstelle“, „Fahne Ost“ und „Fahne West“. Zu beachten ist auch, dass die Wassertiefe an den Stationen des beprobten Gebietes zwischen 7,8 m an der flachsten und 19,7 m an der tiefsten Stelle variierte. Die mittlere Wassertiefe im Teilgebiet „Verbringstelle“ betrug 15,9 m und Teilgebiet „Fahne West“ 16,4 m. Mit 9,5 m war die Wassertiefe im „Nahbereich“ am geringsten und betrug im „Teilgebiet Fahne Ost“ 11,5 m.

Grundsätzlich handelt es sich laut BioConsult (2021) um relativ artenarme Gebiete, deren Gemeinschaften von Arten charakterisiert werden, die dynamische Sande bevorzugen. Das sehr heterogene Sediment an der Verbringstelle wurde passenderweise von Mittelsanden mit einem mittleren Anteil von ca. 75 % dominiert, jedoch traten auch Feinsande sowie Grobsande an einzelnen Stationen mit höheren Anteilen auf (s. auch Kap. 4.6.2.2). Im „Nahbereich“ war ebenfalls Mittelsand die dominante Fraktion mit einem mittleren Anteil von ca. 64 % gefolgt

von Feinsand. Grobsande sowie Kies oder Schill kamen im Nahbereich nicht oder nur in sehr geringen Anteilen vor. Das Gebiet „Fahne Ost“ war ähnlich wie das Gebiet der geplanten Verbringstelle, relativ heterogen und wurde von Mittelsand dominiert, ebenso wie die das Gebiet „Fahne West“ in dem auch Mittelsande mit einem mittleren Anteil von 68 % dominierten. Die Besiedlung des Nahbereichs ähnelte der Besiedlung von der Verbringstelle, Fahne Ost und Fahne West sehr, obwohl die Sedimentanalysen auf eine höhere Lagestabilität und geringere Strömungsdynamik hindeuten. Holzhauer et al. (2020, zitiert in BioConsult 2021) zeigten, dass insbesondere die Arten *Bathyporeia elegans*, *Nephtys cirrosa* und *Spiophanes bombyx* in Bereichen mit hoher Sedimenterosion und erhöhtem Gefälle, also in Bereichen mit starker Hydrodynamik, vorkommen. Auch die Schwebegarnele *Gastrosaccus spinifer* und der Polychaet *Ophelia borealis* sind hier als strömungstolerante Arten zu nennen, die im Teilgebiet „Verbringstelle“ (*G. spinifer* und *O. borealis*) und in den Teilgebieten „Fahne Ost“ und „Fahne West“ (*G. spinifer*) zu den dominanten Arten gehören. Anzumerken ist, dass grundsätzlich die dominanten Arten *Bathyporeia elegans*, *Nephtys cirrosa*, *Magelona johnstoni*, *Gastrosaccus spinifer* und *Bathyporeia pelagica* in sandigen, küstennahen Gewässern als mobile und relativ tolerante Arten verbreitet und häufig vertreten sind (vgl. Holzhauer et al. 2020 in BioConsult 2021).

Neuwerker und Scharhörner Watt

Das Makrozoobenthosmonitoring im Auftrag der BUKEA findet seit einigen Jahren üblicherweise Ende August bis Anfang September auf 6 Transekten (Abbildung 47) statt (Umland 2020). Im Jahr 2019 wurde festgestellt, dass sich eine Schlickauflage gehalten und in einigen Bereichen sogar noch weiterentwickelt hat. Durch die insgesamt ruhigen Witterungsverhältnisse gab es 2019 laut Umland (2020) auch in exponierteren Lagen Auflagen von Feinsedimenten, die in den bisherigen Monitoringjahren bislang als sanddominierte Sedimente bekannt waren. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass das „bisherige“ Sandwatt durchaus auch in diesen Bereichen weiterhin vorhanden ist, nur dass es durch eine mehr oder minder starke Auflage von feineren Sedimenten überlagert wurde. Diese „Schlickauflage“ wird durch den Autor deshalb besonders hervorgehoben, weil sich 2018 auffällige Brutfälle und Abundanzen bestimmter Arten zeigten, die auch in bisher deutlich schwächer oder kaum besiedelten Transekten auftraten. Die ungewöhnlich hohen Abundanzen von zum Beispiel *Cerastoderma* und *Heteromastus* sind im Zusammenhang mit den ungewöhnlichen Schlickauflagen zu sehen. Die morphologischen Veränderungen im Bereich des Transekt 6 dauern an und führen bereichsweise zu einer Zunahme der Schlickanteile, die hier vormals sehr gering waren. Die Veränderungen der Sedimentzusammensetzungen und Strömungsverhältnisse führen auch zu veränderten Besiedlungen.



Abbildung 47: Transekten aus dem jährlichen Makrozoobenthosmonitoring des Nationalparks Hamburgisches Wattenmeer (HPA nach Umland 2020)

Dominante Arten, die mit einer Frequenz von mehr als 50% erfasst wurden, waren *Arenicola marina*, *Heteromastus filiformis*, *Cerastoderma edule*, *Pygospio elegans*, *Hediste diversicolor*, *Hydrobia ulvae* und *Macoma balthica*, von denen die ersten fünf Arten auch in 2018 am häufigsten auftraten (Tabelle 47). *Heteromastus filiformis* und *Hydrobia ulvae* sind als schlickliebende Arten zu charakterisieren, während *Cerastoderma edule* feinsandiges Substrat bevorzugt. *Pygospio elegans* und *Macoma balthica* besiedeln sämtliche Watttypen. Weitere, weniger häufig angetroffene Arten siedeln sowohl im Schlickwatt (*Corophium volutator*) als auch im Sandwatt (*Lanice conchilega*, *Scoloplos armiger*). Rote Liste Arten nach Rachor et al. (2013) wurden nicht nachgewiesen, bei den gefundenen Arten handelte es sich um ungefährdete, häufig vorkommende Arten.

Im Vergleich zu den durch BioConsult (2021) ermittelten Arten ergab sich nur für wenige Arten bzw. Gattungen eine Übereinstimmung: *Bathyporeia spec.*, *Carcinus maenas*, *Gammarus sp.*, *Crangon crangon*, *Nephtys hombergii*, *Scoloplos armiger* und *Spio martensis*. Die Unterschiede lassen sich wahrscheinlich durch die unterschiedlichen beprobten Substrate und Wassertiefen erklären. An den dynamischen Probenahmestellen von BioConsult (2021) herrschten Wassertiefen von ca. 7 bis 20 m, und das Sediment wurde an allen Orten durch Mittelsande dominiert (durchschnittlich 63 bis 75%), während auf den Transekten im Nationalpark das Sandwatt zwar durchaus weiterhin vorhanden war, aber durch eine mehr oder minder starke Auflage von feineren Sedimenten überlagert wurde. Dort kamen Arten vor, die beide Sedimenttypen besiedeln.

Tabelle 47: Abundanzen¹ der Arten in den einzelnen Transekten sowie für alle Transekte (aus: Umland 2020).

NP Hamburgisches Wattenmeer 2019	Gesamt	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Artenzahl	37	21	24	27	23	20	25
mittl. Artenzahl aller Transekte	23						
mittl. Artenzahl/Probefläche	8	9	9	7	9	6	11
Abundanz [Ind./m ²]	16.111	23.003	30.739	6.341	18.864	5.248	12.473
Crustacea							
<i>Bathyporeia</i> spec.	11					17	50
<i>Carcinus maenas</i>	4	0					25
<i>Corophium volutator</i>	29	8	92		17		59
<i>Cumacea</i> spec.	1			8			
<i>Gammarus</i> spec.	1		8				
<i>Urothoe</i> spec.	70	109		42		159	109
Mollusca							
<i>Cerastoderma edule</i> (ges.)	1.089	1.568	184	725	1.681	1.763	613
<i>Cerastoderma edule</i> (ohne epibenth.)	1.086	1.568	184	721	1.668	1.761	612
<i>Crassostrea gigas</i>	0			0			
<i>Hydrobia ulvae</i>	8.951	15.744	22.744	109	11.066	1.216	2.825
<i>Lepidochitona cinerea</i>	0				0		
<i>Littorina littorea</i>	5			5	23		
<i>Macoma balthica</i> (ges.)	334	310	822	184	67	101	520
<i>Macoma balthica</i> (ohne epib.)	334	310	822	184	67	101	520
<i>Mya arenaria</i>	46	84	25	117	25	17	8
<i>Mytilus edulis</i>	0		0	0			
<i>Retusa obtusa</i>	95	8	201	92	168	17	84
<i>Scrobicularia plana</i>	17		34	8	59		
Polychaeta							
<i>Arenicola marina</i>	33	23	30	16	16	22	89
<i>Capitella capitata</i>	8		8		8		34
<i>Capitomastus minimus</i>	31	17		50		34	84
<i>Eteone</i> spec. (wahrsch. überwiegt 1 Art)	78	59	126	50	59	17	159
<i>Harmothoe glabra</i>	3			8		8	
<i>Hediste diversicolor</i>	351	436	453	293	210	75	637
<i>Heteromastus filiformis</i>	2.266	2.624	3.085	2.758	3.127	369	1.635
<i>Hypereteone foliosa</i> (in <i>Eteone</i> spec. enthalten)	8		8	17	8		17
<i>Lanice conchilega</i>	4	1	0	3	16	0	1
<i>Neanthes succinea</i>	22		17	42	25		50
<i>Nephtys hombergii</i>	42	109		67	25	34	17
<i>Phyllodoce maculata</i>	31	8	8	8	34		126
<i>Polydora cornuta</i>	73	25		92	25		293
<i>Polydora</i> spec.	64	50		109	17	67	143
<i>Pygospio elegans</i>	1.480	1.526	1.291	729	1.232	1.224	2.876

Tabelle 47: Abundanzen¹ der Arten in den einzelnen Transekten sowie für alle Transekte (aus: Umland 2020).

NP Hamburgisches Wattenmeer 2019	Gesamt	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Scolelepis foliosa</i>	3		17				
<i>Scoloplos armiger</i>	228	134	8	151		34	1.040
<i>Spio martinensis</i>	1					8	
<i>Streblospio benedicti</i>	1						8
<i>Tharyx marioni</i>	581	134	1.165	495	662	42	989
Oligochaeta (nicht weiter bestimmt)	156	25	411	176	302	25	
Nemertini							
<i>Lineus ruber</i>	1		8				
Folgende Arten sind nicht in die Berechnungen der Abundanzen und Artenzahlen eingegangen:							
<i>Crangon crangon</i>	11	25		8	17		17
<i>Diptera spec.</i>	1		8				
1) Dargestellte Nullwerte sind rundungsbedingte Nullwerte; vorhandene Nullwerte belegen Nachweise.							

Vorkommen von Muschel- und Schillbänken

Bei der Beprobung konnten an einigen Stellen im Untersuchungsraum kleine *Mytilus*-Bänke nachgewiesen werden (Abbildung 48a, b: (aus: <http://www.mdi.niedersachsen.de/abgerufen> im Februar 2021)). Die Miesmuschel (*Mytilus edulis*) ist wie die Europäische Auster (*Ostrea edulis*) eine Rote Liste Art. Wie aus Abbildung 48 a & b zu entnehmen ist, ist ein Vorkommen für Miesmuscheln im Watt südwestlich von Neuwerk, aber auch im Duhner Watt sowie ein größeres Vorkommen südlich davon im Kleinwatt qualitativ dokumentiert.

Das Gutachten von Umland (2020) berichtet auch (qualitativ) von einem relativ kleinen mit *Mytilus* besiedelten Bereich im Transekt 3 an einem Prielrand. Als Hartsubstrat dient auch hier ein sehr lückig ausgeprägter Schillbereich auf sehr schlickigem Grund, weshalb es laut Umland (2020) insgesamt eine recht untypische Ausprägung ist. 2017, 2018 und 2019 fanden sich im unmittelbaren Transektbereich keine oder nur wenige Miesmuscheln. 2019 war allerdings das gegenüberliegende Priehang von einer *Crassostrea*-Bank gekennzeichnet, die auch *Mytilus* enthielt. Die westlich vom Transekt 4 erstmals nachgewiesene kleine *Mytilus*-Bank von 2005 -2007 konnte danach nicht mehr detektiert werden; 2015 bis 2019 wurde eine nur relativ geringe oder fehlende Besiedlung durch lebende *Mytilus* festgestellt. Seit 2015 liegt ein größerer Teil des Südbereiches vom T5 in einem breiten Prieltal, das seit 2018 auch durch ausgedehnte Schillfelder (insbesondere *Mya* und *Cerastoderma*), die der Wattoberfläche zu großen Anteilen den Charakter von Hartsubstrat verleihen, was deutliche Auswirkungen auf die Besiedlung (und Probenahme) hatte.

Da es sich laut Umland (2020) bei den dokumentierten Muschelvorkommen nur um eine kleine, relativ gering mit lebenden Miesmuscheln besiedelte Fläche handelt, wird nicht von einem

Vorhandensein eines §30 Biotops ausgegangen, da nach von Drachenfels (2020) der Deckungsgrad der Muschelansammlungen >5 % des Meeresbodens betragen sollte.

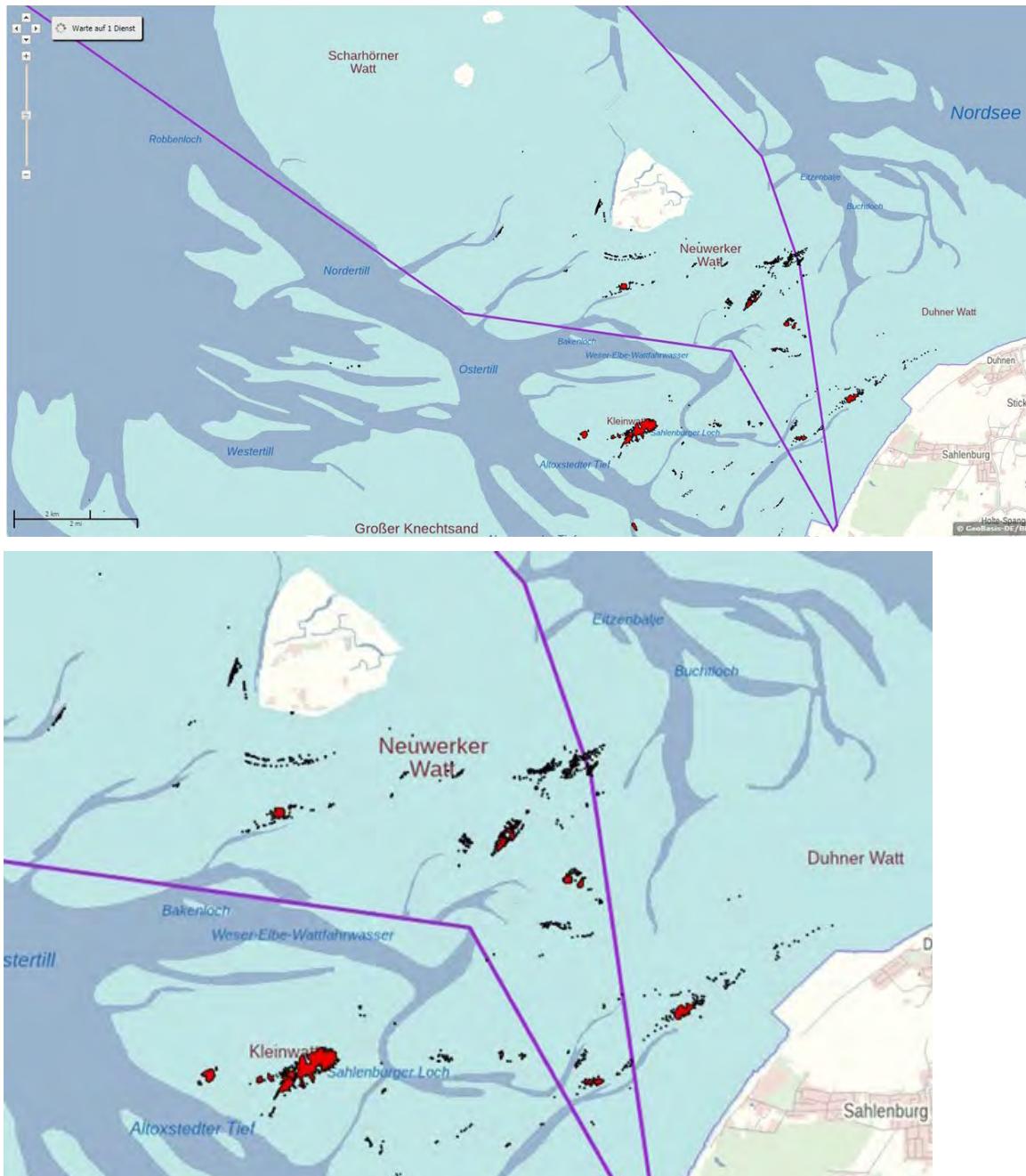


Abbildung 48 a und b: Miesmuschelbänke im Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer (2016), Übersicht und vergrößerter Ausschnitt (aus: <http://www.mdi.niedersachsen.de/>, Abruf im Februar 2021))

Übergangsgewässer Elbe

Für die Beschreibung des Zustandes des Makrozoobenthos im mesohalinen Übergangsgewässer wurden Monitoringdaten des WRRL Programmes herangezogen (Küfog 2020), und zwar im Untersuchungsgebiet „Belum - Neufelder Sand/ Böschrücken“. Bei den

Erhebungen im Jahr 2018 wurden dort insgesamt 22 Taxa, davon 21 Arten nachgewiesen. Davon gehören 8 Arten zu den Brackwasserarten. Außerdem konnten die Neozoen *Cordylophora caspia* und die Polychaeten *Bocardiella ligerica*, *Marenzelleria viridis* und *M. neglecta* sowie *Synidothea laticauda* detektiert werden. Der Gefährdungsstatus der Arten ist laut Küfog (2020) auf Grund unzureichender Datenlage für den Polychaeten *Alitta succinea* und die beiden Crustacea *Haustorius arenarius* und *Palaemon longirostris* unklar. Die übrigen Arten sind verbreitet. Wie in den Vorjahren dominieren insgesamt die Krebstiere (Crustacea) mit 11 Arten die Artenzahlen. Die Polychaeta folgen mit 8 Arten. Die Artenzahlen schwankten mit Ausnahme der Wattbereiche am Böschrücken zwischen 11 und 13 Arten. Die Wattbereiche auf dem Böschrücken waren wie schon im Jahr 2017 artenarm. Es wurden nur 8 Arten gefunden, im Gegensatz zu 2016, in dem die Station mit 15 Arten noch die artenreichste Station im Gebiet war. Mögliche Ursachen wurden nicht genannt. Das flache Sublitoral bei Böschrücken wurde insgesamt mit „sehr gut“ bewertet. Der sublitorale Bereich bei Belum liegt mit 0,85 genau auf der Klassengrenze zwischen sehr gut und gut. Küfog (2020) bewertet die Wattbereiche bei Belum mit „gut“ und den Wattbereich bei Böschrücken mit „mäßig“ aufgrund der geringen Artenzahlen. Insgesamt wird der Oberflächenwasserkörper mit „gut“ bewertet.

BioConsult (2015) konnte am südlichen Elbufer, im Bereich von Elbe-km 713- 723, basierend auf Van-Veen-Greifer-Beprobungen von 2010-2014 insgesamt 50 Taxa der Infrauna nachweisen, von denen 31 sicher bis zur Art bestimmt werden konnten. Die Arten waren auf sieben Großtaxagruppen (Bryozoa, Hydrozoa, Polychaeta, Bivalvia, Oligochaeta, Platyhelminthes und Crustacea) verteilt, von denen Crustaceen mit 20 die größte Taxazahl stellten, gefolgt von Polychaeten mit 13 Taxa. Die Crustacea beinhalteten eine Reihe von Arten wie z.B. *Crangon crangon*, *Neomysis integer* und *Mesopodopsis slabberi*, die aufgrund ihrer Lebensweise dem sog. Hyperbenthos zugeordnet werden und deren Auftreten in den Proben durch ihre Mobilität somit mehr oder weniger zufällig ist. Aufwuchsorganismen wie Hydrozoa stellten 7 Taxa und Bryozoa 5 Taxa, gefolgt durch Muscheln mit 4 Taxa. Oligochaeta und Plattwürmer (Platyhelminthes) wurden ausschließlich auf Großgruppenebene angesprochen, da diese für die Fragestellung (typische Begleitauna von Miesmuschelbänken) eher von untergeordneter Bedeutung waren. Insgesamt waren 27 Taxa oder 54 % der insgesamt erfassten 50 Taxa mit Hartsubstrate assoziiert. Es wurden keine Rote Liste-Arten mit einem höheren Gefährdungsgrad (Kategorie 1 – 3) nachgewiesen.

Außerdem wurden in den vier Untersuchungsjahren Dredgefänge durchgeführt, in denen fünf Großtaxagruppen (Bryozoa, Hydrozoa, Polychaeta, Bivalvia, Crustacea) erfasst wurden. Jahresintern war die Artenvielfalt unterschiedlich: so war sie 2010 und 2014 mit jeweils 14 Taxa am geringsten und 2012 mit 36 Taxa deutlich höher als in den anderen Jahren. Die Gruppe der Krebstiere stellte die größte Taxazahl (20 Taxa). Die Gruppe der Polychaeta wurde

durch 6 Taxa gestellt, zu denen zum einen größere und mobile Arten wie *Alitta succinea*, *Nephtys* spp. und *Blygides sarsi* gehörten, aber auch kleine Formen wie *Autolytus* spp. und *Polydora cornuta*, die in Dredgen nur erfasst werden, da sie an Hartsubstrat (Torf, Hydrozoa, Muscheln, Schill) gebunden sind. Aufwuchsorganismen wie Hydrozoa (5 Taxa) und Bryozoa (3 Taxa) kamen ebenfalls mit relativ hohen Taxazahlen vor. Zu den Muscheln (Bivalvia) gehörten nur Bohrmuscheln (*Petricolaria pholadiformis*, *Pholadea* indet.). Insgesamt 8 Taxa sind ursprünglich nicht in der Tideelbe beheimatet, sondern aus anderen Regionen eingewandert (Neozoa): der Keulenpolyp *Cordylophora caspia*, die Bohrmuschel *Petricolaria pholadiformis*, die Brackwasser-Seepocke *Amphibalanus improvisus*, die Asiatische Strandkrabbe *Hemigrapsus sanguineus*, die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis*, sowie drei Krebsarten (*Palaemon longirostris*, *Palaemon macrodactylus* und *Idotea metallica*). Arten der Roten Liste waren nur durch den Schlickkrebs *Corophium arenarium* vertreten, welcher nach Rachor et al. (2013) in die Kategorie „3“ (gefährdet) eingeordnet ist. Für 6 weitere Arten ist die Datenlage unzureichend (Kat. „D“) bzw. weist die Art ein sehr restriktives Vorkommen (Kat. „R“) auf.

BioConsult (2015) berichtet außerdem von einem Miesmuschelvorkommen mit hoher räumlicher und zeitlicher Variabilität im Bereich von Elbe-km 718- 723 (stromab vom Glameyer Stack), basierend auf Beprobungen von 2010-2014. Eine Klassifizierung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Miesmuschelansiedlung als §30 Biotop wird nicht vorgenommen, weil es sich um sublitorale Vorkommen handelt, die stromauf der seeseitigen, „durch eine gerade Linie zwischen den äußersten Landspitzen des Mündungstrichters begrenzten“ Flusslauf des Brackwasser- Ästuars auftreten und daher nicht unter die bei von Drachenfels (2020) genannte Definition fällt.

4.10.4 Fische und Neunaugen

Die Fischfauna nimmt eine zentrale Rolle im marinen Nahrungsnetz ein. Fische ernähren sich von Zooplankton, benthischen Organismen und kleineren Fischen und dienen gleichzeitig See- und Küstenvögeln sowie marin Säugern als Nahrung. Fische leben im Freiwasser (pelagische Arten) oder am Meeresboden (demersale Arten) in Küstennähe und in küstenferneren Gebieten (Küsten- bzw. Schelffische) und nutzen das Gebiet als Nahrungs-, Laich- und Aufzuchtgebiet. Zur Fischfauna der Nordsee gehören auch wandernde Arten, die im Meer leben, aber zum Laichen in die Fließgewässer aufsteigen (z. B. die anadrome Meerforelle, Lachs, Stör, Finte, Stint) oder umgekehrt (z. B. der katadrome Aal). Tiefseefische sind für die Nordsee nicht relevant.

Die für die Berufsfischerei wichtigsten Grundfischbestände in der Nordsee Ökoregion sind Kabeljau, Schellfisch, Seelachs (Köhler), Scholle, Seezunge, Steinbutt, Flunder, Kliesche,

Hundszunge, Sandaal, Stintdorsch, Glattbutt, Rotzunge und Streifenbarbe (FIUM 2021). Bei den pelagischen Arten sind es Hering, Sprotte, Atlantische Makrele, Blauer Wittling und Bastardmakrele (Stöcker). Außer diesen Fischen sind noch die Nordseegarnele (*Crangon crangon*), der Kaisergranat (*Nephrops norvegicus*), der europäische Hummer (*Homarus gammarus*), die Tiefseegarnele (*Pandalus borealis*) und der Taschenkrebs (*Cancer pagurus*) für die Berufsfischerei wichtig.

Die zu Verfügung stehende Datenlage (s.u.) ist – auch wenn die Daten zu anderen Zwecken erhoben wurden - die bestfügbare und wird als ausreichend angesehen, um den IST-Zustand, d.h. das Vorkommen von möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Fisch- und Neunaugenarten zu beschreiben.

Verbringstelle und Nahbereich

Zur Beschreibung des IST-Zustands der potenziellen Verbringstelle und ihrer Umgebung werden Monitoringdaten herangezogen, die durch BioConsult (2021) direkt im Verbringbereich und Umgebung (s. Kap. 4.10.3) ermittelt wurden und Daten des seit Jahren regelhaft durchgeführten „Young fish survey“ von 2018-2020, die vom Thünen Institut im Dezember 2020 bereitgestellt und westlich und östlich der geplanten Verbringstelle bzw. in der Nähe von Scharhörn erfasst wurden (Abbildung 49).

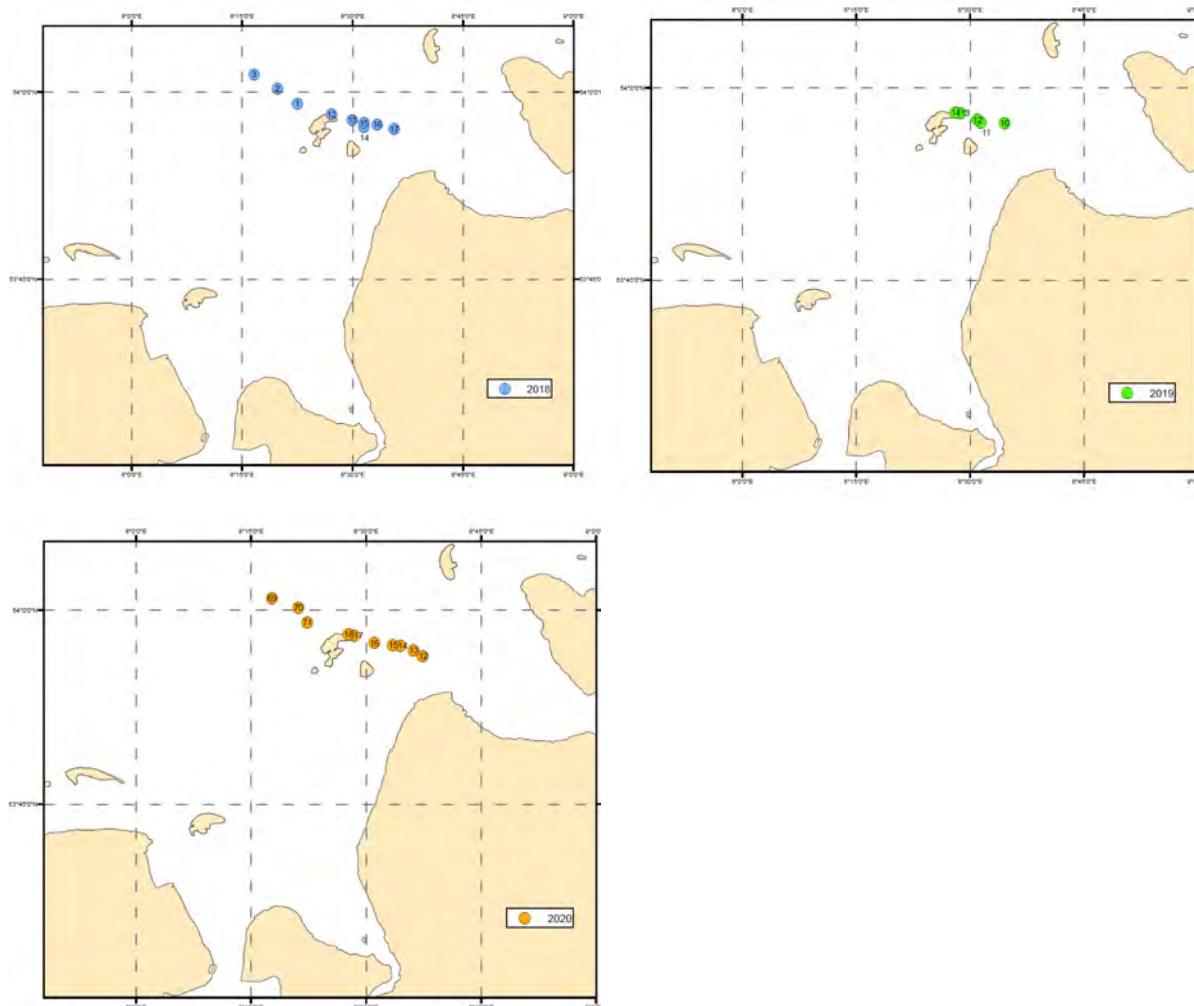


Abbildung 49: Lage der Probenahmestellen des „Young fish survey“ von 2018-2020 (Thünen Institut)

Die Probennahmen des Thünen-Institutes erfolgen im September (s. *Clupea* Reiseberichte auf www.thuenen.de). Sie wurde mit einer 3 m Krabbenbaum-Kurre mit einer Maschenweite von 20 mm am Steert des Netzes durchgeführt. Die Holzeit betrug 15 Minuten bei einer Schleppgeschwindigkeit von etwa 3 kn über Grund. (Mitt. Thünen Institut).

Beide Datensätze wurden also analog den Genehmigungsverfahren zur Tonne E3 und der AWZ sowie den in Thiel & Thiel (2015) beschriebenen Untersuchungen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“- gewonnen, mit der hauptsächlich demersale Arten, aber auch einige pelagische Arten erfasst wurden. Die bodenlebenden Arten stellen die „Zielarten“ dar – unter der Annahme, dass diese durch die Verbringungen deutlicher betroffen sein würden als pelagische Spezies (BfG 2019). Die Untersuchungen ergeben einen guten Überblick über das vorhandene Artenspektrum im IST-Zustand.

Insgesamt wies das Thünen-Institut 26 Fischarten zwischen 2018 und 2020 nach (Tabelle 48). Die mit Abstand häufigsten Arten waren Scholle und Wittling, gefolgt durch die Freiwasserart

Hering. Des Weiteren traten Sandgrundel, Roter Knurrhahn, Limande, Kliesche und Kleine Seenadel relativ häufig auf.

Tabelle 48: Artenvorkommen und deren Abundanzen (bezogen auf 1000 m²) im Nahbereich der geplanten Verbringstelle

Lateinischer Name	Deutscher Name	2018		2019	2020	
		westl. VS	Höhe VS/östl. VS	westl. VS	Höhe VS/östl. VS	
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker	13,2	10	25	6,1	12,9
<i>Arnoglossus laterna</i>	Lammzunge			0,4	0,2	
<i>Buglossidium luteum</i>	Zwergzunge	0,24				
<i>Callionymus lyra</i>	Gestreifter Leierfisch	0,24			0,2	
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Roter Knurrhahn		0,49	30,1		0,2
<i>Ciliata mustela</i>	Fünfbärtige Seequappe		0,16	0,3	0,7	0,4
<i>Clupea harengus</i>	Hering	34,5	3,71	26,4	0,2	13,8
<i>Echiichthys vipera</i>	Viperqueise		0,10			
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau	0,9		0,4		10,9
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunauge					0,2
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche	12,8	20,92	27,4	13,2	0,6
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheibenbauch	0,2		4,2	0,7	0,3
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling	17,9	16,54	32,1	47,6	28,5
<i>Microstomus kitt</i>	Limande	25,9	0,42	0,2		
<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe	0,5				
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint		0,55	14,7	0,2	0,3
<i>Platichtys flesus</i>	Flunder	0,2	8,12	11,0		0,3
<i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle	23,2	42,13	36,5	38,8	13,0
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel	0,3	4,60	3,1	21,3	0,2
<i>Scophthalmus maximus</i>	Steinbutt			0,5		
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Glattbutt		0,34			
<i>Solea solea</i>	Seezunge			0,2		
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte			0,3		
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel	13,8	7,05	9,0		23,9
<i>Trachurus trachurus</i>	Bastardmakrele	0,34		0,3		
<i>Zoarces viviparus</i>	Aalmutter					0,2

*(Datenbereitstellung Thünen-Institut, Dezember 2020)

BioConsult (2021) konnten in ihren Fängen mit der 1m- Baumkurre 5 Arten nachweisen (Tabelle 49), von denen Wittling und Lozanos Sandgrundel bzw. nicht näher bestimmte Grundeln dominierten. Unter dem Gesichtspunkt der FHH-Richtlinie ist hier für die Fischfauna nur die Anhang II und Rote Liste Art (Status „3“ nach Thiel et al. 2013) Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*) von besonderer Bedeutung, eine Art, die zu den anadromen Wanderfischen gehört, die zum Laichen in die Flüsse aufziehen. Der

Erhaltungsstatus wird als günstig eingestuft (Freie und Hansestadt Hamburg 2019b). Auf der Vorwarnliste (Status „V“) der roten Liste (Thiel et al. 2013) sind vorrangig kommerziell genutzte Fischarten zu finden: *Gadus morhua* (Kabeljau), *Solea solea* (Seezunge), *Scophthalmus maximus* (Steinbutt). Für eine Reihe von ehemals als gefährdet eingestuften Spezies, wird aktuell kein Gefährdungsstatus mehr vergeben (z. T. „Daten unzureichend“): *Ammodytes marinus* (Kleiner Sandaal), und *Pomatoschistus minutus* (Sandgrundel). Die Arten Flussneuauge, Kliesche, Großer Scheibenbauch, Limande, Flunder und Scholle sind kennzeichnend für den FFH LRT 1160. Bezogen auf den Parameter Artenspektrum gab es nur geringe, temporär auftretende Unterschiede zwischen den untersuchten Teilgebieten. Es wurden keine auf der Roten Liste der Fische und Neunaugen nach Thiel et al. (2013) geführten Fischarten nachgewiesen, was aber auch mit der Probenahme (Saisonalität und Fangzufälligkeit) zu tun haben könnte.

Tabelle 49: Artenspektrum Fische aus Bioconsult 2021 (1 m-Baumkurre) / 1000 m² per Teilgebiet

	V	N	FO	FW
Ammodytidae indet.			8,6	
Merlangius merlangus			25,7	
Pomatoschistus lozanoi			21,4	
Pomatoschistus minutus	40,8	13,5	14,3	
Pomatoschistus spp.*		25,4	46,0	
Syngnathus rostellatus		19,7	7,1	

*V = Verbringstelle, N = Nahbereich, FO = Fahne Ost, FW = Fahne West, blau unterlegt: in dem Teilgebiet nicht als eigenständige Art bewertet

Neuwerker und Scharhörner Watt

Laut Thiel & Thiel (2015) konnten im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ zwischen 2000 und 2011 durch Baumkurrenfänge bis zu 31 Fisch- und Neunaugenarten nachgewiesen werden. Dominant waren Scholle, Stint, Kliesche, Atlantischer Hering, Flunder und Kleine Seenadel. Bei den im Nationalpark vorkommenden Arten handelt es sich „*in der Regel nicht um reproduktiv abgeschlossene Bestände, sondern um regionale Populationsteile*“ von großräumig verteilten Populationen (Thiel & Thiel 2015, S. 153). Von den durch die FFH Richtlinie geschützten Wanderfischen befinden sich Atlantischer Lachs, Europäischer Aal, Fluss- und Meerneunauge sowie Schnäpel auf der Roten Liste, wobei es sich bei dem Schnäpel um eine ausgestorbene Art handelt, die aus Besatzmaßnahmen abstammt (NLWKN 2015).

Übergangsgewässer

Für das WRRL Übergangsgewässer „Tideelbe“ liegen Daten der FFG Elbe von der Messstelle „Medem“ vor (FGG Elbe (fgg-elbe.de)). Die aktuellsten Daten stammen aus dem Jahr 2017. Bei der Beprobung wurden 29 demersale und pelagische Arten plus die Garnele *Crangon crangon* detektiert (Tabelle 50, dargestellt ist nur das qualitative Vorkommen der Arten), von den mit Abstand Stint, Wittling und Hering am häufigsten vorkamen, gefolgt durch die Kleine Seenadel und Flunder. Darunter befanden sich 4 Arten, die durch die FFH- Richtline geschützt sind: die Wanderfische Flussneunauge, Meerneunauge, Finte und Lachs. Als Rote Liste- Arten werden diese 4 Arten sowie Kabeljau und Seezunge eingeordnet (Thiel et al. 2013).

Tabelle 50: Artenvorkommen im „Übergangsgewässer Elbe“, Messstelle „Medem“ (www.fgg-elbe.de)

Lateinischer Name	Deutscher Name
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker
<i>Alosa fallax</i>	Finte
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrundel
<i>Chelon labrosus</i>	Dicklippige Meeräsche
<i>Ciliata mustela</i>	Fünfbärtelige Seequappe
<i>Clupea harengus</i>	Hering
<i>Engraulis encrasiculus</i>	Sardelle
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Kaulbarsch
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flussneunauge
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheibenbauch
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling
<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Seeskarion
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint
<i>Petromyzon marinus</i>	Meerneunauge
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder
<i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle
<i>Pomatoschistus microps</i>	Strandgrundel
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel
<i>Salmo salar</i>	Lachs
<i>Salmo trutta trutta</i>	Meerforelle
<i>Sander lucioperca</i>	Zander
<i>Scophthalmus maximus</i>	Steinbutt
<i>Solea solea</i>	Seezunge
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel

Der in den FFH Gebieten „Unterelbe“ und „Schleswig-holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen“ geschützte Rapfen (*Aspius aspius*) wurde nicht detektiert. Der

Steinbeißer (*Cobitis taenia*) kommt lauf BfG (2021) nur elbaufwärts des Untersuchungsgebietes vor.

4.10.5 Meeressäuger

Schweinswal (*Phocoena phocoena*)

Der Schweinswal ist in Anhang II und IV der FFH-Richtlinie aufgeführt und unterliegt einem strengen Artenschutz, ist als „stark gefährdet“ eingestuft und sein Erhaltungszustand ist für die Nordseegewässer durch das Umweltbundesamt (2018) übergreifend als „ungünstig-unzureichend“ bewertet; ebenso für Hamburger Naturschutzgebiete (Freie und Hansestadt Hamburg 2019b); dort wurde die gesamte Tideelbe miteinbezogen. Dies steht im Gegensatz zu dem „günstigen“ Erhaltungszustand des Schweinswals laut aktuellen Standarddatenbögen in den FFH-Gebieten innerhalb des „Nationalparks Wattenmeer“ (IBL Umweltplanung 2021). Die Abundanz von Schweinswalen der südlichen Nordsee ist seit dem Monitoring von 1994 gestiegen (Jensen et al. 2018). Auf Grundlage der Sichtungen im Sommer 2019 (Nachtsheim et al. 2020) wurde für die komplette Nordsee eine Abundanz von 27.752 Schweinswalen ermittelt; dies entspricht einer Dichte von 0,69 Individuen/km² (Abbildung 50). Die Abundanz- und Dichteschätzungen entsprechen den Ergebnissen aus den Vorjahren.

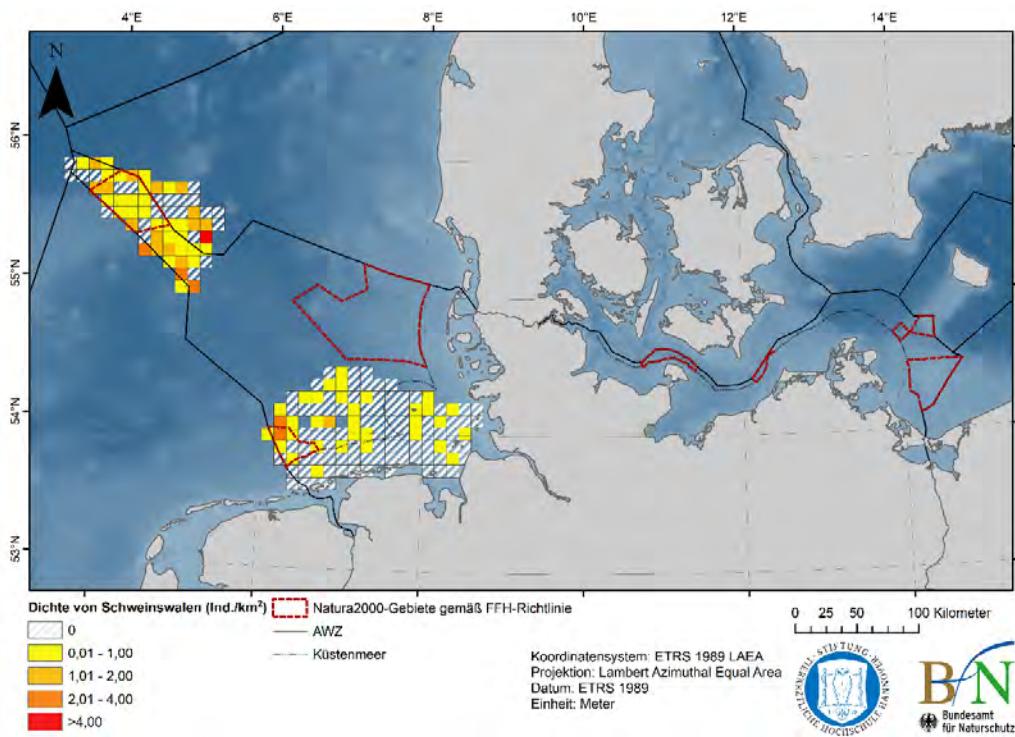


Abbildung 50: Aufwandskorrigierte Rasterkarte mit mittlerer Schweinsaldichte [Ind./km²] pro Zelle (hier: 10x10 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von Schweinswalen im Frühjahr 2019 in den Gebieten A, E, F. (aus Nachtsheim et al. 2020)

Die Tiere sind auch regelmäßig im Elbeästuar bis zum Mühlenberger Loch anzutreffen ([http://Der Schweinswal - Schweinswale e.V. \(walschutz.org, abgerufen im Juni 2021\)](http://Der Schweinswal - Schweinswale e.V. (walschutz.org, abgerufen im Juni 2021))). Allerdings basieren die Sichtungen des Vereins lediglich auf Zufallsmeldungen. Die herangezogenen Daten sind die bestfügbaren und werden als ausreichend angesehen, um den IST-Zustand, d.h. das Vorkommen und Verbreitung der möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Art zu beschreiben. Im deutschen Bereich der Nordsee besitzen zwei Gebiete eine besondere Bedeutung für Schweinswale: Temporär im Frühjahr der Borkum-Riffgrund und ganzjährig das Sylter Außenriff. Die sensibelste Zeit ist der Zeitraum der Geburt der Jungen in der Zeit von Mai bis Juli – sie fand bisher hauptsächlich im Fortpflanzungsgebiet Sylter Außenriff statt (BfN 2013). Laut Viquerat et al. (2015) scheint jedoch der Bereich um das „Borkum Riffgrund“ ein neuer *hot spot* zu sein und eine neue Bedeutung für die Schweinswale als Kalbungsgebiet zu erhalten. Untersuchungen von Baltzer et al. (2018) wurden an sechs Stationen entlang der Küste von Schleswig-Holstein und Niedersachsen durchgeführt. Es zeigte das höchste Vorkommen von Schweinswalen an der westlich von Sylt gelegenen Station Westerland sowie in der Meldorf-Bucht. Diese beiden Stationen sowie die Station Rochelsteert werden als wichtige Gebiete für Kalbung und Paarung angesehen. Interessanterweise konnten fast ganzjährig hohen Detektionsraten von Schweinswalen an der Station Meldorf-Bucht gezeigt werden, obwohl das Gebiet in der Nähe des Büsumer Hafens mit entsprechendem Schiffsverkehr stark anthropogen überprägt ist. Die Verteilung der Schweinswale erklären sich die Autoren durch die Verteilung von Beutefischen (Baltzer et al. 2018). Schweinswale gelten als Nahrungsopportunisten, d. h. sie erbeuten die Nahrung (benthische oder pelagische Fische, auch Tintenfische, Krebstiere), die im Lebensraum gerade verfügbar ist. Dies kann nach Saison, Region und Jahr variieren. Im Frühling werden vor allem Sandaal, Grundel und Hering gefangen, im Sommer der Dorsch. Aufgrund seines Jagd- und Tauchverhaltens beschränkt sich die Verbreitung des Schweinwals auf die kontinentalen Schelfmeere (BSH 2021). Schweinswale führen sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Wanderungen durch; sie sind äußerst beweglich und können in kurzer Zeit große Strecken zurücklegen. Dieses Verhalten lässt sich neben der Folge der Nahrungsfischwanderung auch auf klimatische Einflüsse oder das Aufsuchen von Kalbungsgebieten zurückführen.

Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*)

Kegelrobben sind in Anhang II und V der FFH-RL gelistet. In der nationalen Roten Liste sind Kegelrobben in der Kategorie 2 und damit als „stark gefährdet“ eingestuft. Dies steht der Einstufung des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR) (2014) mit „ungefährdet“ gegenüber. Gemäß § 1 BArtSchVO handelt es sich bei Kegelrobben um eine besonders geschützte Art. Ihr FFH-

Erhaltungszustand ist übergreifend als „günstig“ eingeordnet. Die im Folgenden herangezogenen Daten sind die bestfügbaren und werden als ausreichend für die Beschreibung des IST- Zustandes angesehen, d.h. das Vorkommen und Verbreitung der möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Art.

Die wichtigsten Kegelrobbengesellschaften befinden sich entlang der britischen Küste, wo die Population auf 111.600 Tiere geschätzt wurde (SCOS, 2015 in Jensen et al. 2018). In Deutschland hält sich Teilpopulation der Kegelrobbe an folgenden Stellen auf: Jungnamensand (Schleswig-Holstein), Helgoländer Düne (Schleswig-Holstein) und Kachelotplate bei Juist (Niedersachsen). Sie sind auch regelmäßig im Elbeästuar bis zum Mühlenberger Loch gesichtet worden (BfG 2019). Die Zahl der Tiere ist von 2.139 im Jahr 2006 auf 5.445 in 2017 gestiegen (Jensen et al. 2018). Laut Brasseur et al. (2020) lag die mittlere Wachstumsrate in den letzten fünf Jahren bei ca. 9% pro Jahr. Besonders wichtige Lebensräume sind ungestörte Liegeplätze, die für die Aufzucht der Jungtiere geeignet sind. Geburten erfolgen im Wattenmeer zwischen November und Januar (Koschinski 2007), der Haarwechsel liegt in der Zeit von Mitte Februar bis Mitte Mai. Kegelrobbe ernähren sich von einer Vielzahl von Fischarten sowie Tintenfisch und Krebsen (Schwarz et al. 2003). Kabeljau, Wittling, verschiedene Plattfischarten und Sandaale sind wichtige Beutefischarten in der nördlichen Nordsee. Laut Brasseur et al. (2020) ist die Zahl der Kegelrobbe in der Wattenmeerregion seit über einem Jahrzehnt stetig gestiegen. Demnach haben sich die Bestände seit der Rückkehr der Kegelrobbe ins Wattenmeer erfolgreich stabilisiert. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 7649 Kegelrobben gezählt, davon 218 in den Gebieten von Schleswig-Holstein, 587 (*unvollständige Zählung, geschätzt 10-15% weniger*) in Niedersachsen/ Hamburg erfasst. Abbildung 51 zeigt die Bedeutung des Helgoländer Gebietes für den deutschen Raum und die des niederländischen Gebietes.

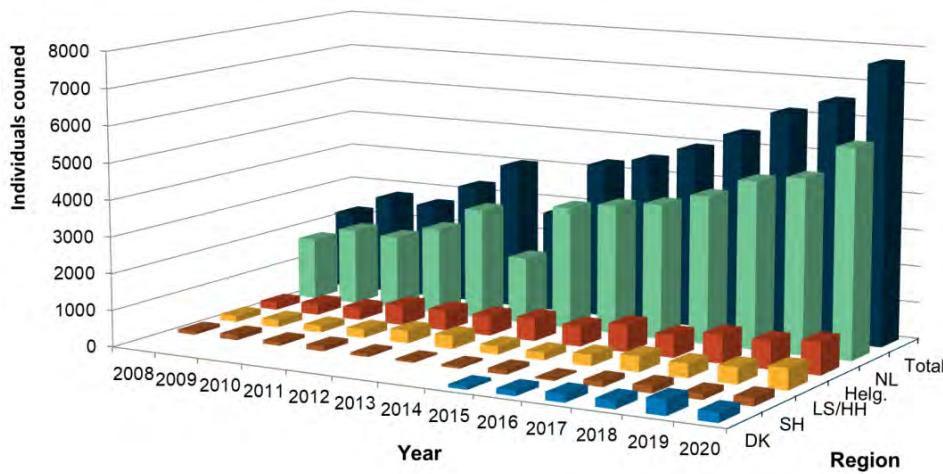


Abbildung 51: Anzahl von Kegelrobben im Wattenmeer während des Haarwechsels von 2008- 2020 (aus Brasseur et al. 2020)

Seit 2006 werden Befliegungszählungen auch für Kegelrobben synchron in den Wattenmeerländern durchgeführt, wobei Dänemark seit der Saison 2014/2015 daran beteiligt ist. Es werden Erfassungen in der Phase des Fellwechsels (März bis April) und Erfassungen der Jungtiere während der Wurf- und Aufzuchtphase der Kegelrobben (November bis Januar) unterschieden.

Im Winterhalbjahr 2016/2017 wurden innerhalb des Nationalparks Hamburger Wattenmeer an einem Termin (04.04.2017) drei Kegelrobben erfasst. Am gleichen Termin konnten auf den Hohenhörnsäanden (außerhalb NPHW) zwei weitere Individuen gezählt werden. Im Winterhalbjahr 2017/2018 konnten innerhalb des NPHW an keinem Termin Kegelrobben nachgewiesen werden. Im Bereich der südlich des Nordertill liegenden Hohenhörnsände (außerhalb NPHW; „gegenüber“) wurden am 22.04.2018 vier Individuen erfasst.

Wattenmeer weit wurden während des Haarwechsels in der Saison 2017/2018 im Vergleich mit der vorherigen Saison erneut mehr Kegelrobben gezählt (+13 %). Die Zahl der Jungtiere ist in der Saison 2017/2018 wiederum angestiegen (+8 %). Bei den Jungtieren wird seit der Saison 2011/2012 ein Synchrotermin herangezogen (statt der Integration der Gesamtsumme der Helgoländer Jungtiere am Ende der Wurfsaison; TSEG – Arbeitsgruppe in Brasseur et al. 2017). Wattenmeerweit (inklusive Dänemark) wurden während des Haarwechsels maximal 6.144 Individuen (+13 %) erfasst. Für das zusammengefasste Wattenmeer Niedersachsens und Hamburgs werden für die Saison 2017/2018 383 Kegelrobben angegeben. In der vorherigen Saison 2016/2017 wurden 422 Individuen erfasst, so dass sich für den Berichtsraum Niedersachsen und Hamburg eine Abnahme um 9 % ergibt. An Jungtieren der Saison 2017/2018 wurden im Bereich Niedersachsen und Hamburg 228 Individuen erfasst (2016/2017: 197 Jungtiere; Brasseur et al. 2017 & 2018), so dass im Vergleich mit der vorherigen Wurfsaison ein Anstieg um rund 16 % resultiert.

Das Monitoring im Auftrag der Nationalparkverwaltung im Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein dokumentiert auch, dass die Anzahl der Kegelrobben im Wattenmeer (ohne Helgoland) von 2016 bis 2020 leicht angestiegen ist (Grünkorn & Höschle 2020). Dabei waren neben Helgoland nur die Außensände Knobsand und Jungnamensand nordwestlich von Amrum ein beständiges Dichtezentrum der Kegelrobbe in allen Jahren. Südlich davon, in der Umgebung der Insel Trischen, wurden nur noch vereinzelt Tiere gesichtet. Wurfplätze von Kegelrobben existieren im und nahe des Verbringgebiets nicht.

Seehund (*Phoca vitulina*)

Seehunde sind in den Anhängen II und V der FFH-Richtlinie aufgeführt und laut der Roten Liste Deutschlands als „nicht gefährdet“ eingestuft. Ihr FFH Erhaltungszustand ist mit „günstig“ bewertet. Der Gesamtbestand der Seehunde im Wattenmeer zwischen dem niederländischen

Den Helder und dem dänischen Esbjerg wird als eine Population angesehen. Die im Folgenden herangezogenen Daten sind die bestfügbaren und werden als ausreichend für die Beschreibung des IST- Zustandes angesehen, d.h. das Vorkommen und Verbreitung der möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Art.

Neben küstennahen Vorkommen vor Sylt, Spiekeroog und Wangerooge wurde ein Schwerpunkt deutlich küstenfern nordwestlich des Gebiets „Östliche Deutsche Bucht“ festgestellt (Markones et al. 2015), allerdings tauchen einige Tiere auch regelmäßig im Elbeästuar bis zum Mühlenberger Loch (BfG 2019). Ausgewachsene Tiere aus dem Wattenmeer, die nicht mit der Pflege des Nachwuchses beschäftigt sind, unternehmen unabhängig von der Jahreszeit meist mehrtägige Beutezüge, auf denen sie größere Strecken (30 bis über 60 km) in die Nordsee hinaus zu ihren Jagdrevieren schwimmen. Aus dem Wattenmeer werden deutliche saisonale Unterschiede im Vorkommen berichtet. Während der Aufzuchtzeit (Juni bis August) und des Haarwechsels (Juni bis September) verbringen Seehunde weniger Zeit im Wasser als in der übrigen Zeit des Jahres (Koschinski 2007). In dieser Zeit sind die Ruheplätze und Nahrungsvorkommen der FFH-Schutzgebiete von besonderer Bedeutung. Seehunde gelten als Nahrungsopportunisten, sie erbeuten die Nahrung, die im Lebensraum gerade verfügbar ist. Hierbei scheinen sie benthische, d. h. am Boden vorkommende Beute wie Plattfische zu bevorzugen. Laut Galatius et al. (2020) stieg die Zahl der Seehunde im Sommer 2020 von 38.126 Tieren in 2017 (Jensen et al., 2018) auf ca. 41.700, inklusive Anteil von ca. 32% von sich unter Wasser befindenden Tieren (Korrekturfaktor). In Schleswig-Holstein wurden 10.746 Tiere gezählt (+23% im Vergleich zu 2019), und im Niedersächsischen und Hamburger Bereich 7.553 (-14% im Vergleich zu 2019). Abbildung 52 zeigt, dass die Population der Nordsee in den letzten Jahren gewachsen ist und sich auf dem ‘Carrying capacity’ Niveau bewegt. Bei den Jungtieren konnte 2020 ein Abfall der Zahlen in Dänemark und Niedersachsen beobachtet werden, während die Zahlen in Schleswig-Holstein anstiegen. Die Seehundpopulation hat ihr höchstes Level seit Beginn des Trilateralen Monitorings seit 1975 erreicht, und der steigende Trend wird als Basis für einen guten Erhaltungszustand im Bereich des Wattenmeeres angesehen (Jensen et al. 2018).

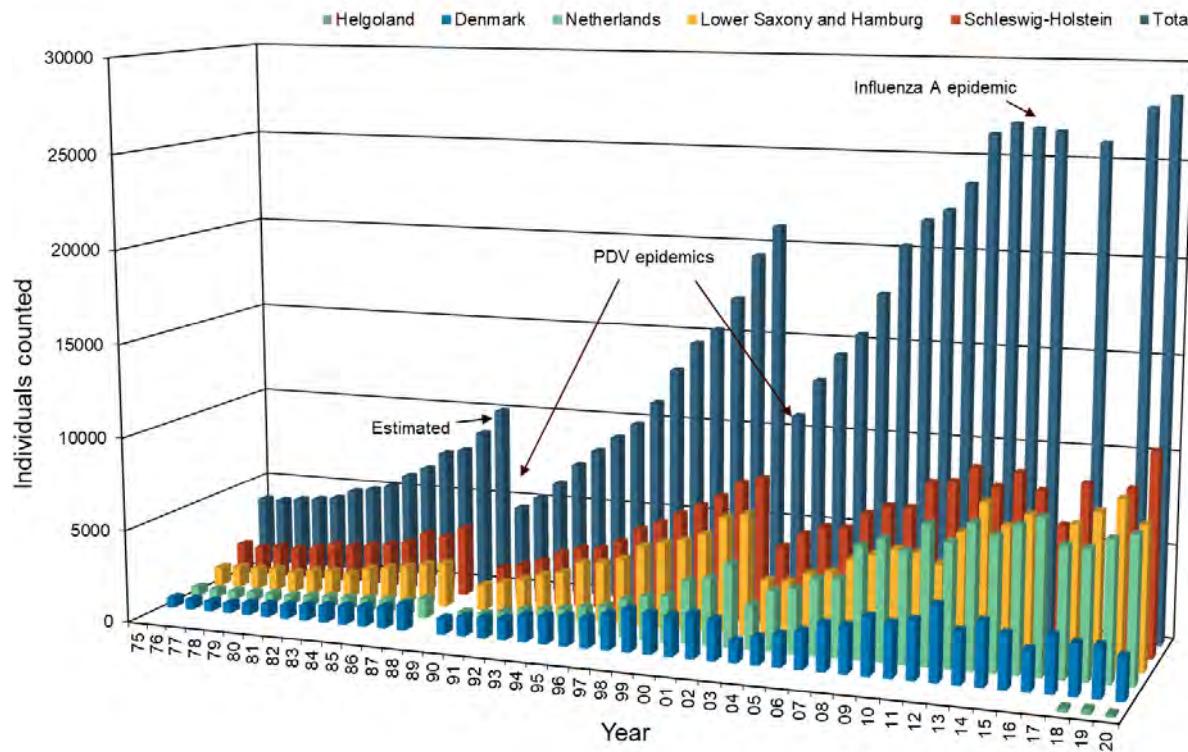


Abbildung 52: Anzahl der Seehunde im Wattenmeer (während des Haarwechsels) von 1975-2020 (Galatius et al. 2020)

Wattenmeerweit wird für 2018 (August) von etwa 26.000 Seehunden ausgegangen, wovon laut Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) auf Niedersachsen und Hamburg 8.058 Individuen entfallen. Im Vergleich von 2017 mit 2016 wurden in allen vier Regionen des Wattenmeers neue Höchstwerte erfasst, wobei die Zunahme für den Bereich Niedersachsen/Hamburg bei 16 % lag (insgesamt 2.212 erfasste Jungtiere). Seit Beginn der Auswertungen im Rahmen dieses Monitorings wurden die größten Seehund-Ansammlungen an den in die Till entwässernden Prielsystemen festgestellt, was auch für 2018 gilt: durchschnittlich 577 Tiere wurden im Bereich Robbenplate und Wittsandloch angetroffen. Der Vergleich mit 2017 (720 Ind.) ist nur begrenzt aussagekräftig, da der Durchschnitt 2018 auf lediglich zwei Zählungen (07. und 20.06.2018) basiert. Am Neuwerker Loch und Baken-/Muschelloch wurden (während der Befliegungen) zuletzt 2011 Individuen angetroffen. An den in die Elbe entwässernden Prielen hielten sich auch 2018 deutlich weniger Individuen auf. Entsprechend sind hier nur wenige Jungtiere zu sehen. Nachdem die Eitzenbalje 2011 seit längerer Zeit wieder als Liegeplatz genutzt wurde, war der Bereich seitdem (zumindest während der Befliegungen) nicht besucht.

4.10.6 Vögel

Die Beschreibung des IST-Zustandes erfolgt für relevante Vogelarten der einzelnen Schutzgebiete. Als relevante Vogelarten werden hier charakteristische Arten nach Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie sowie der Ramsar-Konvention von 1971 ("Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von internationaler Bedeutung", d.h. wenn es mindestens 1 % der biogeographischen Population einer Wasservogelart beherbergt) verstanden, die im Vorhabengebiet und seiner Umgebung – insbesondere im hamburgischen, niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Wattenmeers bzw. Nationalparken und angrenzenden Küstengebieten – vorkommen. Das Wattenmeer ist Rast-, Mauser- und Überwinterungsgebiet für viele Wat- und Wasservögel des ostatlantischen Zugwegs (East Atlantic Flyway). Diejenigen Arten, deren Anteil über 50 % der Flyway Population ausmacht, wie zum Beispiel Ringelgans, Knut, Säbelschnäbler und Austernfischer, werden als "Charakter-Arten" bezeichnet (Informationsblatt aus dem Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, August-September 2006). Des Weiteren wird auch auf die typischen Arten des Hochsee-Lebensraumes eingegangen, die die geplante Verbringstelle sowie die Bereiche, die durch die Baggergutverbringung aufgrund einer erhöhten Sedimentation oder eines erhöhten Schwebstoffgehaltes bzw. erhöhten Trübung betroffen werden können, als Aufenthalts- und Jagdgebiet nutzen.

4.10.6.1 Erhaltungsgegenstände und -zustände der Vogelschutzgebiete

Zunächst werden die wertbestimmenden Arten pro Schutzgebiet aufgeführt, welches möglicherweise aufgrund seiner Nähe zum Verbringgebiet oder durch die Verdriftung bzw. Sedimentablagerung infolge der Baggergutverbringung betroffen sein könnte: die Nationalparke „Ramsar-Gebiet Schleswig-holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (0916-391, Teilgebiet 1), „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“, „Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (2210-401)“, das „Seevogelschutzgebiet Helgoland (DE1813-491)“, „Unterelbe bis Wedel (DE 2323-402)“ und „Unterelbe (DE 2121-401)“.

Anschließend wird der Zustand der Arten entsprechend der gesamtdeutschen und länderspezifischen Roten Listen aufgeführt (n.b.: die Hamburger RL berücksichtigt nicht den Nationalpark), gefolgt durch eine artspezifische Zustands- und Trendbeschreibung – je nach Datenlage wattenmeerübergreifend sowie gebietsspezifisch. Dort wird zwischen Brut- und Gastvögeln unterschieden.

Für jedes Schutzgebiet werden nur die charakteristischen Arten der Meeres- und Wattgebiete betrachtet, die möglicherweise durch die Baggergutverbringung betroffen werden könnten, da

sie die Watt- und Wasserflächen mit Prielen und Sänden sowie Spülsäume und Salzwiesen¹ als Brut-, Aufzucht-, Mauser-, Durchzugs-, Rast-, Überwinterungs- und Nahrungsgebiete nutzen und somit eine mögliche Betroffenheit durch die Anwesenheit der Verbringsschiffe oder über die Nahrungsaufnahme gegeben ist (blau hinterlegt in Tabelle 51). Daher werden Singvögel wie z.B. Lerchen oder Rohrsänger, Reiher und Rallen sowie Eulen und Greifvögel nicht in die Untersuchung einbezogen.

Tabelle 51: Zustand der Brutvögel laut der Rote Liste Kategorie von Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Deutschland

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen	Deutschland
Acrocephalus schoenobaenus [Schilfrohrsänger]				
Acrocephalus scirpaceus [Teichrohrsänger]				
Alauda arvensis [Feldlerche]				
Alca torda [Tordalk]	R			R
Anas acuta [Spießente]	NV, +		1	3
Anas clypeata [Löffelente]	NV, +	1	2	3
Anas crecca [Krickente]	+	V	3	3
Anas penelope [Pfeifente]	NV, +		R	R
Anas platyrhynchos [Stockente]	+			
Anas querquedula [Knäckente]	V	1	1	2
Anas strepera [Schnatterente]	NV, +		+	
Anser albifrons [Blässgans]				
Anser anser [Graugans]				
Anthus petrosus [Strandpieper]				
Anthus pratensis [Wiesenpieper]				
Ardea cinerea [Graureiher]				
Arenaria interpres [Steinwälzer]	1			2
Asio flammeus [Sumpfohreule]				
Botaurus stellaris [Rohrdommel]	+		1	3
Branta bernicla [Ringelgans]				

¹ 1: Da das Vorland nur bei Sturmfluten, die vornehmlich im Winter stattfinden, überspült wird, aber vom mittleren Tidehochwasser nicht erreicht wird, wird nicht von einer Betroffenheit von Bodenbrütern durch die Sedimentverbringung, d.h. Überdeckung, ausgegangen. Daher werden auf Salzwiesen brütende Vögel nicht spezifisch betrachtet.

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen	Deutschland
<i>Branta leucopsis</i> [Nonnengans]	NV, +		+	
<i>Buteo lagopus</i> [Rauhfußbussard]				
<i>Calidris alba</i> [Sanderling]				
<i>Calidris alpina</i> [Alpenstrandläufer]	1		1	1
<i>Calidris canutus</i> [Knutt]				
<i>Calidris ferruginea</i> [Sichelstrandläufer]				
<i>Calidris maritima</i> [Meerstrandläufer]				
<i>Carduelis flavirostris</i> [Berghänfling]				
<i>Charadrius alexandrinus</i> [Seeregenpfeifer]	1		1	1
<i>Charadrius hiaticula</i> [Sandregenpfeifer]	2	3	1	1
<i>Chlidonias niger</i> [Trauerseeschwalbe]	1	1	1	1
<i>Cirronia cirronia</i> [Weißstorch]				
<i>Circus aeruginosus</i> [Rohrweihe]	+	3	V	
<i>Circus cyaneus</i> [Kornweihe]	2		1	1
<i>Circus pygargus</i> [Wiesenweihe]				
<i>Crex crex</i> [Wachtelkönig]				
<i>Cygnus columbianus bewickii</i> [Zwergschwan]				
<i>Cycgnus cygnus</i> [Singschwan]	NV, +			
<i>Cygnus olor</i> [Höckerschwan]	+		*	
<i>Eremophila alpestris</i> [Ohrenlerche]				
<i>Falco columbarius</i> [Merlin]				
<i>Falco peregrinus</i> [Wanderfalke]				
<i>Fulmarus glacialis</i> [Eissturmvogel]	R			R
<i>Gallinago gallinago</i> [Bekassine]	2	1	1	1
<i>Gavia arctica</i> [Prachttaucher]				
<i>Gavia stellata</i> [Sterntaucher]				
<i>Gelochelidon nilotica</i> [Lachseeschwalbe]	1		1	1
<i>Haematopus ostralegus</i> [Austernfischer]	NV		+	
<i>Haliaeetus albicilla</i> [Seeadler]	+		2	
<i>Larus argentatus</i> [Silbermöwe]	+		+	
<i>Larus canus</i> [Sturmmöwe]	V		+	
<i>Larus fuscus</i> [Heringsmöwe]	NV, +		+	

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen	Deutschland
Larus marinus [Mantelmöwe]	NV	3		
Larus melanocephalus [Schwarzkopfmöwe]	+		+	
Larus minutus (Hydrocoleus minutus) [Zwergmöwe]	0			R
Larus ridibundus [Lachmöwe]	+	2	+	
Larus tridactylus (Rissa tridactyla) [Dreizehenmöwe]	R			R
Limnicola falcinellus [Sumpfläufer]				
Limosa lapponica [Pfuhlschnepfe]				
Limosa limosa [Uferschnepfe]	2	1	2	1
Luscinia svecica [Blaukehlchen]			+	
Melanitta nigra [Trauerente]				
Mergus serrator [Mittelsäger]	NV, +		R	
Motacilla flava [Schafstelze]			+	
Numenius arquata [Großer Brachvogel]	V	0	2	1
Numenius phaeopus [Regenbrachvogel]				
Oenanthe oenanthe [Steinschmätzer]	1	1	1	1
Phalacrocorax carbo [Kormoran]			+	
Philomachus pugnax [Kampfläufer]	1	0	1	1
Platalea leucorodia [Löffler]	R		+	R
Plectrophenax nivalis [Schneeammer]				
Pluvialis apricaria [Goldregenpfeifer]			1 (0 in Watten, Marschen)	
Pluvialis squatarola [Kiebitzregenpfeifer]				
Podiceps grisegena [Rothalstaucher]	+	2	3	
Porzana porzana [Tüpfelsumpfhuhn]	3	2	2	
Rallus aquaticus [Wasserralle]				
Recurvirostra avosetta [Säbelschnäbler]	NV	0	+	
Saxicola rubetra [Braunkehlchen]		1	2	
Somateria mollissima [Eiderente]	V		+	
Sterna albifrons [Zwergseeschwalbe]	2	0	1	1
Sterna hirundo [Flußseeschwalbe]	NV, +	0	2	2
Sterna paradisaea [Küstenseeschwalbe]	NV, +		1	1

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen	Deutschland
Sterna sandvicensis [Brandseeschwalbe]	1		+	1
Sula bassana [Basstölpel]	R			R
Tadorna tadorna [Brandgans]	NV, +		+	
Tringa erythropus [Dunkler Wasserläufer]				
Tringa nebularia [Grünschenkel]				
Tringa totanus [Rotschenkel]	V	1	2	3
Uria algae [Trottellumme]	R			R
Vanellus vanellus [Kiebitz]	3	2	3	2

*(Grüneberg et al. 2015, Krüger & Nipkow 2015, LLUR 2010, Mischke 2018): 0: ausgestorben oder verschollen, 1: vom Aussterben bedroht, 2: stark gefährdet; 3: gefährdet, V: Vorwarnliste, R: extrem selten/ geographische Restriktion, D: Daten unzureichend, +: ungefährdet, NV: Nationale Verantwortung=1/3 des Brutbestandes in S-H, aber in S-H ungefährdet lt. LLUR 2010.

Das Ramsar-Gebiet „Schleswig-holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ ist in drei Teilgebiete gegliedert (s. Kap. 4.1), von denen aufgrund der Nähe zum Vorhabengebiet nur „Teilgebiet 1: Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzender Küstenstreifen“ relevant für eine Betrachtung ist. Daher werden auch nur die Erhaltungsgegenstände und -zustände (laut Standard Datenbögen, SDB) der Gebiete betrachtet (Tabelle 52).

Tabelle 52: Erhaltungsgegenstände und -zustände (in Klammern) der Vogelschutzgebiete „Ramsar-Gebiet Schleswig-holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (0916-391, Teilgebiet 1), „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“ und „Niedersächsisches Wattenmeer (2210-401)

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen
Acrocephalus schoenobaenus [Schilfrohrsänger]	B (B)		G (B)
Alauda arvensis [Feldlerche]	B (B)		B (B)
Alca torda [Tordalk]	G (A)		G (B)
Anas acuta [Spießente]	G (A)		G (B)
Anas clypeata [Löffelente]	GB (B)		GB (B)
Anas crecca [Krickente]	G (B)		G (B)
Anas penelope [Pfeifente]	G (A)		G (B)
Anas platyrhynchos [Stockente]	GB (B)		G (B)
Anas querquedula (Knäkente)	GB (C)		G (B)
Anas strepera (Schnatterente)			G (B)

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen
<i>Anser albifrons</i> [Blässgans]			G (B)
<i>Anser anser</i> [Graugans]			G (B)
<i>Anthus pratensis</i> [Wiesenpieper]	B (B)		
<i>Anthus petrosus</i> [Strandpieper]			G (A)
<i>Ardea cinerea</i> [Graureiher]	G (B)		
<i>Arenaria interpres</i> [Steinwälzer]	GB (A)		G (B)
<i>Asio flammeus</i> [Sumpfohreule]	GB (B)	B (A)	B (B)
<i>Botaurus stellaris</i> [Rohrdommel]	B (B)		B (B)
<i>Branta bernicla</i> [Ringelgans]	G (A)	G (A)	G (B)
<i>Branta leucopsis</i> [Nonnengans]	GB (A)	G (B)	G (B)
<i>Buteo lagopus</i> [Rauhfußbussard]	G (B)		
<i>Calidris alba</i> [Sanderling]	G (A)	G (A)	G (B)
<i>Calidris alpina</i> [Alpenstrandläufer]	B (A)	G (B)	G (B)
<i>Calidris canutus</i> [Knutt]	G (A)	G (A)	G (B)
<i>Calidris ferruginea</i> [Sichelstrandläufer]	G (A)		G (B)
<i>Calidris maritima</i> [Meerstrandläufer]			G (B)
<i>Carduelis flavirostris</i> [Berghänfling]	G (A)		G (C)
<i>Charadrius alexandrinus</i> [Seeregenpfeifer]	GB (A)	G (A)	B (C)
<i>Charadrius hiaticula</i> [Sandregenpfeifer]	GB (A)		G (B)
<i>Chlidonias niger</i> [Trauerseeschwalbe]	B (B)		
<i>Circus aeruginosus</i> [Rohrweihe]	B (B)		B (B)
<i>Circus cyaneus</i> [Kornweihe]	GB (B)		B (B)
<i>Crex crex</i> [Wachtelkönig]			G (C)
<i>Cygnus columbianus bewickii</i> [Zwergschwan]			G (B)
<i>Cycgnus cygnus</i> [Singschwan]			G (B)
<i>Eremophila alpestris</i> [Ohrenlerche]	G (A)		G (C)
<i>Falco columbarius</i> [Merlin]	G (B)		
<i>Falco peregrinus</i> [Wanderfalke]	GB (B)	B (A)	GB (B)
<i>Fulmarus glacialis</i> [Eissturmvogel]	G (B)		
<i>Gallinago gallinago</i> [Bekassine]	GB (B)		G (C)
<i>Gavia arctica</i> [Prachttaucher]	G (A)		G (B)
<i>Gavia stellata</i> [Sterntaucher]	G (A)		G (B)

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen
<i>Gelochelidon nilotica</i> [Lachseeschwalbe]	B (A)		
<i>Haematopus ostralegus</i> [Austernfischer]	GB (A)	G (A)	G (B)
<i>Haliaeetus albicilla</i> [Seeadler]	G (B)		
<i>Larus argentatus</i> [Silbermöwe]	GB (B)		G (B)
<i>Larus canus</i> [Sturmmöwe]	GB (B)		G (B)
<i>Larus fuscus</i> [Heringsmöwe]	GB (A)		GB (B)
<i>Larus marinus</i> [Mantelmöwe]	GB (B)		G (B)
<i>Larus melanocephalus</i> [Schwarzkopfmöwe]	B (C)		G (B)
<i>Larus minutus</i> [Zwergmöwe]	G (B)		G (B)
<i>Larus ridibundus</i> [Lachmöwe]	GB (B)		G (B)
<i>Larus tridactylus</i> (<i>Rissa tridactyla</i> [Dreizehenmöwe])	G (B)		G (B)
<i>Limosa lapponica</i> [Pfuhlschnepfle]	G	G (A)	G (B)
<i>Limosa limosa</i> [Uferschnepfe]	GB		GB (B)
<i>Luscinia svecica</i> [Blaukehlchen]	B (B)		
<i>Melanitta nigra</i> [Trauerente]	G (A)		G (B)
<i>Mergus serrator</i> [Mittelsäger]	GB (B)		
<i>Motacilla flava</i> [Schafstelze]			B (B)
<i>Numenius arquata</i> [Großer Brachvogel]	G (A)	G (A)	GB (B)
<i>Numenius phaeopus</i> [Regenbrachvogel]	G (B)		G (B)
<i>Oenanthe oenanthe</i> [Steinschmätzer]	B (C)		B (B)
<i>Phalacrocorax carbo</i> [Kormoran]	G (B)		GB (B)
<i>Philomachus pugnax</i> [Kampfläufer]	GB (A)		
<i>Platalea leucorodia</i> [Löffler]	B (A)		GB (B)
<i>Plectrophenax nivalis</i> [Schneeammer]	G (A)		G (B)
<i>Pluvialis apricaria</i> [Goldregenpfeifer]	G (B)	G (A)	G (B)
<i>Pluvialis squatarola</i> [Kiebitzregenpfeifer]	G (A)	G (B)	G (B)
<i>Podiceps grisegena</i> [Rothalstaucher]	G (B)		
<i>Porzana porzana</i> [Tüpfelsumpfhuhn]	B (B)		
<i>Recurvirostra avosetta</i> [Säbelschnäbler]	GB (A)	B (A)	GB (B)
<i>Somateria mollissima</i> [Eiderente]	GB (A)		GB (B)
<i>Sterna albifrons</i> [Zwergseeschwalbe]	B (A)	B (A)	GB (B)
<i>Sterna hirundo</i> [Flußseeschwalbe]	B (A)	B (B)	GB (B)

Vogelart	Schleswig-Holstein	Hamburg	Niedersachsen
<i>Sterna paradisaea</i> [Küstenseeschwalbe]	GB (A)	B (B)	GB (C)
<i>Sterna sandvicensis</i> [Brandseeschwalbe]	GB (A)	B (B)	GB (B)
<i>Tadorna tadorna</i> [Brandgans]	GB (A)	G (B)	G (B)
<i>Tringa erythropus</i> [Dunkler Wasserläufer]	G (A)		G (B)
<i>Tringa nebularia</i> [Grünschenkel]	G (A)		G (B)
<i>Tringa totanus</i> [Rotschenkel]	GB (A)		GB (B)
<i>Uria algae</i> [Trottellumme]	G (A)		G (B)
<i>Vanellus vanellus</i> [Kiebitz]	GB (B)		GB (B)

(*https://www.bfn.de/0316_steckbriefe.html), abgerufen im November 2021“; fett gedruckt: Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie, B: Brutvögel; G: Gastvögel)

Brutvogelarten in dem Schutzgebiet „*Unterelbe bis Wedel (DE 2323-402)*“ sind laut Standarddatenbogen (<http://www.umweltdaten.landsh.de/> public/natura/pdf/datenbogen/2323_402_SDB.pdf) folgende Arten (Arten des Anhangs I fett, Erhaltungszustand in Klammern). Durch die geplante Verbringung möglicherweise betroffene Arten sind blau gekennzeichnet:

Blaukehlchen (Luscinia svecica) (B), Flussseeschwalbe (Sternula hirundo) (B), Kiebitz (Vanellus vanellus), (C), Lachseeschwalbe (Gelochelidon nilotica) (A), Rohrweihe (Circus aeruginosus)(C), Rotschenkel (Tringa totanus) (C), Säbelschnäbler (Recurvirostra avosetta) (C) und Uferschnepfe (Limosa limosa) (C).

Gastvogelarten sind (Arten des Anhangs I fett): Alpenstrandläufer (*Calidris alpina*) (B), Brandgans (*Tadorna tadorna*) (B), Dunkler Wasserläufer (*Tringa erythropus*) (A), **Flussseeschwalbe (Sternula hirundo) (B), Goldregenpfeifer (Pluvialis apricaria) (B), Graugans (Anser anser) (B), Kampfläufer (Philomachus pugnax) (A), Kiebitzregenpfeifer (Pluvialis squatarola) (B), Krickente (Anas crecca) (B), Lachseeschwalbe (Gelochelidon nilotica) (A), Zergmöwe (Larus minutus) (B), Pfuhlschnepfe (Limosa lapponica) (B), Ringelgans (Branta bernicla) (B), Säbelschnäbler (Recurvirostra avosetta) (B), Sanderling (Calidris alba) (B), Sandregenpfeifer (Charadrius hiaticula) (A, C), Spießente (Anas acuta) (B), Sumpfläufer (*Limicola falcinellus*), Temminckstrandläufer (*Calidris temmincki*), Trauerseeschwalbe (*Chlidonias niger*) (B), und Weisswangengans (*Branta leucopsis*) (A) .**

In dem Schutzgebiet „*Unterelbe (DE 2121-401)*“ sind folgende Brutvogelarten (Arten des Anhangs I fett, alle sind laut Standarddatenbogen im Erhaltungszustand „B“) gelistet (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/

; abgerufen im November 2021). Durch die geplante Verbringung möglicherweise betroffene Arten sind blau gekennzeichnet: Bekassine (*Gallinago gallinago*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*), Feldlerche (*Alauda arvensis*), **Flusseeschwalbe (*Sterna hirundo*)**, Kampfläufer (*Philomachus pugnax*), Kiebitz (*Vanellus vanellus*), Knäkente (*Anas querquedula*), Krickente (*Anas crecca*), **Lachseeschwalbe (*Gelochelidon nilotica*)**, Löffelente (*Anas clypeata*), **Rohrweihe (*Circus aeruginosus*)**, **Rotschenkel (*Tringa totanus*)**, **Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*)**, Schafstelze (*Motacilla flava*), Schnatterente (*Anas strepera*), Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus*), **Sumpfohreule (*Asio flammeus*)**, Uferschnepfe (*Limosa limosa*), **Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*)**, Wachtelkönig (*Crex crex*) Wasserralle (*Rallus aquaticus*), **Weißstorch (*Cirtonia circonia*)** und **Wiesenweihe (*Circus pygargus*)**.

Folgende Gastvogelarten (Arten des Anhangs I fett) sind für dieses Gebiet gelistet (https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/; abgerufen im November 2021). Durch die geplante Verbringung möglicherweise betroffene Arten sind blau gekennzeichnet: Brandgans (*Tadorna tadorna*), Blässgans (*Anser albifrons*), Dunkler Wasserläufer (*Tringa erythropus*), Feldlerche (*Alauda arvensis*), **Goldregenpfeifer (*Philomachus pugnax*)**, Graugans (*Anser anser*), Großer Brachvogel (*Numenius arquata*), Grünschenkel (*Tringa nebularia*), Höckerschwan (*Cygnus olor*), Lachmöve (*Larus ridibundus*), Kiebitz (*Vanellus vanellus*), Krickente (*Anas crecca*), Löffelente (*Anas clypeata*), Pfeiffente (*Anas penelope*), Regenbrachvogel (*Numenius phaeopus*), **Rohrdommel (*Botaurus stellaris*)**, Rotschenkel (*Tringa totanus*), **Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*)**, Sandregenpfeifer (*Charadrius hiaticula*), **Singschwan (*Cyggnus cygnus*)**, Spießente (*Anas acuta*), Stockente (*Anas platyrhynchos*), Sturmmöve (*Larus canus*), **Tüpfelsumpfhuhn (*Porzana porzana*)**, Weißst. Blaukehlchen (*Luscinia svecica sverica*), Weisswangengans (*Branta leucopsis*) und Zergschwan (*Cygnus columbianus bewickii*).

Im Standarddatenbogen des „Seevogelschutzgebietes Helgoland (DE1813-491)“ werden insgesamt 12 Vogelarten, davon 6 Arten nach Anhang I der VS-RL (fett) aufgelistet: Basstöpel (*Sula bassana*) (A), **Brandseeschwalbe (*Sterna sandvicensis* (C))**, Dreizehenmöve (*Rissa tridactyla*) (A), Eissturm (Fulmarus glacialis) (A), **Flusseeschwalbe (*Sterna hirundo*) (B)**, **Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*) (B, C)**, **Prachttaucher (*Gavia arctica*) (A)**, **Sterntaucher (*Gavia stellata*) (B)**, Trauerente (*Melanitta nigra*) (A), Tordalk (*Alca torda*) (A), Trottellumme (*Uria algae*) (A) und Zergmöve (*Larus minutus*) (B). Durch die geplante Verbringung möglicherweise betroffene Arten sind blau gekennzeichnet.

4.10.6.2 Verbreitung und Zustand von Brut- und Gastvögeln im Vorhabengebiet und Umgebung

Zunächst wird detailliert auf die Verbreitung und den Zustand einzelner Arten im gesamten Wattenmeer bzw. der deutschen Bucht und Außenelbe eingegangen, beginnend mit einer Übersicht über den *Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer*, unterteilt nach funktionellen Gesichtspunkten (Umweltbundesamt 2018), im Wesentlichen nach dem Ort ihrer Nahrungsaufnahme (Wassersäule, Benthosfresser, etc.). Soweit die Datenlage es zulässt, wird zwischen Brut- und Gastvögeln unterschieden, wenn nicht, wird nur die vorhandene Information über die Art insgesamt präsentiert. Bei der aggregierten Einstufung nach Umweltbundesamt (2018) wurden folgende Indikatoren zur Bewertung zusammengefasst: Abundanz brütender bzw. überwinternder Vögel, Abundanz insgesamt und Bruterfolg.

Für die nachfolgende Beschreibung der Arten wurden folgende Daten herangezogen:

- TMAP- Monitoringdaten für das deutsche Wattenmeer, insbesondere die Gebiete „Schleswig-Holstein“ und „Niedersachsen/Hamburg“ (Kleefstra et al. 2019, Koffijberg et al. 2020).
- Brutvögel-Monitoringdaten sowie Rastvögelzählungen vom Hamburger Nationalpark Wattenmeer (Umland 2020).
- Gebietsbewertungen nach Krüger et al. (2020) des Außenelbegebietes westlich der Oste (Hadelner- und Belumer Außendeich sowie Vorland Otterndorf West als Gastvogelgebiet für die Jahre 2015-2020, die vom NLWKN bereitgestellt wurden (Februar 2021)).
- Monitoringdaten vom Landesbetrieb Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN, übermittelt im Februar 2021) sowie dazugehörige Gebietsdefinitionen für Brut- und Rastvögelzählungen der Jahre 2016-2018 an der schleswig-holsteinischen Westküste (Hälterlein et al. 1991). Der Fokus der vorliegenden Betrachtung lag auf dem Gebiet „VD 53“ (Brunsbüttel Mühlenstrassen bis Kanal) sowie dem sich westwärts anschließenden Zählgebiet „VD52“ (Neufeld Koog Vorland) aufgrund seiner Bedeutung als Lach- bzw. Flusseeschwalbenkolonie, das jedoch im Vergleich zu „VD53“ wesentlich weniger (im Millimeterbereich) Sedimenteintrag erfährt.
- Zustandsbeschreibung nach Umweltbundesamt (2018).

Die herangezogenen Daten sind die bestfügbaren und werden als ausreichend für die Beschreibung des IST- Zustandes angesehen, d.h. das Vorkommen und Verbreitung der möglicherweise durch das Vorhaben betroffenen Arten.

Hamburgisches Wattenmeer

Die nachfolgenden Daten von Umland (2020) werden vor der artspezifischen Beschreibung gesondert dargestellt, da die Inseln Neuwerk (Innengroden, Nord- und Ostvorland), Scharhörn und Nigehörn als bedeutende Brut- und Rasträume am dichtesten an der geplanten Verbringstelle liegen. Anzumerken ist hierbei, dass der Neuwerker Innengroden inmitten ausgedehnter Watten liegt und beständig hochwasserfrei ist; Nord- und Ostvorland befinden sich vor dem Deich.

Brutvögel

Die nachfolgenden Tabelle 53, Tabelle 54 und Tabelle 55 dokumentieren die Entwicklung der Brutvögelarten auf Neuwerk, Scharhörn und Nigehörn. Auf sie wird später bei den artspezifischen Betrachtungen noch eingegangen.

Tabelle 53: Brutvögel Neuwerk: 2019 im Vergleich mit drei Vorjahren (angepasst aus Umland 2020)

	2016				2017				2018				2019				
	IG	NV	OV	Σ	IG	NV	OV	Σ	IG	NV	OV	Σ	IG	NV	OV	Σ	
Graugans	1		1	2				3	3	1		4	5	6		1	7
Brandente/-gans				90	86	12	9	107	90	5	4	99	106	14	20	140	
Schnatterente	3	1		4	3	1		4	2			2	2			2	
Stockente	8	5		13	9	2	2	13	12	6		18	19			19	
Löffelente	3		2	5	4	1		5	1	1		2	5			5	
Reiherente	2			2	2	1		3	2			2	3			3	
Eiderente			2	2				3	3		1	1	2				
Austernfischer	134	387	91	612	193	337	131	661	138	442	159	739	134	391	118	643	
Säbelschnäbler	12	36		48	23	15		38	22	34		56		63	13	76	
Sandregenpfeifer		3		3		3		3		4		4		4		4	
Kiebitz	26	1	1	28	23	1	2	26	22		2	24	21		2	23	
Rotschenkel	8	4	30	42	3	1	19	23	1	3	23	27		1	25	26	
Lachmöwe	161	258	4238	4657	148	776	4882	5806		809	4181	4990		1080	5376	6456	
Sturmmöwe			15	15		12	15	27		19	15	34		3	26	29	
Heringsmöwe		1	25	26		3	28	31		6	24	30		6	52	58	
Silbermöwe		29	143	172		48	283	331		81	312	393		240	1158	1398	
Brandseeschwalbe			460	460			216	216			375	375			756	756	
Flusseeschwalbe		440	255	695		573	144	717		342	190	532		546	225	771	
Küstenseeschwalbe		385		385		264		264		421		421		410		410	
<i>Rotfüßige Seeschwalben</i>			825	255	1080		837	144	981		763	190	953		956	225	1181

* nur relevante und gesichtete Arten, andere und die mit null Sichtungen wurden gestrichen, IG= Innengroden, OV=Ostvorland, NV= Nordvorland

Tabelle 54: Brutvögel Scharhörn 2019 im Vergleich zu den Jahren 2016-2018 (angepasst aus Umland 2020)

	2016	2017	2018	2019
Graugans		1	2	5
Brandente	14	48	12	8
Stockente	5	1	3	2
Eiderente	12	6	32	37
Austernfischer	51	57	36	35
Rotschenkel	4	5	1	4
Sturmmöwe	5	4		2
Heringsmöwe	278	273	265	294
Silbermöwe	243	221	278	260
Mantelmöwe				1

* nur relevante und gesichtete Arten, andere und die mit null Sichtungen wurden gestrichen

Tabelle 55: Brutvögel Nigehörn im Vergleich von 2019 und 2016-2018 (angepasst aus Umland 2020)

	2016	2017	2018	2019
Kormoran	201	203	226	254
Löffler		5	8	8
Graugans	14	4	4	22
Weißwangengans			2	2
Brandente	10	16	11	2
Stockente	3			2
Eiderente	61	30	39	333
Austernfischer	47	32	21	40
Rotschenkel	5	2	1	2
Sturmmöwe				1
Heringsmöwe	583	708	231	710
Silbermöwe	594	655	381	784
Mantelmöwe	2	1	1	8

Gastvögel

Laut Umland (2020) spiegeln Ankunfts- und Abflugdatum der Gastvögel jeweils den Zeitpunkt wider, an dem beständig mehr als 25 % bzw. weniger als 75 % des Tageshöchstbestandes auf der Insel nachzuweisen sind. Es wird eine Beziehung zwischen Temperatur und Ankunftsdatum angenommen, so lag in den relativ langen kalten Wintern 2012 und 2013 Ankunftsdatum etwas später im Jahr.

Neuwerk

Umland (2020) berichtet von über 15.000 Exemplaren an Gesamtzahlen rastender Wat- und Wasservögel in 2019. Die Zählungen verteilen sich auf die Monate Februar, März, April, Mai, September, Oktober und November. Die Arten Nonnengans, Ringelgans, Eiderente, Austernfischer, Goldregenpfeifer, Großer Brachvogel, Lachmöwe, Silbermöwe und Brandseeschwalbe bildeten die größten Rastbestände (mit ≥ 1.000 Ind.), von denen die Nonnengans, Ringelgans und Spießente entsprechend der Ramsar-Konvention als international bedeutsame Bestände eingeordnet werden können ($\geq 1\%$ der maßgeblichen biogeographischen Population). In den letzten Jahren traten vermehrt Nonnengänse im Winter auf Neuwerk auf. Umland (2020) weist darauf hin, dass sich ein Trend zur verstärkten Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen durch Ringel- und Weisswangengänse im Innengroden ergab.

Scharhörn/Nigehörn

Die Bedeutung der beiden Inseln werden durch die 2019 ermittelten Anzahlen der Watvögelarten Austernfischer (max. 18.100), Kiebitzregenpfeifer (max. 12.650), Knutt (max. 20.000) und Alpenstrandläufer (max. 21.525) durch Umland (2020) belegt. So wurde das Ramsar-Kriterium der 20.000 simultan anwesenden Individuen mehrfach überschritten. Das Maximum mit 112.743 Individuen wurde am 27.09.2019 festgestellt. Brandente, Eiderente, Austernfischer, Alpenstrandläufer, Großer Brachvogel und Lachmöwe kamen am häufigsten vor, erreichten Mindestbestände von über 1.000 Individuen. Ringelgans, Pfeifente, Sandregenpfeifer, Kiebitzregenpfeifer, Knutt, Sanderling, Pfuhlschnepfe, Herings- und Silbermöwe waren weniger stetig, aber ebenfalls mit (zum Teil deutlich) über 1.000 Individuen anwesend. Von diesen Arten erreichten Brandente, Austernfischer, Kiebitzregenpfeifer, Knutt, Sanderling, Alpenstrandläufer und Silbermöwe das 1 %-Kriterium der Ramsar-Konvention. Rastende Ringelgänse wurden auf ihrem Frühjahrs- und Herbstzug auf den Hochwasserrastplätzen der Scharhörnplate gesichtet, mit einem Maximum im Mai. Im Mai 2019 wurden maximal 532 Nonnengänse auf der Plate erfasst.

Wattenmeer, Deutsche Bucht und Außenelbe

Wassersäulen- und Wasseroberflächenfresser

Seetaucher

Aufgrund der langjährigen Datenerhebungen konnte im Nordosten der AWZ und vor den nordfriesischen Inseln ein Hauptverbreitungsgebiet der Seetaucher (inkl. dem Prachttaucher *Gavia arctica* und Sterntaucher *G. stellata*) im Frühjahr identifiziert werden (BMU 2009 in BSH 2015, Markones et al. 2015) – mit einem Konzentrationsbereich westlich von Sylt und Amrum, im Gebiet „Östliche Deutsche Bucht“ (BSH 2019), und Eiderstedt (Abbildung 53). Das langjährige Monitoring im Hoheitsgebiet Schleswig-Holsteins dokumentiert winterliche Schwerpunktgebiete für den Sterntaucher westlich Eiderstedts, westlich des Süderoogsands und nordwestlich Sylts. Ihr aggregierter Zustand wurde für die MSRL laut Umweltbundesamt (2018) mit „gut“ bewertet.

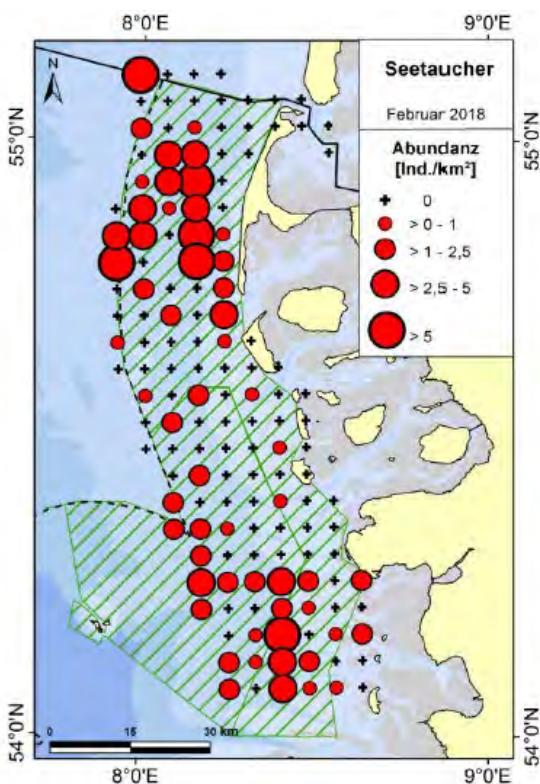


Abbildung 53: Vorkommen von Stern- und Prachttauchern in der deutschen Nordsee am 21.02.2018 (fluggestützt) (Guse et al. 2018).

Gastvögel

Der Trend des Gastvogelbestandes wurde von Krüger et al. (2020) für Niedersachsen als „stabil“ (Sterntaucher) bzw. „moderat abnehmend“ (Prachttaucher) eingeschätzt. Rothalstaucher (*Podiceps grisegena*) überwintern mitunter auch im offenen Meer (Mendel et

al. 2008). Bei Zählungen ergaben sich einzelne küstennahe Sichtungen in der Nordsee, z.B. in der Elbmündung. Zur Mauser und vor allem während der Zugzeiten sowie im Winter halten sie sich u.a. in deutschen Küstengewässern vor Schleswig-Holstein und vor den Ost- und Westfriesischen Inseln sowie im Bereich der Elbmündung auf der Nordsee auf (Mendel et al. 2008).

Alkenvögel

Trottellummen halten sich in der deutschen AWZ und in den deutschen Küstengewässern der Nordsee in den Herbst-/Wintermonaten weitverbreitet auf, in Anzahlen von durchschnittlich 33.500 (BSH 2015) wovon im Herbst die höchsten Zahlen im offshore Bereich mit Wassertiefen zwischen 40-50 m erreicht werden (Mendel et al. 2008).

Brutvögel

Die einzige Brutkolonie in deutschen Gewässern befindet sich auf Helgoland und wird derzeit auf ca. 2.600 Brutpaare geschätzt (Birdlife International, 2004a in BSH 2015). In der Brutzeit verlassen die Vögel die Kolonie nur zur Nahrungssuche. In dieser Zeit suchen die Vögel ihre Nahrung in einem Radius von maximal 10 km. Von daher konzentriert sich das Vorkommen von Trottellummen während der Brutzeit auf die Deutsche Bucht, und zwar weitgehend auf das räumliche Umfeld der Brutkolonie auf Helgoland. Ihr Zustand wurde für die MSRL laut Umweltbundesamt (2018) mit „gut“ bewertet. Aufgrund der geographisch begrenzten Verteilung der Brutgebiete wird ihr Zustand in der Roten Liste mit „R“ (Arten mit geographischer Restriktion) eingeordnet.

Gastvögel

Der Trend der Gastvögel in Niedersachsen wird als „moderat abnehmend“ eingeordnet (Krüger et al. 2020). Tordalken sind im Winter relativ gleichmäßig in den küstennahen Gewässern der AWZ verbreitet (Borkenhagen et al. 2018) (Anmerkung zu Abbildung 54: Unter den artbestimmten Individuen lag der Anteil der Trottellummen bei 94 %). Eine deutliche Konzentration tritt vor den ostfriesischen Inseln auf. Zu anderen Jahreszeiten bleibt das Vorkommen in deutschen Gewässern gering. Die höchsten Konzentrationen treten dabei nördlich von Borkum und Norderney auf und erstrecken sich bis in den Offshore-Bereich. Ihr Zustand wird für die MSRL laut Umweltbundesamt (2018) mit „gut“ eingeordnet.

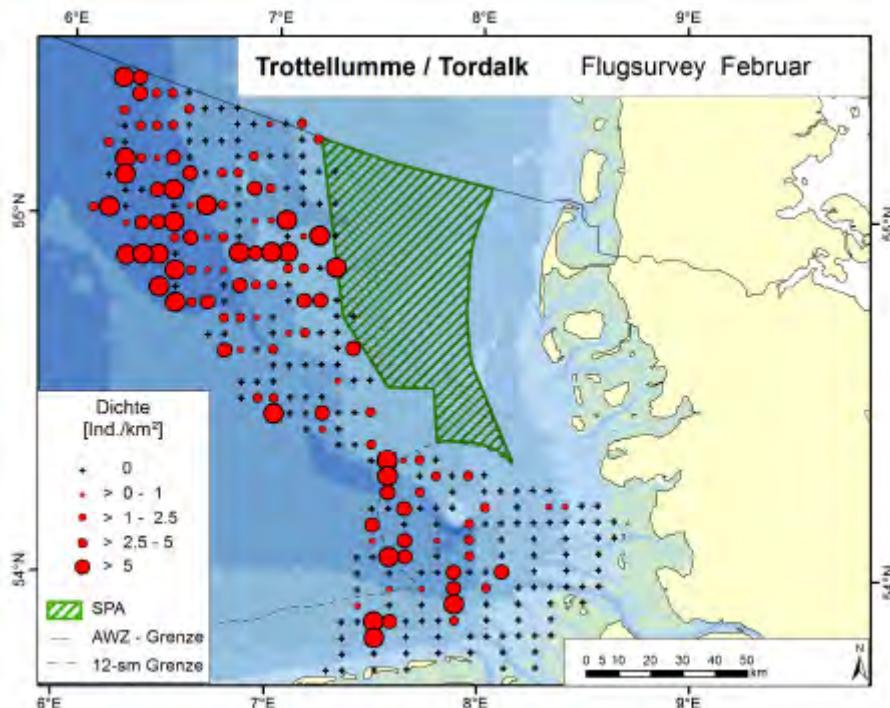


Abbildung 54: Verteilung der Trottellummen und Tordalke in der inneren Deutschen Bucht im Februar 2018 (aus Borkenhagen et al. 2018)

Brutvögel

Auf der Roten Liste der Brutvögel (Südbeck et al. 2008 in BSH 2019) wird der Tordalk in der Kategorie „R“ geführt. Die Brutkolonie auf Helgoland ist allerdings sehr klein und laut BSH (2018) vermutlich nicht ausschlaggebend für das Vorkommen des Tordalks in der deutschen Nordsee.

Gastvögel

In Niedersachsen wurde jedoch ein „stark abnehmender“ Trend der Tordalken beobachtet (Krüger et al. 2020).

Basstölpel

Der Basstölpel kommt laut BSH (2015) in weiten Teilen der deutschen Nordsee in geringer Dichte vor, ohne dass besondere Konzentrationen zu erkennen sind, außer nordwestlich von Helgoland am Nordrand des Elbeurstromtals (Abbildung 55). Basstölpel haben darüber hinaus auch zur Brutzeit ausgedehnte Aktionsradien und können während der Nahrungssuche mehrere hundert Kilometer zurücklegen (Hamer et al. 2001 in Markones & Garthe 2011). Ihr Zustand wird für die MSRL laut Umweltbundesamt (2018) mit „gut“ bewertet.

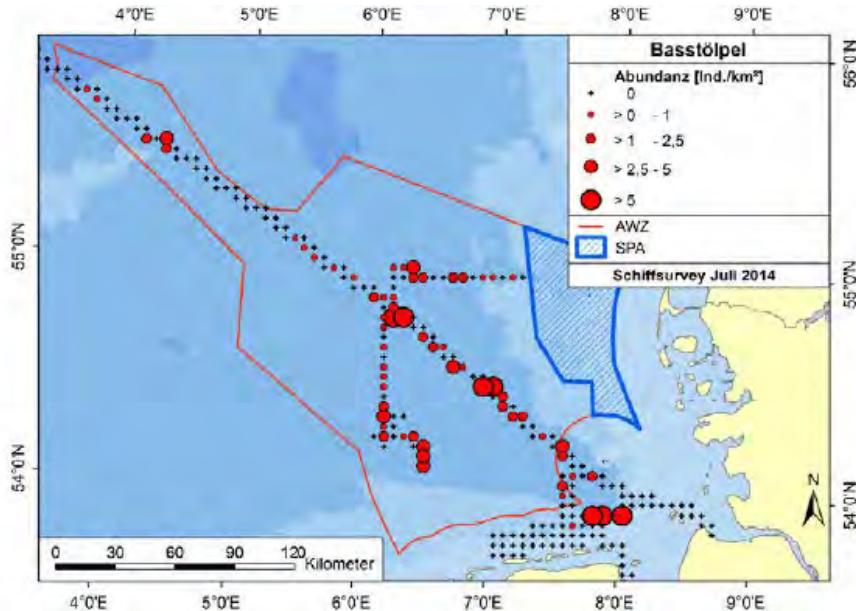


Abbildung 55: Vorkommen des Basstölpels in der deutschen Nordsee bei einer schiffsgestützten Erfassung im Juli 2014 (aus Markones et al. 2015).

Brutvögel

Laut Markones et al. (2015) ergab sich für den Basstölpel kein signifikanter Bestandstrend. Zwar wird er wegen der starken Konzentration der Brutgebiete in der Roten Liste in der Kategorie „R“ (Arten mit geographischer Konzentration) geführt (Südbeck et al. 2008 in BSH 2019), aber sein Bestand gilt nach den Europäischen Gefährdungskategorien als „nicht gefährdet“ (Birdlife International 2015 in BSH 2019).

Gastvögel

Der Zustand der Basstöpel wird in Niedersachsen als „stabil“ angesehen (Krüger et al. 2020).

Eissturmvogel

Brutvögel

Eissturmvögel sind Hochseevögel und kommen in der deutschen Nordsee ganzjährig und nahezu flächendeckend, im Sommer vor allem in der Deutschen Bucht vor (BSH 2019). In küstenfernen Bereichen treten sie in höherer Dichte als in küstennahen Bereichen auf (Abbildung 56). Die höchsten Zahlen werden allerdings im Sommer in Bereichen mit salzhaltigem und temperaturgeschichtetem Nordseewasser in einer Entfernung von über 70 km von der Küste angetroffen (Mendel et al. 2008). Im Rahmen der Basisaufnahmen für Offshore-Windparkprojekte wurde ebenfalls festgestellt, dass Eissturmvögel in höheren Dichten jenseits der 40-m-Tiefenlinie vorkommen. Laut Bird Life International (BLI 2015) zitiert in BSH (BSH 2019) wird die Art in der gesamteuropäischen Rote Liste unter „R“ bzw. der Roten

Liste der EU27 unter „stark gefährdet“ (endangered, EN) bzw. „gefährdet“ (vulnerable, VU) geführt. Ihr Zustand im Rahmen der MSRL ist laut Umweltbundesamt (2018) „nicht gut“.

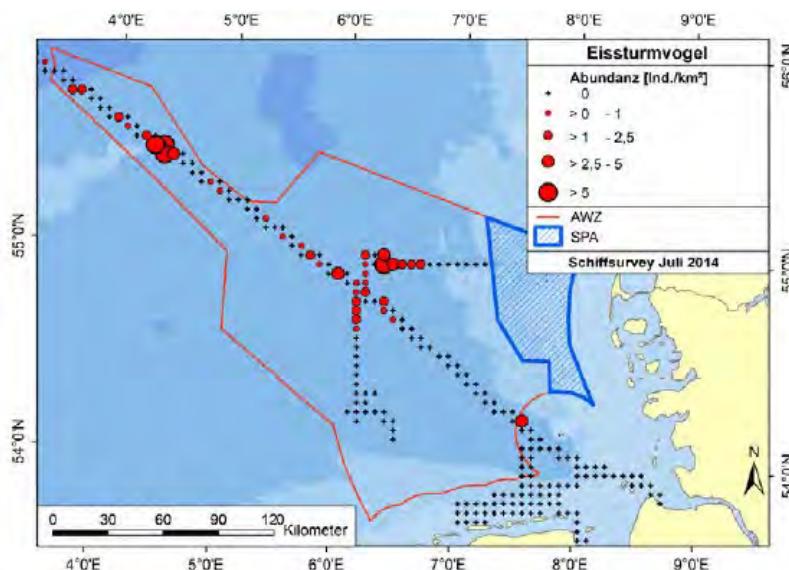


Abbildung 56: Vorkommen des Eissturmvoels in der deutschen Nordsee bei einer schiffsgestützten Erfassung im Juli 2014 (aus Markones et al. 2015).

Gastvögel

Ihr Trend in Niedersachsen wird als „abnehmend“ beschrieben (Krüger et al. 2020). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht.

Kormoran

Der aggregierte Zustand des Fischjägers Kormorans wird durch das Umweltbundesamt (2018) als „gut“ eingeschätzt.

Brutvögel

Das größte Brutvogelvorkommen der Art befindet sich laut Koffijberg et al. (2020) in den Niederlanden. Die Autoren schätzen den Zustand des Bestandes im schleswig-holsteinischen Wattenmeer als „moderat steigend“ ein, den Trend im niedersächsischen/hamburgischen Teil als „unsicher“.

Gastvögel

Für Bestand der Gastvögel gilt in diesem Bereich das gleiche, in Schleswig-Holstein ist der Bestand stabil (Kleefstra et al. 2019), und der Trend für Niedersachsen gilt als „moderat zunehmend“ (Krüger et al. 2020). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden in den Jahren 2016- 2018 nur einzelne Exemplare (VD 53) gezählt, im Neufelder Vorland (VD 52) insgesamt 30 (an 3 Zählterminen).

Mittelsäger

Brutvögel

Das größte Brutvogelvorkommen der Art befindet sich in der Nordsee laut Koffijberg et al. (2020) im Bereich westlich des Jadebusens und nördlich von Eiderstedt, ansonsten kommen die Vögel fast ausschließlich in der Ostsee vor (Mendel et al. 2008). Der Entwicklungstrend wird im niedersächsischen/hamburgischen Teil als „unsicher“ eingeschätzt, die Daten für Schleswig-Holstein lassen keine Trendabschätzung zu.

Möwen

Silbermöwe

Der Zustand der Silbermöwe wird ebenso durch das Umweltbundesamt (2018) insgesamt als „nicht gut“ bewertet. Die Möwen konzentrieren sich während der Brutzeit auf den Küstenbereich, verteilen sich jedoch ab dem Herbst und über den Winter großflächiger über die Nordsee.

Brutvögel

Die sich von Invertebraten ernährenden Silbermöwen sind im gesamten Wattenmeer verbreitet mit dem höchsten Brutvogelvorkommen in den Niederlanden und Dänemark. Ihr Entwicklungstrend wird für das Watt von Schleswig-Holstein und Hamburg als „stabil“ und Niedersachsen als „abnehmend“ eingeschätzt (Koffijberg et al. 2020). Dies gilt auch für den Zustand der Gastvogelpopulation im Wattenmeergebiet von Niedersachsen/Hamburg. In dem Monitoring des hamburgischen Nationalparks im Jahr 2019 werden 1.398 Paare angegeben (Umland 2020). Allerdings werden Fehler bei der Erhebung angenommen. Dieses neue, aber leider fragwürdige Maximum übersteigt das bisherige Maximum aus dem Jahre 2007 um 721 Paare und erreicht so mehr als den doppelten Wert. Auf Scharhörn ist die Brutvogelanzahl in den letzten Jahren stabil und auf Nigehörn schwankend.

Gastvögel

Der Trend für die Gastvogelpopulation wird als „abnehmend“ für Niedersachsen gesamt (Krüger et al. 2020) eingeschätzt, ebenso wie für das Wattenmeer von Niedersachsen/Hamburg und Schleswig-Holstein (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden in VD 53 lediglich 1-11 Exemplare gezählt, und 12-28 in VD 52.

Sturmmöwe

Sturmmöwen sind im östlichen und südlichen Bereich der Deutschen Bucht, vor allem nordwestlich vor Borkum, nördlich von Langeoog und Spiekeroog sowie westlich von Sylt bis in den Ostteil des Gebiets „Östliche Deutsche Bucht“ zu finden. Die höchsten Dichten werden im Elbe-Weser-Ästuar, im Bereich des Ems-Ästuars und vor den nordfriesischen Inseln erreicht (BSH 2015, Markones et al. 2015), also in einem Abstand zur Verbringstelle. Diese Art verzeichnet einen Rückgang der Bestände (Markones et al. 2015). Ihr integrierter Zustand wird aber durch das Umweltbundesamt (2018) als „nicht gut“ eingeordnet.

Brutvögel

Die Brutvogelpopulation ist im Bereich der Elbmündung und der südlichen schleswig-holsteinischen Küste am Wachsen. In diesen Bereichen befindet sich auch der größte Teil der Population. In der Roten Liste wird die Art auf der Vorwarnliste geführt (Tabelle 51). Für Neuwerk wurde 2019 ein Gesamtbestand von 29 Paaren angegeben, womit seit 2016 wieder das Niveau der beiden letzten Jahre erreicht wurde (Umland 2020, Tabelle 53). Auf Nigehörn und Scharhörn kamen nur vereinzelte Vögel vor.

Gastvögel

Laut Kleefstra et al. (2019) ist der Trend der Gastvogelpopulation sowohl auf niedersächsischem/hamburgischem als auch auf schleswig-holsteinischem Wattenmeergebiet über die letzten Jahre „stabil“, bzw. für Niedersachsen gesamt „leicht abnehmend“ (Krüger et al. 2020). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine nationale Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art

(Hadelner Außendeich: das Kriterium wird laut Krüger et al. (2020) mindestens 1 Mal erreicht). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) zeigte sich im zahlenmäßigen Vorkommen eine ähnliche räumliche Verteilung wie bei der Lachmöwe, allerdings mit insgesamt wesentlich niedrigeren Zahlen (> 100 in VD 53, 50-470 in VD 52).

Heringsmöwe

Der integrierte Zustand der Heringsmöwen wird vom Umweltbundesamt (2018) als „gut“ bezeichnet. Es handelt sich um eine in der deutschen Nordsee mit Ausnahme des Winters eine häufig anzutreffende Art.

Brutvögel

Dies deckt sich laut Koffijberg et al. (2020) mit dem positiven Bestandstrend der Brutvögel im gesamten Wattenmeer. Die Möwen traten nahezu flächendeckend im gesamten Küstenmeer auf (Markones et al. 2015).

Insgesamt lässt sich auf Neuwerk seit Beginn des Monitorings ein Anstieg des Heringsmöwenbestandes feststellen (Umland 2020), 2019 werden 58 Paare Heringsmöwen angegeben, ein Maximum, das das bisherige um 7 Paare übersteigt. Auf Scharhörn wurden in den Jahren 2016-2019 regelmäßig über 260 Paare gezählt, auf Nigehörn schwanken die Zahlen sehr zwischen 231-710 (2019).

Gastvögel

Der Trend für Niedersachsen gesamt ist „leicht abnehmend“ (Krüger et al. 2020). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur einzelne Exemplare in VD 52 vor.

Mantelmöwe

Der Zustand der Mantelmöwe ist insgesamt „nicht gut“ (Umweltbundesamt 2018).

Brutvögel

Die größte Brutvögelkolonie befindet sich im nördlichen Teil des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres mit einem „stark ansteigenden“ Entwicklungstrend in Schleswig-Holstein (Koffijberg et al. 2020). Für Niedersachsen/Hamburg liegen keine sicheren Daten vor.

Auf Neuwerk wurden keine Mantelmöwen gezählt, einzelne Exemplare kamen jedoch auf Scharhörn und Nigehörn vor (Umland 2020).

Gastvögel

Kleefstra et al. (2019) ordnen den Zustand der Gastvogelpopulation in Niedersachsen als „abnehmend“ und in Schleswig-Holstein als „stabil“ ein. Der Trend für Niedersachsen gesamt wird jedoch als „moderat abnehmend“ eingeschätzt (Krüger et al. 2020), ebenso wie für das Wattenmeer (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) kamen in beiden Gebieten insgesamt nur wenige Mantelmöwen vor (<10 in VD 53 bis max. 22 in VD52, 1-3 Zähltag).

Schwarzkopfmöwe

Der integrierte Zustand der Schwarzkopfmöwe wurde als „gut“ bewertet (Umweltbundesamt 2018).

Brutvögel

Die größte Kolonie der Brutvögel befindet sich in der Elbmündung. Ihr Entwicklungstrend wird für das Wattenmeer von Schleswig-Holstein als „unsicher“ bezeichnet und von Niedersachsen/Hamburg als „moderat abnehmend“.

Gastvögel

Laut Kleefstra et al. (2019) ist der Trend der Gastvogelpopulation jedoch sowohl im niedersächsischen/hamburgischen als auch auf schleswig-holsteinischen Wattenmeergebiet über die letzten Jahre stabil. Dies gilt auch für den Trend für Niedersachsen gesamt (Krüger et al. 2020).

Zwergmöwe

Der integrierte Zustand der Zwergmöwen wurde durch das Umweltbundesamt (2018) nicht bewertet. Ihr Erhaltungszustand ist laut Mischke (2016) „günstig“.

Brutvögel

Während der Brutzeit und im Sommer halten sich nur vereinzelte Individuen in der deutschen AWZ auf (Mendel et al. 2008).

Gastvögel

Die Vögel zeigen laut BSH (2019) abhängig von den Wetterverhältnissen deutliche Unterschiede in ihrer räumlichen Verbreitung innerhalb der deutschen AWZ. Generell

überfliegt ein beträchtlicher Teil der nordwesteuropäischen Population die küstennahen Bereiche der deutschen Nordseeküste während des Heim- und Wegzugs. Das Maximum des Frühjahrszuges tritt Ende April bis Anfang Mai auf (SCHWEMMER & GARTHE 2006). Die Verbreitungsschwerpunkte liegen in der Verlängerung der Eidermündung und im Bereich um Helgoland. Das Wintervorkommen in der deutschen Nordsee ist auf einem geringeren, aber konstanten Niveau, das sich überwiegend auf das Naturschutzgebiet „Östliche Deutsche Bucht“ und das FFH-Gebiet „Borkum Riffgrund“ sowie offshore nördlich der westlichen ostfriesischen Inseln beschränkt. In Niedersachsen ist ihr Trend „stark zunehmend“ (Krüger et al. 2020). Das schleswig-holsteinische Vogelschutzgebiet „Unterelbe bis Wedel“ ist als Rastvogelgebiet „von besonderer Bedeutung“ für die Zergmöwe. Ab Oktober zieht die Art in die Überwinterungsgebiete. In dem Gebiet (VD 52) kamen nur 2 Exemplare im Mai 2017 vor.

Dreizehenmöwe

Die Dreizehenmöwe gehört nach der Heringsmöwe und der Trottellumme zu den häufigsten Arten in der deutschen AWZ und kommt ganzjährig vor. Die langjährigen Datenreihen des FTZ (BSH 2019) lassen im Frühjahr und Sommer ein eindeutig konzentriertes Vorkommen nordöstlich um Helgoland und im Sommer auch in nordwestlicher Richtung entlang des Elbe-Urstromtals feststellen (Abbildung 57).

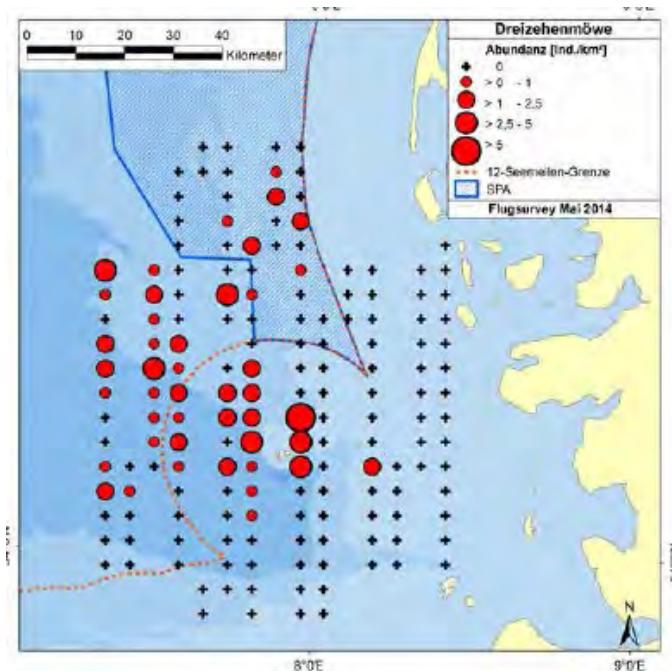


Abbildung 57: Vorkommen von Dreizehenmöwen in der deutschen Nordsee während einer fluggestützten Erfassung im Mai 2014 (aus Markones et al. 2015)

Dreizehenmöwen sind allerdings hoch mobil und richten ihren Aktionsradius zur Brutzeit erkennbar nach kurzfristig verfügbaren Nahrungsquellen (Sandaale) aus, was Einfluss auf das

Verteilungsmuster dieser Art hat. In diesem Zusammenhang kann der Aktionsradius auch auf bis zu 35 km um die Brutkolonie ausgedehnt werden (Markones & Garthe 2011).

Lachmöwe

Das Umweltbundesamt (2018) ordnet den integrierten Zustand der Lachmöwen als „gut“ ein.

Brutvögel

Bei den Brutvögeln wird der Trend im westlichen Wattenmeer als „abnehmend“ und im nördlichen Wattenmeer und Elbmündung als „stabil“ eingestuft. Aus Koffijberg et al. (2020) wird deutlich, dass sich der größte Teil der Brutvögel im niederländischen Gebiet bzw. im nordfriesischen Wattenmeer aufhalten. Im Bereich der Insel Neuwerk schwanken die Zahlen zwischen 4650 in 2016 und 6450 Brutpaaren in 2019 (Umland 2020).

Gastvögel

Kleefstra et al. (2019) beschreiben den Trend der Lachmöwen- Gastvögelpopulation sowohl auf niedersächsischem/hamburgischem als auch auf schleswig-holsteinischem Wattenmeergebiet über die letzten Jahre als „steigend“, der Trend für Niedersachsen gesamt jedoch als „leicht abnehmend“ (Krüger et al. 2020). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine landesweite bzw. lokale Bedeutung als Lebensraum für Gastvögelpopulationen dieser Art (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich: Kriterium wird mindestens 1 Mal erreicht). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden von 2016 bzw. 2018 62 bzw. über 400 Exemplare gezählt (VD 53), während in VD 52 Anzahlen von 3800 (2017, 4 Zähltermine) bis 530 (2018, 2 Zähltermine) schwankten.

Seeschwalben

Brutvögel

Das Verbreitungsgebiet der Brandseeschwalbe (Sandwich tern) verläuft laut BSH (2015) in der Vorbrutzeit, während der Brutzeit und während des Wegzugs entlang der Küste der Nordsee – mit den meisten Vögeln in einem 20 bis 30 km breiten Streifen und Konzentrationen in der Nähe bekannter Brutkolonien auf Norderoog, Trischen und Wangerooge (Abbildung 58). Während des Frühjahrszugs treten Brandseeschwalben vor allem küstenfern in der Deutschen Bucht auf (Markones et al. 2015), aber auch im Bereich von Neuwerk (Koffijberg et al. 2020). Generell scheint das Küstenmeer eine zunehmend wichtigere Rolle zu spielen. Nach NLWKN (2011) findet die Nahrungssuche der auf Fische spezialisierten Brandseeschwalbe während der Brutzeit (Mitte Mai bis Mitte Juli) häufig auf der offenen See, z. T. in Entfernungen von über 20 km zu den Kolonien statt.

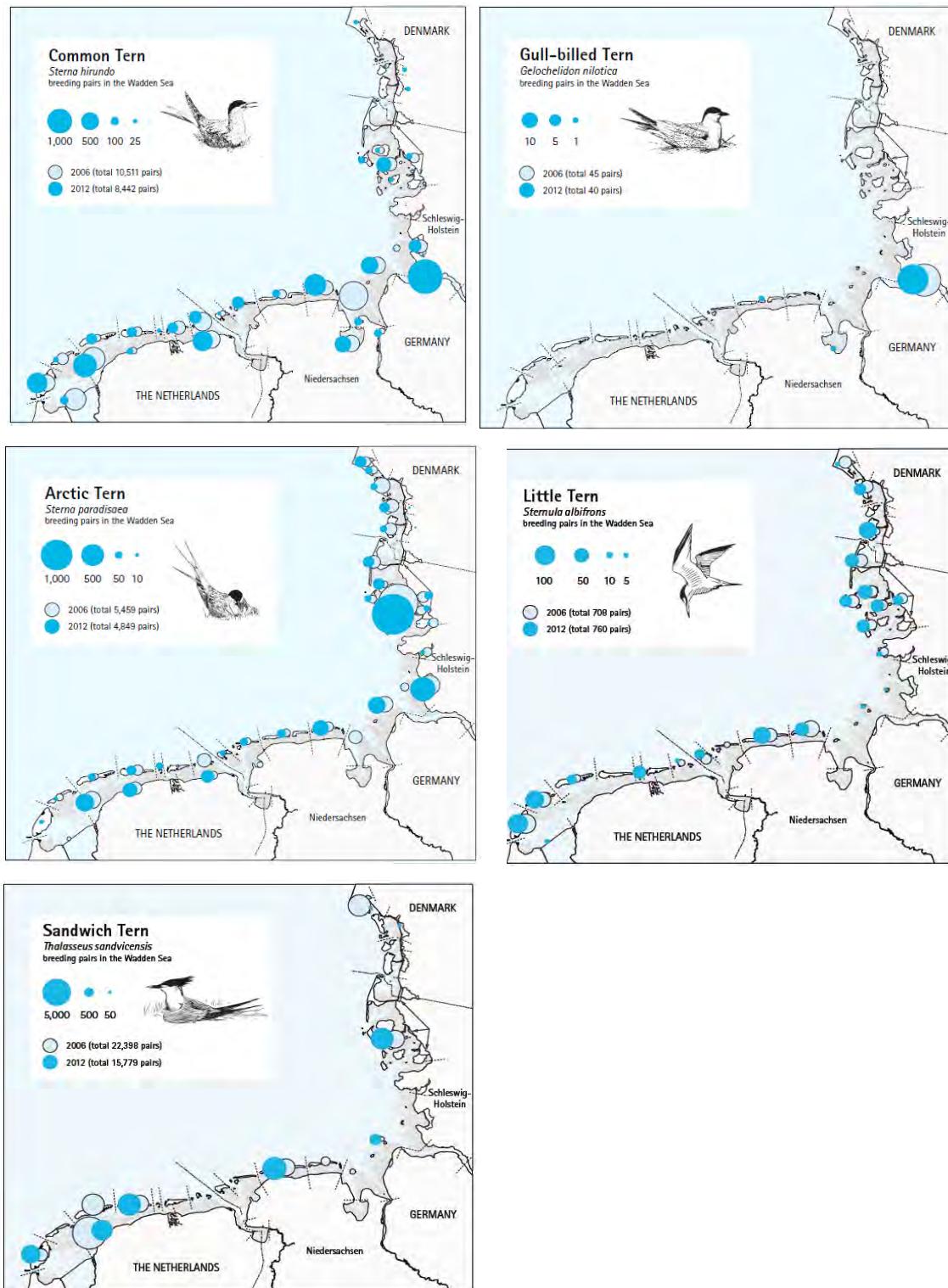


Abbildung 58: Verbreitung von Fluss-, Lach-, Küsten-, Zwerp- und Brandseeschwalbe im Wattenmeer in 2006 und 2012 (aus: Koffijberg et al. 2020)

Koffijberg et al. (2020) geben den Entwicklungstrend der Brutvögel im schleswig-holsteinischen Wattenmeer allerdings mit „stark steigend“ an, während er für den Bereich Niedersachsen/Hamburg „unsicher“ ist. Umland (2020) dokumentiert für die Insel Neuwerk jedoch einen Anstieg der Zahlen.

Der integrierte Zustand der Zwergseeschwalben (Little tern) ist laut Umweltbundesamt (2018) mit „gut“ angegeben. Für die Brutvögel im Wattenmeer ist der Trend jedoch als „unsicher“ indiziert (Koffijberg et al. 2020) und zeigt große räumliche Unterschiede. Die Vögel treten relativ gleichmäßig verteilt im Wattenmeer auf, allerdings mit niedrigem Vorkommen in der Elbmündung.

Fluss- und Küstenseeschwalben (Common tern, Arctic tern) werden wegen ihrer schwierigen Unterscheidung oft gemeinsam behandelt (Rotfüßige Seeschwalben). In der Rote Liste bedrohter Brutvogelarten in Deutschland werden die Arten in der Kategorie 2 („stark gefährdet“) bzw. 1 geführt. Im Rahmen der MSRL wird der Zustand beider Arten als „nicht gut“ eingeteilt (Umweltbundesamt 2018). Für die Brutvögelpopulationen beider Arten ist der Trend „unsicher“ für das Wattenmeer angegeben, allerdings zeigt sich ein stabiler Zustand der Vögel in der Elbmündung (Koffijberg et al. 2020). Die Arten zeigen eine unterschiedliche Verbreitung mit einem Hauptvorkommen in der Elbmündung (Flusseeschwalbe, im Sommerhalbjahr) und Schleswig-Holstein (Küstenseeschwalbe) (Abbildung 58).

Auf Neuwerk schwanken die Zahlen (s. Tabelle 53) (Umland 2020). Die Nahrungssuche findet überwiegend küstennah in den Prielen des Wattenmeeres oder im Binnenland an Gräben und Seen statt, seltener draußen auf der offenen See. Dabei werden kleine Oberflächenfische, Crustaceen, im Wasser lebende Insektenlarven und fliegende Insekten gejagt. Als Beutefische der Seeschwalben dienen Heringsartige wie Sprotte und vor allem Hering sowie Sandaale (Mendel et al. 2008). Dabei tauchen die Küstenseeschwalben laut nur flach unter der Wasseroberfläche.

Das westliche Neufelder Vorland beherbergt eine der größten Kolonien der Flusseeschwalben und die einzige Kolonie der Lachseeschwalbe (Gull-billed tern) in NW- und Mitteleuropa (IBP 2012, und Abbildung 58). 2015 wurden im Vorland des Neufelderkoog 1.875 Lachseeschwalben-Brutpaare gezählt, 2018 gab es 37 (Pfützke 2019 zitiert aus [Lachseeschwalbe - German Wikipedia \(wikideck.com\)](#), abgerufen im August 2021). Laut dem durch das LKN beauftragten Monitoring (Daten übermittelt im Februar 2021) wurden Lachsee- und Flusseeschwalben nur 2016 im Bereich VD 52 (Vorland Neufeld Ost), aber nicht im Bereich VD 53 (2 bzw. 1 Zähltag) detektiert, nicht aber in den Jahren danach. Allerdings besteht laut Hennig et al. (2016) eine hohe jährliche Schwankung bei den Flusseeschwalben-Brutpaaren, so wurde von 2014 auf 2015 eine Abnahme von ca. 600 Paaren, während von 2013 auf 2014 eine Zunahme von ca. 400 Paaren verzeichnet. Die Flusseeschwalbe ernährt sich laut Hennig et al. (2016) hauptsächlich von Heringsartigen bzw. Stinten (Neufelder Vorland), aber von auch Garnelen und Krabben, die sie in einem in der Medemrinne entwässernden Prielsystem jagt (Abbildung 59). Dargestellt sind: Neufeld/HEI (1); Standort Fischmonitoring (2); Medemrinne (3); Medembogen (4); Neufelder Sand (6); Elbe Fahrwasser (7) und Elbehauptarm (8); schwarz, das Prielsystem, das hauptsächlich von den

Flussseeschwalben zur Nahrungssuche (Jagd) genutzt wird. Die Hauptjagdgebiete der Lachseeschwalbe liegen jedoch anders als bei anderen Seeschwalben im Binnenland, da sie sich hauptsächlich von Landtieren ernähren (Pfützke 2019 zitiert aus [Lachseeschwalbe - German Wikipedia \(wikideck.com\)](#), abgerufen im August 2021).

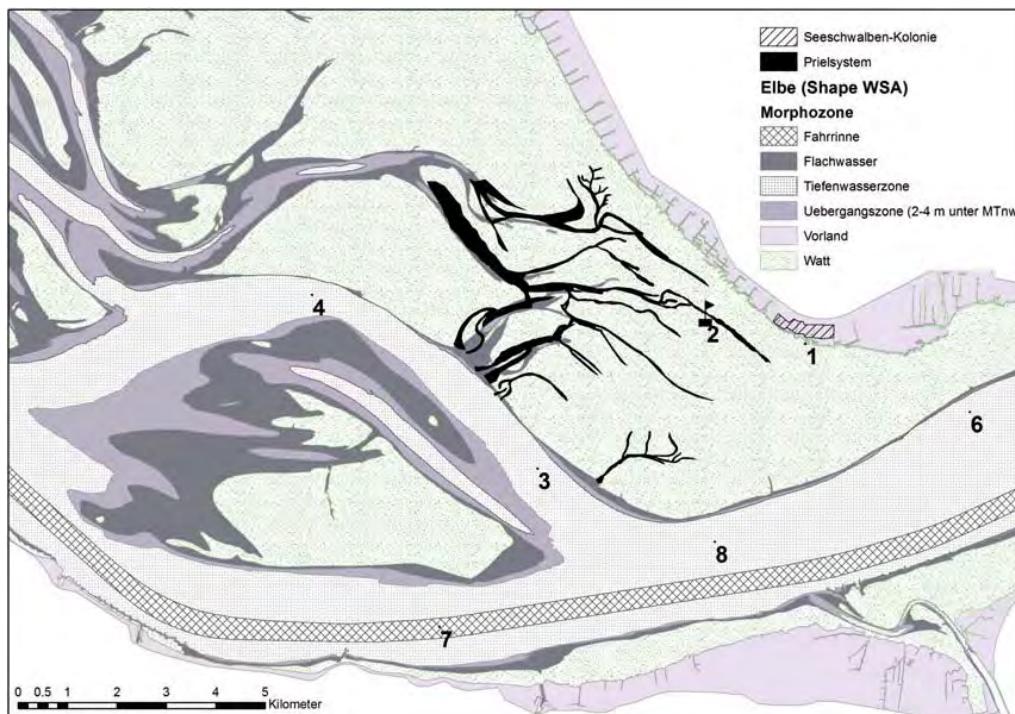


Abbildung 59: Übersicht der Umgebung der Flussseeschwalbenbrutkolonie (aus Hennig et al. 2016)

Gastvögel

Von den niedersächsischen Schutzgebieten westlich der Oste hat der Bereich „Belumer Außendeich“ laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine landesweite Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen der Lachseeschwalbe, die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht. Des Weiteren wurde noch ein Schlafplatz im Norden der Niederlande nahe der deutschen Grenze dokumentiert (Conradt 2016). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen von Fluss- und Küstenseeschwalben, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht.

Trauerseeschwalbe

Brutvögel

Die Art brütet nur noch im Marschland der Halbinsel Eiderstedt (Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein 2008), also außerhalb des Untersuchungsraumes.

Gastvögel

An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden keine, und lediglich vereinzelte Exemplare wurden im Vorland von Friedrichskoog, Neufelder Koog-West und Kaiser-Wilhelmskoog detektiert (Datenlieferung des LLUR Anfang 2021). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine Bedeutung als nationaler bzw. lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) wurden nicht erreicht.

Benthosfresser

Trauerente

Der Zustand der Trauerente ist laut Umweltbundesamt (2018) „gut“. Im Winter kamen die nach Muscheln tauchenden Trauerenten fast im gesamten Nordteil des Küstenmeeres vor mit einem Konzentrationsbereich westlich von Amrum und (süd)westlich der Halbinsel Eiderstedt. Während der Mauser im Sommer lagen die größten Konzentrationen wie schon in früheren Erfassungen westlich von Amrum und Süderoogsand sowie südwestlich von Eiderstedt (Guse et al. 2018).

Eiderente

Eiderenten halten sich an der deutschen Nordseeküste ganzjährig auf mit höchsten Zahlen von Spätsommer bis zu den frühen Wintermonaten (Mendel et al. 2008). Sie ernähren sich hauptsächlich von Mollusken, d.h. Herz- oder Miesmuscheln, gefolgt durch Crustaceen und Polychaeten, die sie hauptsächlich durch Gründeln aber auch tauchend erreichen. Ihre Nahrungssuche ist stark durch die Gezeiten limitiert, viele Nahrungsgebiete nur bei Hochwasser zugänglich sind. Das Umweltbundesamt (2018) schätzt ihren integrierten Zustand als „nicht gut“ ein.

Brutvögel

Die Hauptverbreitungsgebiete der Brutvogelpopulation liegen im westlichen Wattenmeer, in den Niederlanden. Ihr Bestand zeigte über die letzten Jahre dort einen Rückgang, während er in den niedersächsischen/hamburgischen sowie schleswig-holsteinischen Bereichen des Wattenmeeres moderat zunahm (Koffijberg et al. 2020).

Im hamburgischen Wattenmeer kommen die Enten hauptsächlich mit steigender Tendenz auf Nigehörn und auch auf Scharhörn vor, auf Neuwerk nur vereinzelt (Tabelle 53-Tabelle 55, Abbildung 60).

MDI - NI | Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen

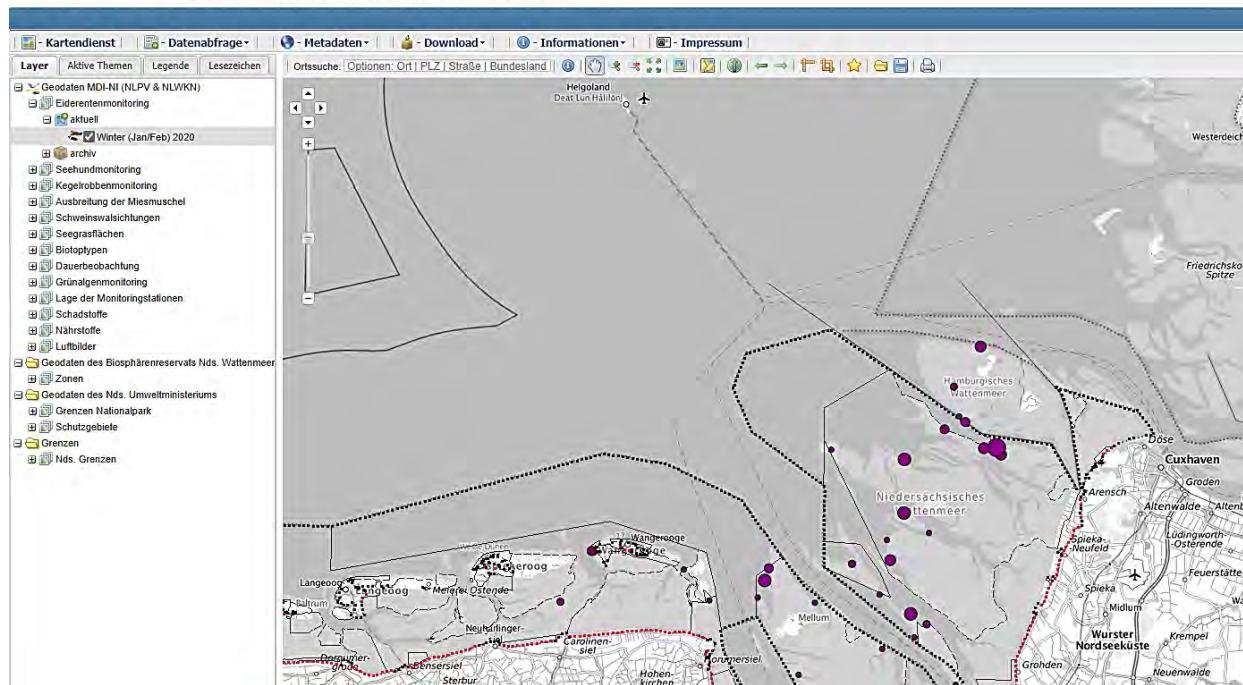


Abbildung 60: Verbreitung der Eiderente im niedersächsischen Wattenmeer im Winter 2020 (aus <http://www.mdi.niedersachsen.de/>, abgerufen im Februar 2021)

Gastvögel

Der Gastvogelbestand nimmt laut Kleefstra et al. (2019) im niedersächsischen/hamburgischen Teil des Wattenmeeres stark ab; für den schleswig-holsteinischen Bereich ist der Status „unsicher“. Dort wurden nur relativ wenige Exemplare detektiert (Tabelle 56).

Tabelle 56: Trends für die Eiderente in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).

Area	Period	1992/93 - 2016/17	2007/08 - 2016/17
(A)/(B) International Wadden Sea		⬇️	⬇️
(C) Denmark		⬇️	↔
(D) Schleswig-Holstein		⬇️	↔
(E) Niedersachsen/Hamburg		⬇️	⬇️ ⬇️
(F) The Netherlands		↔	↔

↑ strong increase ↓ strong decrease ↑ moderate increase
 ↓ moderate decrease ↔ stable ↔ uncertain

Watvögel

In diesem Kapitel werden nicht nur Watvögel im eigentlichen Sinne aufgeführt, sondern zum Beispiel auch Löffler oder Brandgans, da sie hinsichtlich ihrer Nahrungssuche am ehesten mit Watvögeln vergleichbar sind (ICES 2019 in Umweltbundesamt 2018).

Löffler

Der integrierte Status des Löfflers ist laut Umweltbundesamt (2018) „gut“. Der Entwicklungstrend zeigte sowohl für Brutvögel als auch für Gastvögel in den letzten Jahren einen starken Anstieg sowohl in Schleswig-Holstein als auch in Hamburg/Niedersachsen (Kleefstra et al. 2019, Koffijberg et al. 2020).

Brutvögel

Im Bereich der geplanten Verbringstelle wurden laut Koffijberg et al. (2020) nur wenige Exemplare gezählt, die größten Vorkommen liegen in den Niederlanden.

Auf Neuwerk und Nigehörn kommen nur wenige Vögel vor (Tabelle 53 und Tabelle 55).

Gastvögel

Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine regionale bzw. lokale Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich, Hadelner Außendeich).

Brandgans

Brutvögel

Brandgänse kommen zu allen Zeiten im Wattenmeer vor und konzentrieren sich zur Brutzeit auf die Küsten. Sie ernähren sich von Invertebraten. Ihr Bestand zeigt die höchsten Vorkommen sowie eine Zunahme in den westlichen und nördlichen Bereichen des Wattenmeeres, und im Vorhabengebiet der Elbmündung einen stabilen Trend (Koffijberg et al. 2020). Im hamburgischen Nationalpark wurde 2019 mit 140 Paaren ein neues Maximum erreicht, das um 28 Paare höher als das bisherige liegt (Umland 2020). Allerdings wird in der Untersuchung angemerkt, dass die Aussage über den tatsächlichen Bestand aufgrund methodischer Gründe eher unzuverlässig anzusehen ist. Auf Scharhörn und Nigehörn wird eine Abnahme der Brutpaare beobachtet.

Gastvögel

Fast 100% der „Flyway“ Population nutzt das Wattenmeer. Der Trend der Art wird durch Kleefstra et al. (2019) für alle Bereiche des Wattenmeeres als stabil eingeordnet (Tabelle 57).

Tabelle 57: Trends für die Brandgans in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).

Area	Period	1987/88 - 2016/17	2007/08 - 2016/17
(A)/(B) International Wadden Sea		↓	↑
(C) Denmark		↑	↑
(D) Schleswig-Holstein		↓	↑
(E) Niedersachsen/Hamburg		↓	↓
(F) The Netherlands		↑	↑

↑ strong increase
 ↓ strong decrease
 ↑ moderate increase
↓ moderate decrease
 ↔ stable
 --- uncertain

Während der Mauser von ca. Anfang Juli bis Mitte September sind die Vögel sehr empfindlich gegenüber Störungen und halten sich in landfernen Wattenmeergebieten auf, z.B. der Insel Trischen (Abbildung 61). Beim Monitoring im Auftrag des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein fiel das Gebiet „Gelbsand“ mit dem höchsten Anteil von 46% aller flugunfähigen Tiere auf (Kempf 2020), während das Gebiet im südlichen Dithmarscher Wattenmeer kaum noch eine Rolle spielte. Im Zählgebiet „Scharhörn“ wurden nur 30 (flugfähige) Tiere detektiert. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden in 2018 im Bereich VD53 nur einige Exemplare gesichtet, während im Bereich VD 52 an 5 Zähltagen insgesamt über 3000 Vögel gezählt wurden, davon 950 im Juli.

Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht.

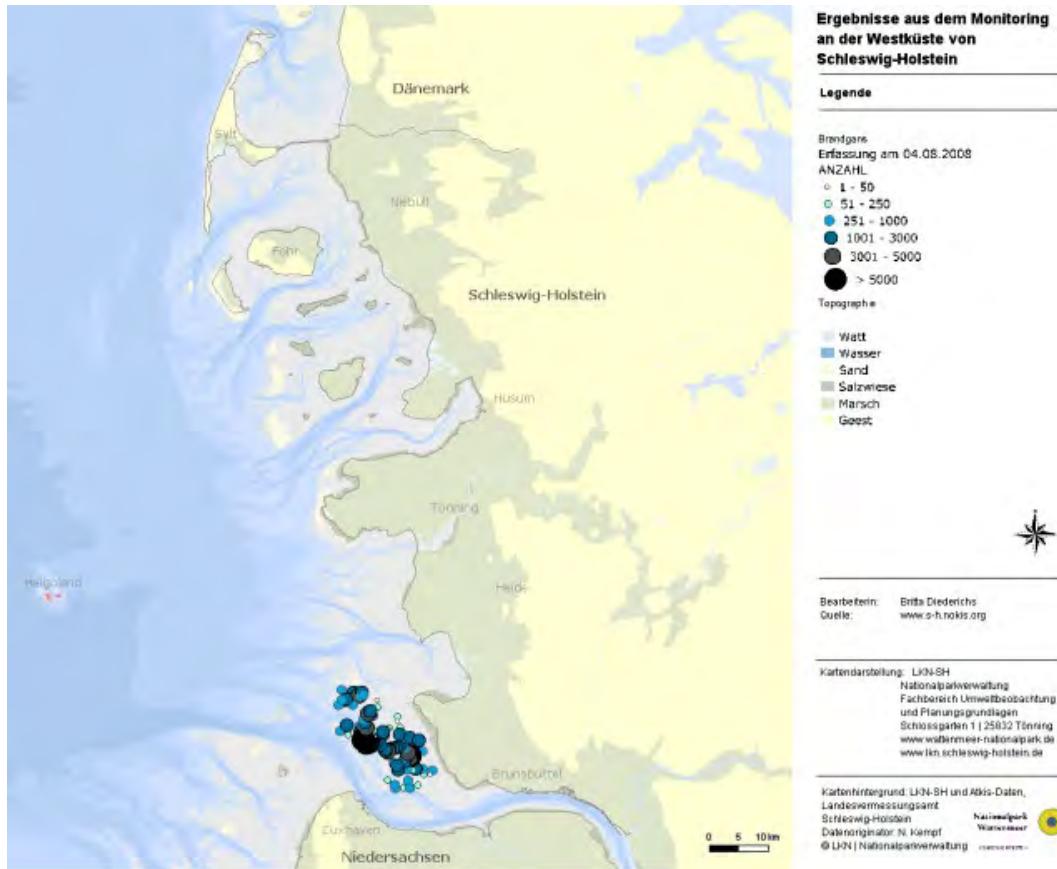


Abbildung 61: Mausergebiete der Brandgans (aus: [Umweltbeobachtung | Nationalpark Wattenmeer \(nationalpark-wattenmeer.de\)](http://Umweltbeobachtung | Nationalpark Wattenmeer (nationalpark-wattenmeer.de)), abgerufen im Januar 2021)

Krickente

Gastvögel

Der Bestand der Krickente im Wattenmeer macht nur einen Bruchteil von denen der gesamten „Flyway“/Gastvogel - Population aus (Kleefstra et al. 2019). Trends im Wattenmeer sind daher eher abhängig von Klima und Habitatvorkommen als von den „Flyway“ Trends. Der Wattenmeerbestand zeigte von 2007/08- 2016/17 einen moderaten Anstieg in Schleswig-Holstein, während der Trend im Wattenmeerbereich von Hamburg/Niedersachsen als „unsicher“ eingeordnet wurde. Die Ente wird in der Roten Liste in der Kategorie „3“ (gefährdet) geführt. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine landesweite bzw. regionale Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich, Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) kamen Krickenten häufig vor (2016 insgesamt max. 95 Exemplare in VD 53, und 420-3500 in VD52 mit allein 3100 im September 2017).

Austernfischer

Der aggregierte Zustand der Art wird durch das Umweltbundesamt (2018) als „nicht gut“ eingeschätzt.

Brutvögel

Der sich von Invertebraten ernährende Austernfischer ist einer der am weit verbreitetsten Brutvögel im Wattenmeer und zeigt einen Rückgang in allen Bereichen des Wattenmeeres (Koffijberg et al. 2020). Im Berichtsjahr 2019 wurden auf der Insel Neuwerk 643 Brutpaare erfasst (Tabelle 53), eine Zahl, die zwischen den Zahlen für 2016 und 2017 liegt, aber 96 Paare weniger als der Bestand 2018 umfasst (739 Paare) (Umland 2020). Der insgesamt größte Bestand siedelt im Nordvorland der Insel. Auf Scharhörn wurden 2018 und 2019 eine Abnahme gegenüber 2017 verzeichnet, auf Nigehörn zeigten sich in den letzten Jahren schwankende Zahlen. Im Nationalpark wird daher ein spezielles Monitoring des Schlupferfolges des in Salzmarschen brütenden Vogels durchgeführt.

Gastvögel

Auch der eurasische Bestand der Gastvögel zeigt einen abnehmenden Trend (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) kamen in 2016 und 2017 jeweils nur in VD 52 insgesamt ca. 100 Exemplare (1 bzw. 2 Zähltagen) vor.

Säbelschnäbler

Der Zustand der Art wird durch das Umweltbundesamt (2018) als „nicht gut“ eingestuft.

Brutvögel

In Niedersachsen/Hamburg und südliches Schleswig-Holstein blieb der Bestand jedoch stabil (Koffijberg et al. 2020). 2019 wurde auf Neuwerk mit 76 Paaren ein neues Maximum erreicht (Tabelle 53). Die höchsten Vorkommen wurden in den Niederlanden und nördlich der Elbmündung in Schleswig-Holstein dokumentiert.

Gastvögel

Der Säbelschnäbler kann im Sommer und Herbst im Wattenmeer ca. 60% der Flyway Population ausmachen (Kleefstra et al. 2019). Die Population zeigte in den letzten Jahren insgesamt eine Abnahme, vermutlich wegen schlechter Bruterfolge. Die niedersächsischen

Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine nationale bzw. landesweite Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich, Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung wurden nur im Bereich VD 52 in den Jahren 2016 und 2017 ca. 120- 400 Vögel gesichtet.

Steinwälzer

Gastvögel

Es gibt zwei Populationen, die das Wattenmeer nutzen: eine die in Kanada und Grönland brütet, hält sich von August bis April dort auf. Die andere „Flyway“ Population, die in Skandinavien und Russland brütet, hält sich von Mai bis Juli im Wattenmeer auf. Insgesamt ist der Langzeitrend „stabil“ (Kleefstra et al. 2019), im Bereich von Schleswig-Holstein ist der Trend „stabil“ und in Hamburg/Niedersachsen wurde ein „moderater Anstieg“ beobachtet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Vorland Otterndorf West).

Rotschenkel

Der aggregierte Zustand des Rotschenkels wird durch das Umweltbundesamt (2018) als „schlecht“ definiert.

Brutvögel

Die Anzahlen der Brutvogelpopulation zeigen eine Abnahme in Dänemark und den Niederlanden, jedoch einen stabilen Trend in der Elbmündung und südlichem Schleswig-Holstein. Die Hauptverbreitungsgebiete lagen laut Koffijberg et al. (2020) an der schleswig-holsteinischen Küste sowie westlich der Wesermündung. Auf Neuwerk sind die Zahlen der Brutpaare seit 2017 stabil, auf Scharhörn und Nigehörn kommen nur vereinzelte Vögel vor (Umland 2020), die sich im Watt hauptsächlich von Ringelwürmern, Krebsen und Weichtieren ernähren.

Gastvögel

Bei der Gastvogelpopulation ist zwischen zwei Unterarten (*Tringa totanus* und *T. robusta*) unterscheiden, die hier jedoch gemeinsam betrachtet werden (Kleefstra et al. 2019), Die Trendanalyse variiert für beide Unterarten zwischen „stabil“ und „abnehmend“ bzw. „unsicher“. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller

Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweite Lebensraum für Gastvogelpopulationen für *T. totanus*; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich). Für *T. robusta* hat das Gebiet zumindest eine regionale Bedeutung. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 53 bzw. 52) wurden nur in 2016 bzw. 2017 in VD 52 insgesamt max. ca. 170 Vögel an 1-Zähltagen gesichtet.

Grünschenkel

Der aggregierte Zustand des Grünschenkels wird durch das Umweltbundesamt (2018) als „gut“ beschrieben.

Gastvögel

Der Entwicklungstrend der Gastvogelpopulation im niedersächsischen/hamburgischen Wattenmeer ist laut Kleefstra et al. (2019) im Zeitraum 2007/08 bis 2016/17 „stabil“, für den schleswig-holsteinischen Teil „unsicher“. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine besondere Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen dieser Art, bzw. werden die Kriterien nach Krüger et al. (2020) nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur weniger als 10 Exemplare im Juli 2017 vor (VD 52).

Sanderling

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der Zustand des Sanderlings als „gut“ einzuordnen.

Gastvögel

Die langjährige Entwicklung der Gastvogelpopulation wird von Kleefstra et al. (2019) insgesamt als „steigend“ dokumentiert, was hauptsächlich auf den Anstieg der Zahlen in den Niederlanden und Dänemark beruht - der hamburgische/niedersächsische Bereich verzeichnet einen abnehmenden Trend, der Trend in Schleswig-Holstein ist „unsicher“. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler bzw. lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich), oder sogar in der Mehrzahl der Erfassungsjahre (Vorland Otterdorf West). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich von VD 52 in 2017 einige wenige Exemplare vor.

Knutt

Das Umweltbundesamt (2018) schätzt den integrierten Zustand des Knutts als „gut“ ein.

Gastvögel

Die langjährige Entwicklung des Gastvogelbestandes, der über 75% der Flyway - Population ausmachen kann (Kleefstra et al. 2019), wird als „stabil“ angesehen. Abnehmende Zahlen in Schleswig-Holstein werden durch Zunahmen in den Niederlanden ausgeglichen. Bei der Art ist zwischen zwei Unterarten (*Calidris canutus canutus* und *C. canutus islandica*) unterscheiden, die hier jedoch gemeinsam betrachtet werden. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden nicht erreicht. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 52) wurden nur in 2017 ca. 40 Exemplare gezählt. In VD 53 konnten sie nicht nachgewiesen werden.

Alpenstrandläufer

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der integrierte Zustand des Alpenstrandläufers als „gut“ anzusehen.

Gastvögel

Im deutschen Wattenmeer wird der Trend der Gastvogelpopulation als „stabil“ eingeordnet (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung wurden 2016 ca. 7000, 2017 ca. 1600 und 2018 nur noch 80 Vögel detektiert (3, 2 bzw. 1 Zähltag, davon 2017 im Mai und Juli), und zwar nur in VD 52, nicht aber in VD 53.

Meerstrandläufer

Das Umweltbundesamt (2018) schätzt den integrierten Zustand des Meerstrandläufers als „schlecht“ ein.

Sichelstrandläufer

Zum Sichelstrandläufer finden sich im Bericht des Umweltbundesamtes (2018) keine Angaben.

Gastvögel

Die Gastvogelpopulation im niedersächsischen/hamburgischen Wattenmeer befindet sich in einem stark abnehmenden Trend, während er für Schleswig-Holstein als „unsicher“ angegeben wird (Kleefstra et al. 2019) (Tabelle 58). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich).

Tabelle 58: Trends für den Sichelstrandläufer in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).

Area	Period	1987/88 - 2016/17	2007/08 - 2016/17
(A)/(B) International Wadden Sea		↗	↔
(C) Denmark		↔	↔
(D) Schleswig-Holstein		↗	↔
(E) Niedersachsen/Hamburg		⬇️⬇️	⬇️⬇️
(F) The Netherlands		↔	↔

↑↑ strong increase ↓↓ strong decrease ↗ moderate increase
 ⬇️⬇️ moderate decrease ↘ stable ↔ uncertain

An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 52) kamen 2016 und 2017 ca. 60 bzw. 120 Exemplare, davon im Mai 2017 vor.

Dunkler Wasserläufer

Der Zustand des dunklen Wasserläufers ist als „schlecht“ dokumentiert (Umweltbundesamt 2018).

Gastvögel

Laut Kleefstra et al. (2019) ist der Trend der Gastvogelpopulation, die ungefähr 20% der „Flyway“ - Population ausmacht, im deutschen Teil des Wattenmeeres jedoch als „stabil“ anzusehen. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich von VD 52 ca. 50 Exemplare in 2016 vor, in VD 53 wurden sie nicht gesichtet.

Regenpfeifer

Die Gattung *Pluvialis* fasst vier Arten zusammen, die sich meistens von wirbellosen Tieren ernähren und offene Landschaften mit Gewässern bevorzugen.

Sandregenpfeifer

Brutvögel

Der Sandregenpfeifer wird auf der Roten Liste bedrohter Brutvogelarten in Deutschland in der Kategorie „1“ (vom Aussterben bedroht) geführt und zeigt einen abnehmenden Trend (Koffijberg et al. 2020). Die Hauptvorkommen befinden lauf Koffijberg et al. (2020) in Dänemark und Norden Schleswig-Holsteins, der inneren Elbmündung östlich von Cuxhaven und im Jadebusen. Laut Umland (2020) liegt der Brutbestand auf Neuwerk von 2017-2019 deutlich unter dem bisherigen Maximum von 9 Paaren in 2010. Für Scharhörn und Nigehörn werden keine Funde angegeben.

Gastvögel

Die Gastvogelpopulation, die sich aus zwei Unterarten zusammensetzt, zeigte einen moderaten Anstieg im schleswig-holsteinischen Wattenmeer (*Charadrius hiaticula psammodroma/tundrae* mit hohen Anzahlen), hingegen eine moderate Abnahme (*Charadrius hiaticula hiaticula* mit niedrigen Anzahlen) im niedersächsischen/hamburgischen Bereich (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler bzw. regionaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden für *C. hiaticula tundrae* mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich).

Goldregenpfeifer

Das Umweltbundesamt (2018) schätzt den integrierten Zustand des Goldregenpfeifers als „gut“ ein.

Gastvögel

Die Gastvogelbestände zeigen laut Kleefstra et al. (2019) von 2007/08-2016/17 einen stabilen Zustand in den Niederlanden, aber einen unsicheren Trend im übrigen Wattenmeer. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter bzw. regionaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 52) kamen ca. 560 Exemplare in 2017 vor (2 Zähltagen im September) und 4 in 2016.

Seeregenpfeifer

Der Zustand des Seeregenpfeifers wird im Rahmen der MSRL Bewertung durch das Umweltbundesamt (2018) als „schlecht“ angegeben.

Brutvögel

Die Hauptvorkommen befinden lauf Koffijberg et al. (2020) in Dänemark und Norden Schleswig-Holsteins, nur wenige Paare wurden 2006 im Bereich von Neuwerk dokumentiert. Die Anzahlen der Brutvogelpopulation zeigen einen ansteigenden Trend Schleswig-Holstein, in Niedersachsen ist der Zustand „unsicher“.

Gastvögel

Der Trend der Gastvogelbestände wird in Kleefstra et al. (2019) als „unsicher“ eingeordnet (Tabelle 59).

Tabelle 59: Trends für den Seeregenpfeifer in verschiedenen Bereichen des Wattenmeers (aus: Kleefstra et al. 2019).

Area	Period	1987/88 - 2016/17	2007/08 - 2016/17
(A)/(B) International Wadden Sea		⬇️	↔️
(C) Denmark		↔️	⬆️
(D) Schleswig-Holstein		➡️	↔️
(E) Niedersachsen/Hamburg		⬇️ ⬇️	↔️
(F) The Netherlands		⬇️	⬇️

⬆️ ⬆️ strong increase ⬇️ ⬇️ strong decrease ⬆️ moderate increase
 ⬇️ moderate decrease ➡️ stable ↔️ uncertain

Kiebitzregenpfeifer

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der Zustand des Kiebitzregenpfeifers als „gut“ einzuordnen.

Gastvögel

Ca. 60% der „Flyway“ Population nutzt das deutsche Wattenmeer außerhalb der Brutsaison und dokumentiert damit die Bedeutung des Gebietes. Insgesamt ist der Langzeitrend „stabil“ (Kleefstra et al. 2019), aber im Bereich von Schleswig-Holstein und Hamburg/Niedersachsen wurden moderate Abnahmen beobachtet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung (VD 52) wurden im Mai 2017 über 900 Exemplare detektiert, aber nur 16 in 2016. In VD 53 wurde diese Art nicht gesichtet.

Kiebitz

Der aggregierte Zustand der Kiebitzpopulation wird vom Umweltbundesamt (2018) als „schlecht“ eingeschätzt.

Brutvögel

Der Kiebitz zeigt bis auf die niederländische Küste eine Abnahme (Koffijberg et al. 2020). Sein Hauptverbreitungsgebiet lag in den vergangenen Jahren an der schleswig-holsteinischen Küste sowie im Elbmündungsgebiet. Auf der Insel Neuwerk konnte eine Fluktuation der Zahlen beobachtet werden (Tabelle 53, Umland 2020): Der Gesamtbestand 2019 mit 23 Paaren liegt um ein Paar niedriger als im Vorjahr, nachdem der Bestand seit dem Maximum im Jahre 2014 mit 36 Paaren zuerst deutlich und seit 2016 sukzessive abnahm. Der Kiebitz ernährt sich vor allem von Wirbellosen.

Gastvögel

Nur ein kleiner Teil der „Flyway“ Population nutzt das deutsche Wattenmeer. Insgesamt ist der Langzeittrend „stabil“ (Kleefstra et al. 2019), im Bereich von Schleswig-Holstein wurden ein moderater Anstieg und Hamburg/Niedersachsen eine moderate Abnahme beobachtet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter bzw. regionaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden in der Mehrzahl der Erfassungsjahre bzw. mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich VD 52 ca. 720 Vögel in 2016 (3 Zähltagen) und ca. 900 an 3 Zähltagen im Juli und September 2017 vor.

Kampfläufer

Brutvögel

Die Brutvogelbestände befinden sich hauptsächlich im nördlichen Schleswig-Holstein und im westlichen Wattenmeer in der Elbmündung stromauf von Cuxhaven (Koffijberg et al. (2020)).

Gastvögel

Weniger al 1% der „Flyway“ Population nutzt das Wattenmeer, beginnend im März/April. Insgesamt ist der Langzeittrend „abnehmend (Kleefstra et al. 2019), im Bereich von Schleswig-Holstein wurden ein moderater Anstieg beobachtet und Hamburg/Niedersachsen wurde der Trend als „unsicher“ eingeordnet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler bzw. regionaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien

nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung wurden nur im Bereich VD 52 insgesamt 13 Exemplare in 2016 (2 Zähltagen) und ca. 70 an 2 Zähltagen im Juli und September 2017 nachgewiesen.

Großer Brachvogel

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der Zustand des Großen Brachvogels als „schlecht“ einzuordnen.

Brutvögel

Die Brutvogelbestände befinden sich hauptsächlich im westlichen Wattenmeer mit einem Maximum in den Niederlanden sowie im nördlichen Wattenmeer, jedoch nicht in der Elbmündung (Koffijberg et al. 2020). Die vorliegenden Daten sind entweder nicht ausreichend für eine Bewertung (Schleswig-Holstein) oder werden durch Koffijberg et al. (2020) im niedersächsischen/hamburgischen Wattenmeer als „stabil“ angesehen. Auf dem Zug und im Winter suchen Große Brachvögel in küstennahen Süßwassermarschen und auf Wattflächen in den Gezeitenzonen nach Nahrung.

Gastvögel

Die Gastvogelbestände im Wattenmeer werden durch Kleefstra et al. (2019) übergreifend als „stabil“ eingeordnet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich und Hadelner Außendeich). Die Art konnte an der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung im Bereich VD 52 und 53 nachgewiesen werden, mit 3 Vögeln in 2016 und 2018 im Bereich von VD 53 (1-2 Zähltagen) und im Bereich VD 52: ca. 170 Vögel in 2016, 330 Exemplare an 5 Zähltagen im Jahr 2017 sowie ca. 50 in 2018.

Regenbrachvogel

Laut Umweltbundesamt (2018) wird der integrierte Zustand des Regenbrachvogels als „gut“ eingeschätzt.

Gastvögel

Allerdings halten sich laut Kleefstra et al. (2019) nur 1-2% der „Flyway“- Population im Wattenmeer auf. Die Einschätzung des vorliegenden Trends ist „unsicher“ für das niedersächsische/hamburgische Wattenmeer, aber „moderat steigend“ für Schleswig-

Holstein. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler bzw. lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich VD 52 nur 4 Vögel in 2016 (1 Zähltag im Juli) und 16 (1 Zähltag im Juli 2017).

Uferschnepfe

Das Umweltbundesamt (2018) definiert den Zustand der Uferschnepfe als "schlecht".

Brutvögel

Große Teile der Brutvogelpopulation halten sich aber auch im niederländischen Wattenmeer auf, sowie in der Elbmündung. Koffijberg et al. (2020) schätzen den Entwicklungstrend in diesem Bereich als „unsicher“ ein, während er weiter westlich (Jadebusen und Niederlande) sowie im in Dänemark „abnehmend“ ist. Die Art brütet und rastet in den Salzwiesen, Wiesen und Marschen sowie in den Flussniederungen.

Gastvögel

Kleefstra et al. (2019) schätzen den Entwicklungstrend im deutschen Teil des Wattenmeers als „moderat abnehmend“ ein. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich VD 52 nur 2 Vögel im Juli 2017 vor.

Pfuhlschnepfe

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der Zustand der Pfuhlschnepfe als "gut" einzuordnen.

Gastvögel

Die Gastvogelpopulation befindet sich laut Kleefstra et al. (2019) im deutschen Teil des Wattenmeers in einem abnehmenden Trend. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Bewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) keine Bedeutung als Lebensraum für Gastvogelpopulationen von *Limosa lapponica*; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden nicht erreicht, jedoch ist der Belumer Außendeich von regionaler Bedeutung für die Unterart *L. taymyrensis*. An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung wurden im Bereich VD 52 ca. 1640 Vögel im Mai und Juli 2017 detektiert.

Herbivore Wasservögel

Stockente

Das Umweltbundesamt (2018) bewertet im Rahmen der MSRL Untersuchung den integrierten Zustand als „gut“.

Brutvögel

Ihr Bestand wurde von 2007/08- 2016/17 sowohl in Schleswig-Holstein als auch im Bereich von Hamburg/Niedersachsen als stabil eingeordnet. Für Neuwerk werden ein Anstieg der Brutvogelpaare und für Scharhörn nur wenige Vögel dokumentiert (Tabelle 53 und 18, Umland 2020).

Gastvögel

Die Stockenten machen im Wattenmeer weniger als 5% der „Flyway“ Population aus (Kleefstra et al. 2019). Ihr Zustand wird für das Wattenmeer von Schleswig-Holstein und Niedersachsen/Hamburg als „moderat“ eingeordnet. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung traten Stockente in beiden Gebieten (VD 52 und 53) auf, mit wesentlich größeren Anzahlen in VD 52.

Spießente

Das Umweltbundesamt (2018) ordnet den integrierten Zustand als „gut“ ein.

Gastvögel

Die Entwicklung des Spießentenbestandes zeigte von 2007/08- 2016/17 einen moderaten Anstieg im schleswig-holsteinischen als auch im hamburgischen/niedersächsischen Wattenmeer (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als nationaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich). Die Spießente wurde an der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung im Bereich VD 52 in Anzahlen von 240 bzw. ca. 450 in den Jahren 2018 und 2017 nachgewiesen, in VD 53 waren es 2 Vögel in 2018.

Pfeiffente

Laut Umweltbundesamt (2018) ist der integrierte Zustand „gut“.

Gastvögel

Bei Kleefstra et al. (2019) wird ihr Entwicklungstrend als „moderat abnehmend“ beschrieben, was mit einem fluktuierenden internationalen Trend erklärt wird. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden in der Mehrzahl der Erfassungsjahre bzw. mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich bzw. Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich VD 52 Pfeiffenten vor, und zwar ca. 1500 in 2018, 810 Vögel in 2017 und ca. 1040 in 2016.

Löffelente

Laut Umweltbundesamt (2018) wird der Zustand der Art mit „gut“ bewertet.

Brutvögel

Auf Neuwerk kommen nur wenige Brutpaare vor (Tabelle 53, Umland 2020).

Gastvögel

Der Bestand der Löffelente macht 20% der Flyway Population aus und hat laut Kleefstra et al. (2019) in Schleswig-Holstein einen „moderat steigenden“ Trend und in Niedersachsen/Hamburg einen „stabilen“ Trend. Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als landesweiter Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich und Hadelner Außendeich). An der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung kamen nur im Bereich VD 52 Löffelenten vor, und zwar 22-41 Vögel in 2017 bzw. 2016.

Weißwangengans

Gastvögel

Die Weißwangengans, die wegen ihrer Kopfzeichnung auch als Nonnengans bezeichnet wird, ist in Deutschland vor allem ein Wintergast, die z.B. Schleswig-Holstein Mitte Oktober erreicht und die von März - Anfang bis Mitte Mai das Gebiet wieder verlässt. Die Art nutzt geschützte Flachwasserbereiche als Ruhe- und Schlafplätze und Vorlandflächen sowie Grünlandbereiche binnendeichs als Äsungsflächen. Ihr Bestand zeigte von 2007/08- 2016/17 einen starken Anstieg in Schleswig-Holstein und einen moderaten im Bereich von Hamburg/Niedersachsen (Kleefstra et al. 2019). Die niedersächsischen Schutzgebiete westlich der Oste haben laut aktueller Gebietsbewertung (Datenlieferung NLWKN im Februar 2021) eine Bedeutung als internationaler bzw. lokaler Lebensraum für Gastvogelpopulationen; die Kriterien nach Krüger

et al. (2020) werden mindestens einmal erreicht (Belumer Außendeich und Hadelner Außendeich bzw. Vorland Otterndorf West). Die Vögel kamen an der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung in beiden Bereichen, VD 52 und VD 53 vor, mit Zahlen > 10.000 (> 20.000 in 2016) in VD 52.

Ringelgans

Gastvögel

Die Ringelgans taucht vor allem in der Mauserzeit im Wattenmeer auf; der Hinzug findet im April/ Mai statt. Sie rasten während des Durchzugs im Bereich von Seegraswiesen (im Herbst) sowie auf den Halligen und Vorländereien der Nordfriesischen Inseln (im Frühjahr), wo sie sich überwiegend von marinischen Seichtwasserpflanzen oder Pflanzen der unteren Salzwiesen ernähren. Der Wegzug beginnt ab Mitte August/ Anfang September. Die Art zeigte ursprünglich im schleswig-holsteinischen Teil des Wattenmeeres ihre höchsten Anzahlen, aber seit 2000 steigt auch ihre Verbreitung im niederländischen Teil. Ihre Anzahlen von 2007/08 – 2016/17 werden für Schleswig-Holstein als „stabil“ angegeben, aber „abnehmend“ für das Wattenmeer von Hamburg/Niedersachsen (Kleefstra et al. 2019). Ihr aggregierter Zustand ist jedoch im Rahmen der MSRL mit „gut“ bewertet (Umweltbundesamt 2018). Die Ringelgans wurde nur 2017 mit ca. 150 Exemplaren an der schleswig-holsteinischen Seite der Elbmündung im Bereich VD 52 (1 Zähltag im November 2017) gesichtet.

5 Auswirkungen der geplanten Verbringung

Die Sedimentumlagerung auf der geplanten Verbringstelle Hamburger Außenelbe kann direkt beim Akt der Umlagerung, aber auch indirekt in zeitlichem bzw. räumlichem Abstand auf die Verbringstelle sowie ihre nähere und weitere Umgebung wirken. Grundlage für die Ermittlung dieser Wirkungen ist die Nachbildung der Sedimentumlagerung in einem hydrodynamisch-numerischen Modell. Das Modell liefert Informationen darüber, wie sich das umgelagerte Sediment in der Wassersäule und am Gewässergrund verteilt und wie sich diese Verteilung im zeitlichen Verlauf entwickelt. Zudem kann mit Hilfe des Modells ermittelt werden, ob infolge der geplanten Sedimentumlagerung hydrologische Veränderungen eintreten, also ob sich z.B. die Strömung oder der Salzgehalt vorhabensbedingt ändert.

Im weiteren Verlauf der Auswirkungsprognose sind die Modellergebnisse und die aus ihnen abgeleiteten Prognosen eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung möglicher Auswirkungen auf Schutzgüter und Nutzungen. Dem Vorsorgegedanken wurde dabei Rechnung getragen, indem sowohl bei der Modellierung als auch bei der Auswertung der Modellergebnisse stets auf der sicheren Seite liegende Annahmen bzw. Methodenentscheidungen getroffen wurden. Damit ist sichergestellt, dass die Maximalwerte der möglicherweise eintretenden Belastungen berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen spiegelt sich in dem Modellansatz der BAW (2021) wider.

5.1 Hydrologie und Morphologie

5.1.1 Beschreibung des Modellansatzes

Die BAW führte zwei Modellläufe nach unterschiedlicher Methode durch, um die Wirkung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ zu untersuchen. Sie legte dazu einen Bericht vor, der die hydromorphologischen Zusammenhänge im Wirkraum, die verwendete Methode der Modellierung sowie die Modellergebnisse ausführlich darstellt (BAW 2021).

Für die Modellierung wurden die morphologischen, hydrologischen und meteorologischen Verhältnisse aus dem Jahre 2016 zugrunde gelegt. Um der aktuellen Realität möglichst gut zu entsprechen, wurden außerdem rezente Peildaten des Elbmündungsgebietes aus dem Jahr 2019 sowie die Tiefen- und Geometrieänderungen, durch die in den Jahren 2019 bis 2021 umgesetzten Fahrrinnenanpassung in der Modelltopographie berücksichtigt. Am seeseitigen Rand wurden Daten für Wasserstand, Salzgehalt und Temperatur aus einem Nordseemodell der BAW als seeseitige Eingangswerte verwendet.

Die Zuverlässigkeit der erzielten Ergebnisse und damit die Sicherheit der Prognose ist laut BAW (2021) abhängig von:

- der Qualität und Vollständigkeit der in der mathematischen Formulierung erfassten physikalischen Prozesse,
- der naturgetreuen Nachbildung des geometrischen Systems, sowie
- den zur Verfügung stehenden Rand- und Anfangswerten.

Dabei ist zu beachten, dass Modelluntersuchungen keine genaue Vorhersage für alle möglichen zukünftigen Zustände liefern können, sondern vielmehr eine Datengrundlage, um die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf der sicheren Seite liegend beurteilen zu können. Außerdem müssen an verschiedenen Stellen Vereinfachungen der Realität in Kauf genommen werden, um die komplexen hydro- und morphodynamischen Prozesse in einem Ästuar wie der Elbe in einem numerischen Modell abbilden zu können. Da bei Unsicherheiten Annahmen so getroffen wurden, dass es bei der Berechnung der Modellergebnisse eher zu einer Über- statt einer Unterschätzung der dargestellten Auswirkungen kommt, wird eine Unterschätzung der Vorhabenswirkungen vermieden (BAW 2021).

Es muss laut BAW auf folgendes hingewiesen werden: „*Die quantitativen Aussagen in diesem Gutachten können immer nur unter den bereits genannten Modellgrenzen und Randbedingungen gelten. Es sind 2 bis 9 Monate mit realen Randwerten aus dem Jahr 2016 unter Berücksichtigung möglichst aktueller und realistischer Topographiedaten simuliert worden. Anhand der durchgeführten Systemstudien ist unter Berücksichtigung der beschriebenen Charakteristik des Gebietes eine aussagekräftige Beurteilung für reale zukünftige Situationen möglich. Die tatsächlichen Mengen und die Zusammensetzung sind von zukünftigen hydrologischen und meteorologischen Entwicklungen und der Unterhaltungspraxis abhängig.*“ (BAW 2021, S. 50).

Des Weiteren ist zu beachten, dass die Rechenwerte aus der Modellsimulation und –analyse grundsätzlich der Interpretation bedürfen, um fundierte Prognosen abzugeben. Das bedeutet, dass die Berechnungsergebnisse nicht die alleinige Grundlage der gutachterlichen Aussagen sind. Bei ihrer Interpretation ist zu berücksichtigen, welche Randwerte der Modellierung zugrunde liegen, welche methodischen Vereinfachungen und Annahmen im Modell getroffen wurden und wie die modellierten Vorhabenswirkungen vor dem Hintergrund der natürlichen Morphodynamik einzuordnen sind.

Methodischer Grundgedanke ist, dass im BAW-Modell eine relativ geringe Standardmenge an umgelagertem Sediment angenommen wird. Die auf dieser Grundlage gewonnenen Modellergebnisse lassen sich auf realistische Mengenszenarien hochskalieren. Diese Methode hat den Vorteil, dass verschiedene Mengenszenarien untersucht werden können,

ohne dass jeweils ein neuer zeitintensiver Modellauf durchgeführt werden muss. Das Hochskalieren auf das in dieser Auswirkungsprognose betrachtet Mengenszenario von 1 Mio. t TS pro Jahr sowie die Auswertung der hochskalierten Modellergebnisse erfolgte durch die HPA in enger Abstimmung mit der BAW.

Ein weiterer methodischer Grundgedanke ist, dass zwei verschiedene Modellläufe durchgeführt werden, um sowohl für die Sedimentmengen am Boden als auch für die Schwebstoffe Ergebnisse zu erhalten, die auf der sicheren Seite liegen, also gleich groß oder größer sind als die in der Realität zu erwartenden Mengen. Der Grund dafür ist, dass sich vom umgelagerten Sediment zu jedem beliebigen Zeitpunkt ein Teil am Gewässergrund und der andere Teil in Schwebefestigkeit befindet. Die Überschätzung des Sediments am Gewässergrund zu einem bestimmten Zeitpunkt führt also zwangsläufig zu einer Unterschätzung des Schwebstoffgehalts zum selben Zeitpunkt (und umgekehrt) wenn beides in einem Modellauf ermittelt wird. Indem zwei gesonderte Modellläufe durchgeführt werden, wird dies vermieden.

Aus dem ersten dieser zwei Modellläufen wird die Verteilung des umgelagerten Sediments am Boden ausgewertet. Aus dem zweiten Modellauf werden die infolge der Verbringung auftretenden Schwebstoffgehalte ermittelt.

Für beide Modellläufe gilt, dass das Modellgebiet das Elbeästuar vom Wehr Geesthacht bis zur Deutschen Bucht, einschließlich der seitlich angrenzenden Watten, umfasst. Die seewärtige Grenze reicht von Spiekeroog über Helgoland bis St. Peter Ording und umfasst dabei noch das Weser-Ästuar und den Jadebusen. Für quantitative Auswertungen wurde das Modellgebiet zwischen Schwingemündung und Helgoland in sogenannte Bilanzierungsräume (BZR) unterteilt. Die Bilanzierungsräume unterteilen die Elbe in Abschnitte, unterscheiden dort wiederum zwischen verschiedenen morphologischen Einheiten (Vorland, Watt, Sublitoral, Fahrrinne) und berücksichtigen Grenzen von Schutzgebieten sowie Wasserkörpern von WRRL und MSRL.

Als Detaillierungsstufen für die Auswertung des Modells wurden gewählt:

- 6 große Bilanzierungsräume zwischen Wehr Geesthacht und Helgoland
- 64 kleinere Bilanzierungsräume zwischen Schwingemündung und Helgoland (Abbildung 62)
- Hochauflösende Kartendarstellung bis zur Ebene der Berechnungszellen

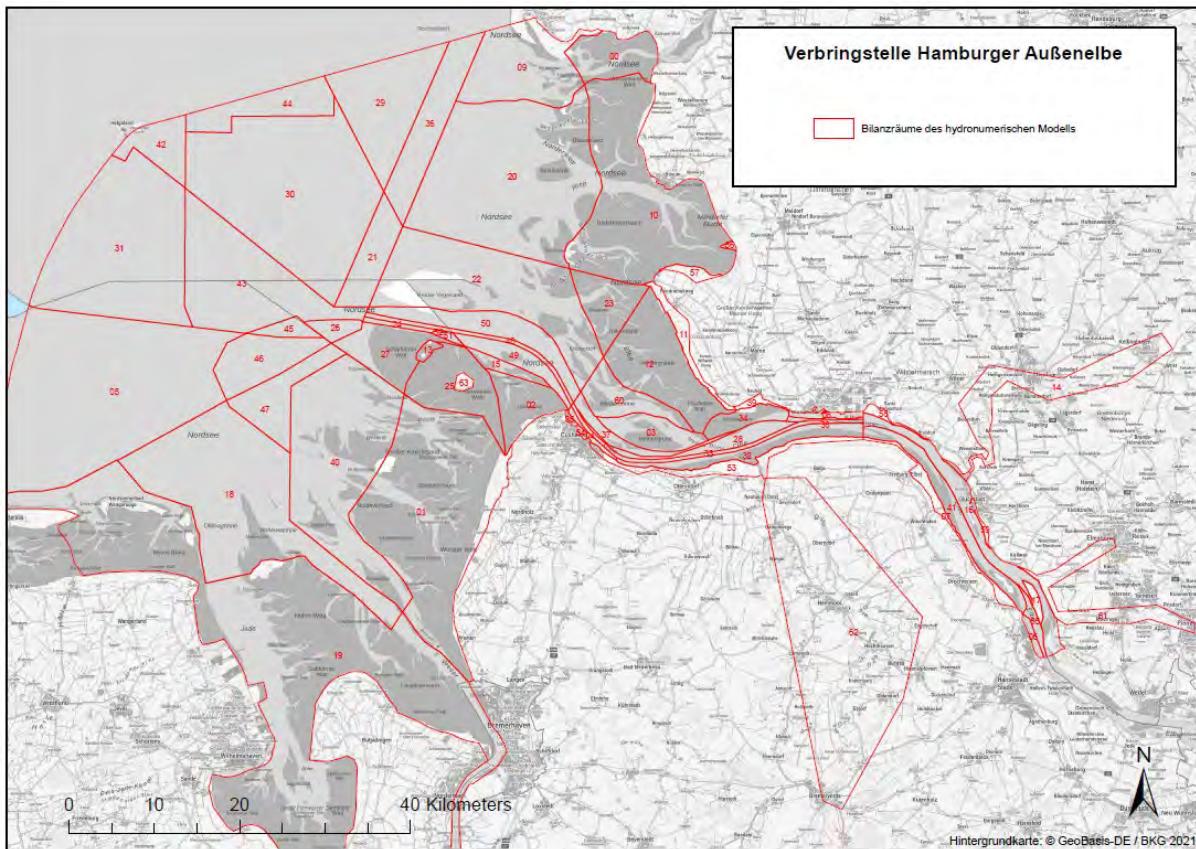


Abbildung 62: Die 64 Bilanzräume des hydrodynamisch-numerischen Modells für die mittleräumige Analyse (Karte: HPA)

Das Modellbaggergut besteht zu vier gleichen Teilen aus den Fraktionen *fine silt*, *medium silt*, *coarse silt* und *very fine sand* (Tabelle 60). Jeder dieser Fraktionen ist eine Sinkgeschwindigkeit zugeordnet, die das Absetzverhalten maßgeblich bestimmt.

Auswertungen erfolgen für das gesamte im Modell vorhandene Sediment (Hintergrund und umgelagertes Material) für die einzelnen Fraktionen und für die Summe aller Fraktionen sowie für die Fraktionen des umgelagerten Sediments. Das aus den vier genannten Fraktionen bestehende Modellbaggergut repräsentiert das gesamte Unterhaltungsbaggergut, obwohl dieses auch Material mit Korngrößen $< 0,8 \mu\text{m}$ und $> 125,0 \mu\text{m}$ enthält. Der Abgleich von Modellergebnissen mit Naturmessungen im Rahmen früherer Untersuchungen hat gezeigt, dass mit der Korngrößenverteilung des Modellbaggergutes ein naturähnliches Absetzverhalten insbesondere der feineren Fraktionen des Sediments nachgebildet werden kann. Da die größeren Fraktionen (Korngröße $> 125 \mu\text{m}$) an der Sohle transportiert werden und nur einen geringen Anteil des umgelagerten Sediments ausmachen, wurden sie in der Modellierung nicht gesondert berücksichtigt.

Tabelle 60: Vergleich der Korngrößen nach der Udden-Wentworth-Skala und DIN EN ISO 14688
 (Quelle: BAW 2021, S.12)

Bezeichnung der Fraktion nach Udden-Wentworth	Korngröße nach Udden-Wentworth [μm]	mittlere Sinkgeschw. nach Stokes bei 20 °C ($\rho=2650 \text{ kg/m}^3$) [mm/s]	Korngröße und Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688 [μm]
Very Coarse Sand	1000–2000	2020	630–2000 (Grober Sand)
Coarse Sand	500–1000	500	
Medium Sand	250–500	120	200–630 (Mittelsand)
Fine Sand	125–250	30	63–200 (Feinsand)
Very Fine Sand	62,5–125	10	
Coarse Silt	31–62,5	1,9	20–63 (Grobschluff)
Medium Silt	15,6–31	0,51	
Fine Silt	7,8–15,6	0,11	6,3–20 (Mittelschluff)
Very Fine Silt	3,9–7,8	0,03	

Die methodischen Unterschiede zwischen den Modellläufen werden nachfolgend dargestellt.

5.1.1.1 Modelllauf zur Auswertung der Sedimentmasse am Boden

Einbringverfahren: 124.660 t TS Sediment befinden sich bereits zu Beginn der Modellierung vollständig auf der Verbringstelle. Dies entspricht laut BAW ca. 360.000 m³ LRV (Faktor 2,88 für die Umrechnung von Laderaumvolumen auf Tonnen Trockensubstanz). Für das Maximalszenario von 1,0 Mio. t TS werden die Mengen des Modellaufes in dieser Auswirkungsprognose entsprechend skaliert (Multiplikation mit dem Faktor 8,3). Durch die Annahme, das Sediment befindet sich zu Beginn des Modelllaufes bereits vollständig am Grund der Verbringstelle, werden auch im weiteren Verlauf der Modellierung die Sedimentmassen am Boden tendenziell überschätzt.

Modellierungszeitraum: 9 Monate

Randbedingungen: Tide, Oberwasser (Abbildung 63) und Wind entsprechen den Werten des Zeitraumes 1.4.2016 bis 31.12.2016, die Wirkung des Seegangs wird berücksichtigt. Dazu werden Messungen der Station Neu Darchau aus dem Jahr 2016 mit einem Zeitversatz von einem Tag verwendet, sowie aus der Leitfähigkeit berechnete Salzkonzentrationen. Damit bildet dieser Modellauf die relevanten, im Jahresverlauf auftretenden verschiedenen hydrologischen Zustände sowie die Vegetationsperiode und Variabilität dieser Faktoren ab.

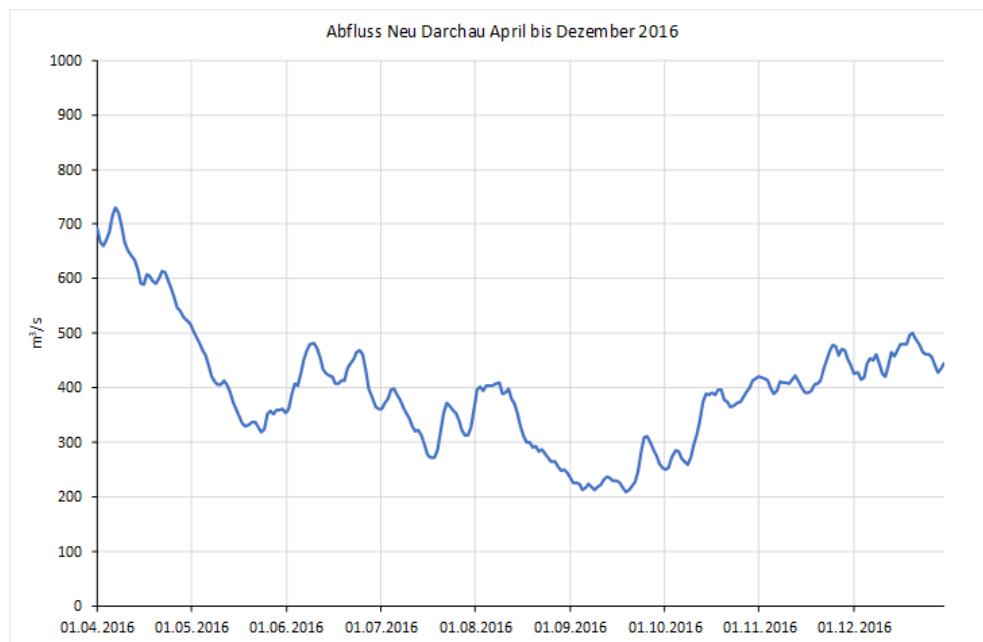


Abbildung 63: Abfluss Neu Darchau April bis Dez. 2016 (Quelle: HPA WI22)

So ist das Oberwasser der Elbe in den Sommermonaten in der Regel geringer als im Winterhalbjahr, während höhere Windgeschwindigkeiten häufiger im Winterhalbjahr auftreten. Als meteorologische Randwerte für Wind, Luftdruck und Temperatur werden Daten aus dem globalen Modell ICON des Deutschen Wetterdienstes (Reinert et al. 2021 in BAW 2021) verwendet. So berücksichtigt dieser Modellauf drei Sturmtiefs, deren Windfelder im November und Dezember über die Elbmündung zogen, wobei das letzte zu einer schweren Sturmflut führte. Insgesamt ist die Verteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten vom 1.4. bis 31.12.2016 den Verhältnissen im langjährigen Mittel ähnlich. Der Oberwasserzufluss in diesem Zeitraum war dagegen unterdurchschnittlich, so dass in diesem Modellauf Bedingungen herrschen, die den Stromauftransport von Sedimenten begünstigen. Letztlich wurde von April bis Dezember 2016 in keinem Monat das jeweilige langjährige Abflussmittel erreicht oder gar übertroffen. Das Abflussmittel für April bis Dezember 2016 beträgt $397 \text{ m}^3/\text{s}$, das sind nur rd. 2/3 des Langzeitmittels für diese Monate ($590 \text{ m}^3/\text{s}$).

Um die vorhabenbedingten Auswirkungen für Flora und Fauna von vornherein zu minimieren, soll die Verbringung vom 1. November bis 15. März stattfinden, um Auswirkungen auf die Vegetations- und Reproduktionszeit zu vermeiden. In Bezug auf das für die Nutzung der geplanten Verbringstelle vorgesehene Zeitfenster sind die im Modell angesetzten Wind- und Oberwasserrandwerte im Mittel geringer als im Verbringzeitraum zu erwarten. Das bedeutet, dass in der Realität stärkerer Seegang herrschen wird als im Modell angenommen. Sediment aus der Verbringung, das zunächst auf Wattflächen sedimentiert, wird dadurch wieder mobilisiert und weiter transportiert. Das höhere Oberwasser wird dem Stromauftransport oberstrom von Brunsbüttel stärker entgegenwirken als modelliert.

Auswertungszeitpunkte: Jede Auswertung für Sedimentmassen am Boden ist eine Momentaufnahme. Auswertungen erfolgen für bis zu 13 Zeitpunkte innerhalb des neunmonatigen Modellierungszeitraumes (nach 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 22, 28, 34, 39 Wochen).

Einheit: Sedimentmassen werden in kg bzw. kg/m² angegeben. Die Sedimentauflage kann auf dieser Grundlage geschätzt werden. Um von der Flächenlast in kg/m² auf Ablagerungshöhen in Millimetern zu schließen, sind Annahmen zu treffen, denn die Abschätzung der Mächtigkeit der abgelagerten Sedimentmassen hängt stark von dem Konsolidierungszustand der Sedimente ab, der sich vereinfachend über die Porosität ausdrücken lässt. Laut BAW wurde folgendermaßen vorgegangen: „*bei einer Korndichte von 2650 kg/m³ ergibt eine Akkumulation von Baggergut von 1 kg/m² rechnerisch eine mittlere Sedimentschichtdicke von 1/2650 m = 0,38 mm. Unter der Annahme einer hohen Porosität p = 0,62 ergibt sich für eine Akkumulation von Baggergut von 1 kg/m² eine Sedimentschichtdicke von 1 mm. Unter der Annahme einer Porosität p = 0,40 ergibt sich für eine Akkumulation von Baggergut von 1 kg/m² eine Sedimentschichtdicke von 0,63 mm. Im Folgenden wird im Sinne einer Betrachtung auf der sicheren Seite von einer hohen Porosität ausgegangen, sodass vereinfacht ein Umrechnungsfaktor von 1 kg/m² ≈ 1 mm angenommen werden kann.*“ (BAW 2021, S. 15).

5.1.1.2 Modellauf zur Auswertung der Schwebstoffgehalte

Einbringverfahren: 9.000 m³ Sediment werden im Abstand von 5 Stunden in die Wassersäule gegeben. Dies wird vierzigmal wiederholt, woraus sich eine Gesamtdauer von 200 Stunden oder 8,3 Tagen ergibt. Das Volumen des dabei eingebrachten Sediments beträgt 360.000 m³ LRV, was laut BAW ca. 124.660 t TS entspricht (Faktor 2,88). Dies entspricht der Menge, die beim Modellauf zur Auswertung der Sedimentmassen am Boden (s.a. Abschnitt 5.1.1.1) zu Beginn der Modellierung auf dem Gewässergrund abgelegt wurde. Durch diese Abbildung des

Einbringverfahrens im Modell werden die in zeitlicher und räumlicher Nähe zur Umlagerung auftretenden Schwebstoffgehalte laut BAW (2021) tendenziell überschätzt.

Dies stellt im Hinblick auf die Frequenz der Verbringung ein sehr intensives Verbringungszenario dar, das nur mit dem parallelen Einsatz von mindestens zwei Hopperbaggerschiffen erreicht werden könnte. Das Laderaumvolumen von 9.000 m³ (entspricht ca. 3.100 t TS) ist ein mittlerer Wert, die Dauer der Verbringungsphase eher kurz. Um hinsichtlich der vorhabensbedingten Schwebstoffgehalte auf der sicheren Seite zu liegen, also Vorhabenswirkungen tendenziell zu überschätzen und keinesfalls zu unterschätzen, wurden für die Auswirkungsprognose nur die Werte ersten 19 Tage des Modellaufes herangezogen.

Modellierungszeitraum: 2 Monate

Randbedingungen: Das Oberwasser (Q) wird konstant mit 360 m³/s angenommen. Auch dieser Wert liegt deutlich unter dem langjährigen Mittel. Wind und Seegang werden in diesem Modellauf nicht berücksichtigt, da Seegang tendenziell zu stärkerer räumlicher Verteilung der Schwebstoffe führt und somit die Konzentrationen vermindert.

Auswertungszeiträume: Die Schwebstoffgehalte werden als Mittelwerte für verschiedene Zeiträume angegeben. Der zweimonatige Modellierungszeitraum ist dafür in vier Intervalle unterteilt: Erster Einbringvorgang bis Ende des ersten vollständigen Spring-Nipp-Zyklus (19 Tage) sowie die drei folgenden Spring-Nipp-Zyklen (je 14 Tage). Beim Umlagern des Baggergutes in die Wassersäule treten die maximalen Schwebstoffgehalte während der Phase der Verbringung auf, sodass auch hier der Zeitraum als ausreichend angesehen werden kann (BAW 2021).

Einheit: Schwebstoffkonzentrationen werden in g/m³ angegeben.

Hintergrund: Für die Auswertungszeiträume werden auch die insgesamt vorhandenen Schwebstoffgehalte ermittelt (Hintergrund plus Verbringung). So ist ein Vergleich zwischen vorhabensbedingt auftretender Trübung und der Hintergrundtrübung möglich.

5.1.2 Kritische Einordnung der Modellergebnisse

Das hydrodynamisch-numerische Modell bildet die grundlegenden Wirkzusammenhänge zutreffend ab und liefert belastbare Informationen über Transportwege für Sedimente verschiedener Korngrößen, sowohl für den Sedimentablagerung am Gewässergrund als auch

als Schwebstoff. Es ist das Ergebnis jahrelanger Entwicklung, wurde bereits vielfach angewendet und ist validiert und kalibriert, also anhand vor Ort gemessener Werte eingestellt und geprüft (siehe auch BAW (2021)).

Bei der Interpretation ist dennoch zu berücksichtigen, dass die Modellergebnisse zwar in räumlicher, zeitlicher und quantitativer Hinsicht sehr genau sind, aber dennoch nur eine nach dem Stand der Technik vorgenommene Annäherung an die zukünftige Morphodynamik sein können. Berechnet werden können nur die vorhabensbedingten Wirkungen der geplanten Sedimentumlagerung vor dem Hintergrund eines begründet angenommenen zukünftigen IST-Zustandes. Die zukünftigen hydrologischen und meteorologischen Randbedingungen, die die künftige Morphodynamik mit prägen werden, sind jedoch nicht exakt prognostizierbar.

Bei der Interpretation der Modellergebnisse für die Sedimentmassen am Boden muss zudem die hilfsweise Modellannahme berücksichtigt werden, zu Modellierungsbeginn befindet sich das Jahresbudget an Sediment bereits vollständig auf der Verbringstelle.

- Dies bedeutet, dass insbesondere die Mengen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Ablagerung am Boden kommen, in der Realität wegen der über einen mehrmonatigen Zeitraum sukzessive stattfindenden Verbringung tendenziell kleiner sind als in der Modellierung und anschließenden Skalierung (1,0 Mio. t TS). Somit handelt es sich hier um eine auf der sicheren Seite liegende Betrachtung.
- Die andauernde Wechselwirkung zwischen strömungsbedingt veränderter Unterwassertopographie und Hydrologie wird im Modell nicht nachvollzogen.
- Zudem berücksichtigt das Modell künftige Unterhaltungsarbeiten nicht, was dazu führt, dass es z.B. für Hafenbecken in Cuxhaven (BZR 54) oder Brunsbüttel (BZR 08) Sedimentmengen berechnet, die dort tatsächlich aufgrund des Schiffsverkehrs und der laufenden Unterhaltung nicht zu erwarten sind.

Diese Faktoren führen dazu, dass durch eine Modellierung kein exaktes Abbild der zukünftigen Verhältnisse erstellt werden kann. Sie liefert jedoch belastbare Informationen über Transportwege, Sedimentationsschwerpunkte und auch die quantitative Verteilung des umgelagerten Sediments. In den folgenden Kapiteln wird erläutert, welche Prognosen aus den verschiedenen Modellergebnissen für die Wirkung der Verbringung von Sediment auf die geplante Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ abgeleitet werden.

5.1.3 Räumliche Verteilung des umgelagerten Sediments

In der vorliegenden Unterlage werden die Modellergebnisse in zunehmender räumlicher Detaillierung dargestellt, beginnend mit einer großräumigen Betrachtung der Verteilung zwischen Geesthacht und Nordsee über eine mittleräumige Betrachtung zwischen

Schwingemündung und Helgoland zu einer kleinräumigen Betrachtung in Teilbereichen des Wirkraumes.

Die drei Detaillierungsstufen sind:

- Großräumige Betrachtung: 6 große Bilanzräume (Geesthacht bis Helgoland)
- Mittleräumige Betrachtung: 64 kleinere Bilanzierungsräume (Schwingemündung bis Helgoland)
- Kleinräumige Betrachtung: Kartendarstellung auf Ebene der Berechnungszellen (verschiedene Ausschnitte des Untersuchungsraumes)

Des Weiteren sind die verbringungsbedingten Sedimentauflagen und Schwebstoffgehalte für das Maximalszenario von 1 Mio. t TS pro Jahr in Anhang 6 dargestellt.

5.1.3.1 Großräumige Verteilung des umgelagerten Sediments

Um den großräumigen Transport der umgelagerten Sedimente zu beschreiben wurde der 9-monatige Modellauf ausgewertet. Dabei wurde ermittelt, wieviel Sediment sich am Ende der Modelllaufzeit in sechs großen Bilanzräumen befindet, und zwar als Sediment am Boden und als Schwebstoff in der Wassersäule. Zudem wurde der Austrag von Schwebstoff über den Seerand des Betrachtungsraumes während des Modellierungszeitraumes ermittelt (Abbildung 64).

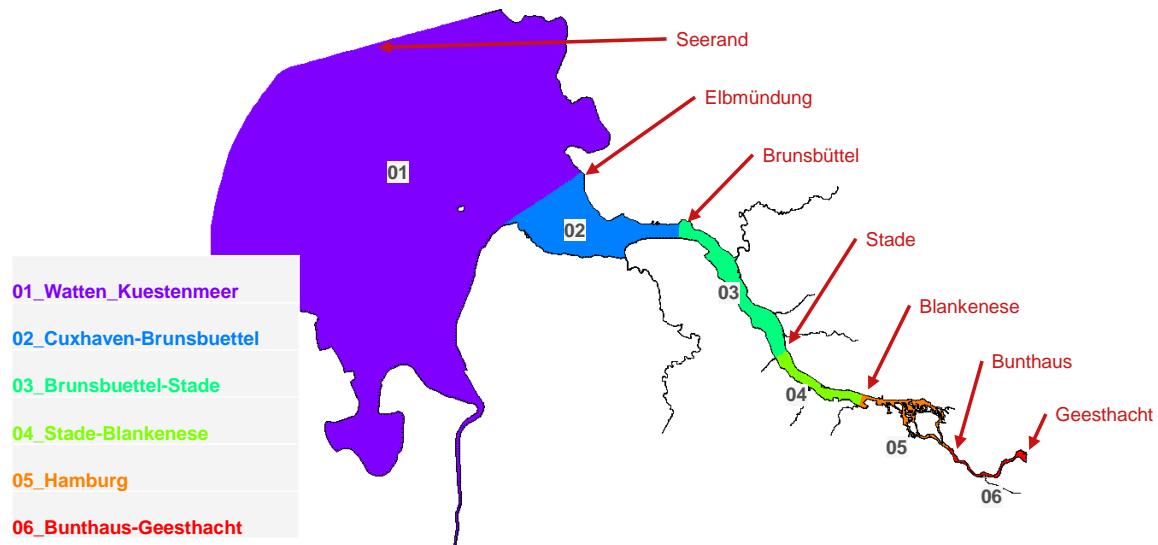


Abbildung 64: Bilanzierungsräume zur Ermittlung des großräumigen Transports

Bei diesem Modellauf werden zu Beginn des Modellierungszeitraumes 124.660 t TS auf der Verbringstelle abgelegt. Am Ende des Modellierungszeitraumes von 9 Monaten verteilt sich dieses Material auf Sedimentmasse am Boden und Schwebstoff in den Bilanzräumen sowie

den Schwebstoffaustrag über den Seerand. Der Verbleib des umgelagerten Sediments wird also vollständig abgebildet.

Die folgende Abbildung zeigt, wie sich das umgelagerte Sediment am Ende der Simulationszeit verteilt (Sediment am Boden in den Bilanzräumen sowie über den Seerand ausgetragener Schwebstoff). Im Balkendiagramm (Abbildung 65) werden die vier Fraktionen unterschieden, aus denen das Modellsediment besteht.

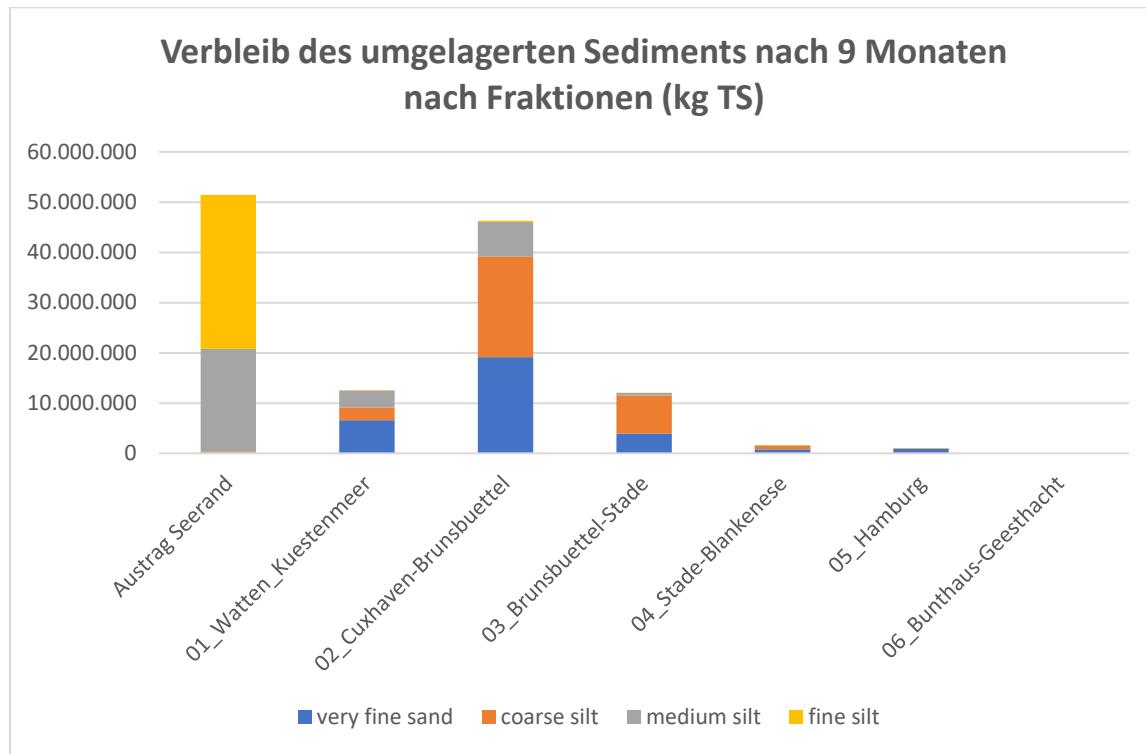


Abbildung 65: Großräumiger Verbleib des umgelagerten Sediments (in kg TS)

Dabei zeigt sich, dass der Schwebstofftransport deutlich seewärts gerichtet ist, während der bodennahe Sedimenttransport stromauf orientiert ist. Dementsprechend findet eine deutliche Klassierung des umgelagerten Sediments statt: Die Fraktion „*fine silt*“ wird aufgrund ihrer geringen Sinkgeschwindigkeit nahezu vollständig über den seewärtigen Rand der Bilanzräume in die Nordsee ausgetragen. Auch die Fraktion „*medium silt*“ wird zu fast zwei Dritteln ausgetragen. Die schneller zu Boden sinkenden Fraktionen „*coarse silt*“ und „*very fine sand*“ werden dagegen zum überwiegenden Teil sohnah transportiert und dort vom Stromauftransport erfasst. Dabei ist zu beachten, dass den Modellläufen niedrige Oberwasserzuflüsse zugrunde liegen, die in der Unterelbe im Vergleich zu mittleren Abflussverhältnissen zu einem stärkeren Stromauftransport führen.

5.1.3.2 Mittelräumige Verteilung des umgelagerten Sediments am Boden

Die nächste Detaillierungsstufe bilden 64 Bilanzierungsräume (BZR), in die das Modellgebiet zwischen der Schwingemündung und Helgoland unterteilt ist. Die Bilanzierungsräume bilden Grenzen topographischer Einheiten wie Vorland, Watt, Sublitoral oder Fahrinne ab, berücksichtigen aber auch Landesgrenzen, Schutzgebietsgrenzen und Oberflächenwasserkörper der WRRL. Die tidebeeinflussten Abschnitte der Nebenflüsse werden nur schematisch dargestellt, was jedoch keinen Einfluss auf die Werte hat.

Die Bilanzierungsräume sind unterschiedlich groß und umfassen häufig in einem BZR Bereiche mit unterschiedlichen hydromorphologischen Verhältnissen, wie z.B. Priele und Watrrücken oder Prall- und Gleithang einer Rinne. Diese Heterogenität innerhalb der Bilanzierungsräume muss bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Zunächst wird das Sediment am Boden betrachtet. In dem von den Bilanzierungsräumen abgedeckten Teil des Modellgebietes befinden sich am Ende des Modellierungszeitraumes folgende Anteile der einzelnen Fraktionen des umgelagerten Sediments:

- very fine sand: 94%
- coarse silt: 96%
- medium silt: 35%
- fine silt: <1%

Die folgenden Abbildungen zeigen zwei statistische Kennwerte für die Sedimentmasse am Boden: Mittelwert und 95. Perzentil. Dargestellt werden Werte für das jährliche Maximalszenario 1,0 Mio. t TS. Aus 12 Auswertungszeitpunkten (nach 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 22, 28, 34, 39 Wochen) wurde jeweils der höchste Wert gewählt, auch wenn es sich dabei häufig um Zwischenzustände handelt und das Sediment im weiteren Verlauf der Modellierung in andere Bereiche weitertransportiert wird. So ist methodisch eine weitere Tendenz zur Überschätzung der eingetragenen Menge angelegt, um Vorhabenswirkungen auf der sicheren Seite liegend zu betrachten. Es ist laut BAW „...aufgrund der Durchmischung mit dem Hintergrundsediment und der hohen Morphodynamik in der Außenelbe nicht davon auszugehen, dass der Anteil der Sedimentmasse des Baggergutes am Gesamt-Sedimentinventar nach Ablauf der 9 Monate noch nachweisbar ansteigt, sodass dieser Zeitraum für die Simulation als ausreichend angesehen werden kann. Diese Analyse zeigt, dass sich das Baggergut in das Hintergrundgeschehen eingefügt hat und die weitere Ausbreitung von den hydrodynamischen und meteorologischen Randbedingungen sowie weiteren anthropogenen Einflüssen dominiert wird.“ (BAW 2021, S. 39).

Als Maßeinheit für die Sedimentmasse am Boden wird Kilogramm pro Quadratmeter (kg/m^2) verwendet. Eine Ableitung der Sedimentauflage aus der Sedimentmasse ist nur überschlägig möglich. Als Faustregel kann angenommen werden, dass eine Sedimentmasse von $1 \text{ kg}/\text{m}^2$

einer Sedimentauflage von ca. 1 mm entspricht (BAW 2021). Aufgrund der oben angegebenen Annahme, dass die Sedimentmasse des Baggergutes nach Ablauf der 9 Monate in den meisten Bilanzierungsräumen mit Ausnahme der BZR 04, 06, 08, 17, 35, 54 und 61 – welche zumeist als Sedimentfallen fungierende Hafenbecken enthalten - nicht mehr nachweisbar ansteigt, sondern sich in das Hintergrundgeschehen einfügt, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für den Zeitraum von 1 Jahr gilt.

Der Mittelwert eignet sich besonders gut für den Vergleich der Bilanzierungsräume untereinander. Es wird deutlich, dass der Transport des umgelagerten Sediments vor allem entlang der Hauptrinne der Elbe erfolgt (Abbildung 66). Elbferne Bereiche bleiben weitgehend unbeeinflusst. Aber auch entlang der Elbe bleiben im überwiegenden Teil der Flächen die Einträge mit Mengen < 1 kg/m² sehr gering. Etwas höhere Mittelwerte bis zu 10 kg/m² treten in der tiefen Rinne auf der Verbringstelle (BZR 52) und stromauf davon (BZR 51, 49, 15) sowie im Wattbereich zwischen Verbringstelle, Kugelbake und Sahlenburg auf (BZR 02).

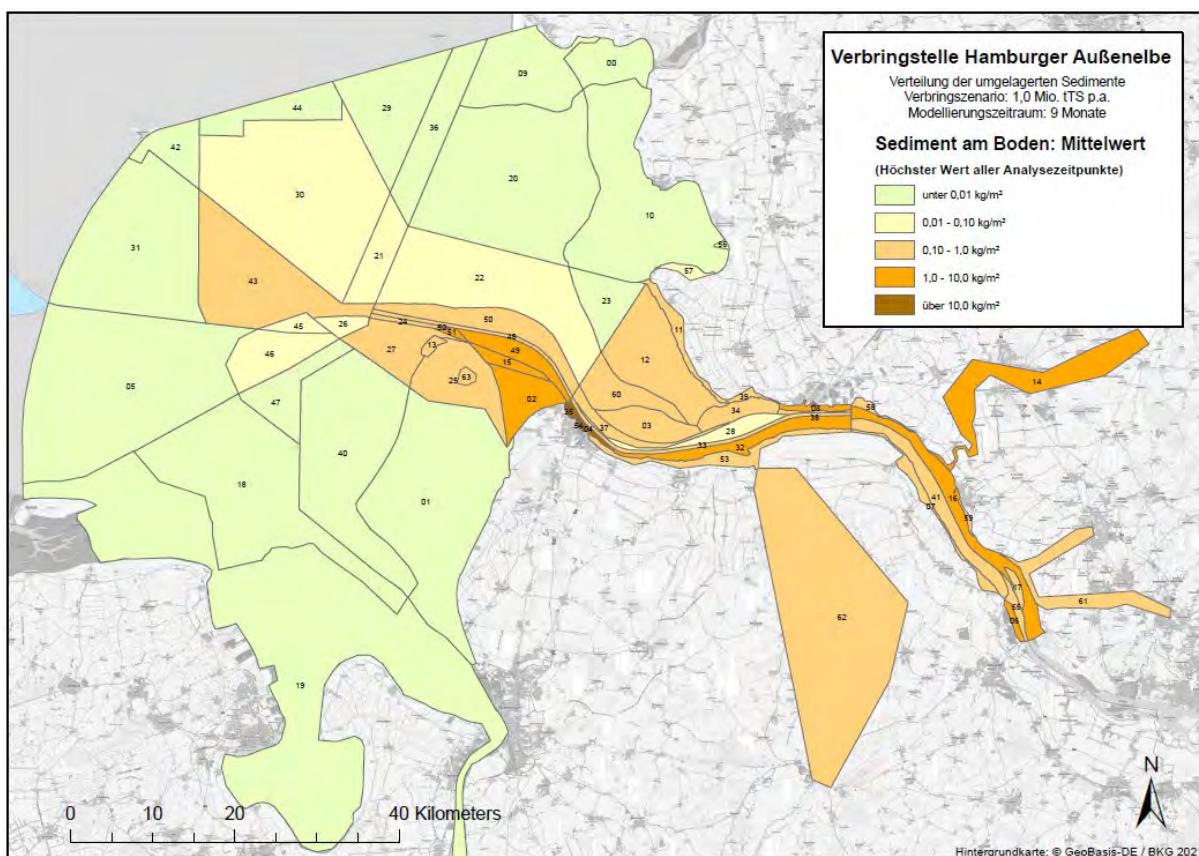


Abbildung 66: Sediment am Boden aus der Verbringung: Mittelwert

Weiter stromauf fallen Sublitoralbereiche zunächst an der südlichen (BZR 32), ab Brunsbüttel an der nördlichen Seite der Hauptrinne (BZR 08, 16) sowie die Stör (BZR 14) in diese Klasse. Auch der Hafenbereich Bütfleth (BZR 06) erreicht diesen Wert. Überschritten wird der Mittelwert von 10 kg/m² im Sublitoral vor Cuxhaven (BZR 04), in den dortigen Hafenbecken (BZR 54) sowie im Bereich Grimmershörner Bucht (BZR 35).

Das 95. Perzentil bedeutet, dass in 95% der Berechnungszellen eines Bilanzierungsraumes die Sedimentauflage unterschritten und in 5% überschritten wird. Das 95. Perzentil ist deshalb ein Anhaltswert für die Sedimentmasse in kleinen Teilbereichen der Bilanzierungsräume, in denen sich Sediment aus der Verbringung sammelt. Dieser Wert kann nicht auf die gesamte Fläche des Bilanzierungsraumes bezogen werden. Die Kartendarstellung des 95. Perzentils zeigt, dass die räumliche Verteilung der bei den Mittelwerten beobachteten Verteilung ähnlich ist (Abbildung 67). Die kleinräumigen Ansammlungen von Sediment aus der Verbringung finden sich ebenfalls in den Bilanzierungsräumen der tiefen Rinne der Elbe sowie in einigen der daran angrenzenden Wattbereiche: Kleinräumige Ansammlungen von 1 – 10 kg/m² finden sich in Teilen der tiefen Rinne zwischen der Außenelbe und der Schwingemündung. Auch in linkselbischen Wattbereichen zwischen Scharhörn und dem Festland sowie rechtselbisch auf Watten elbaufwärts der Friedrichskoogspitze werden diese Werte erreicht. Im Neufelder Vorland sowie an Oste und Stör erreichen kleinräumige Ansammlungen von Sediment ebenfalls Werte von 1-10 kg/m².

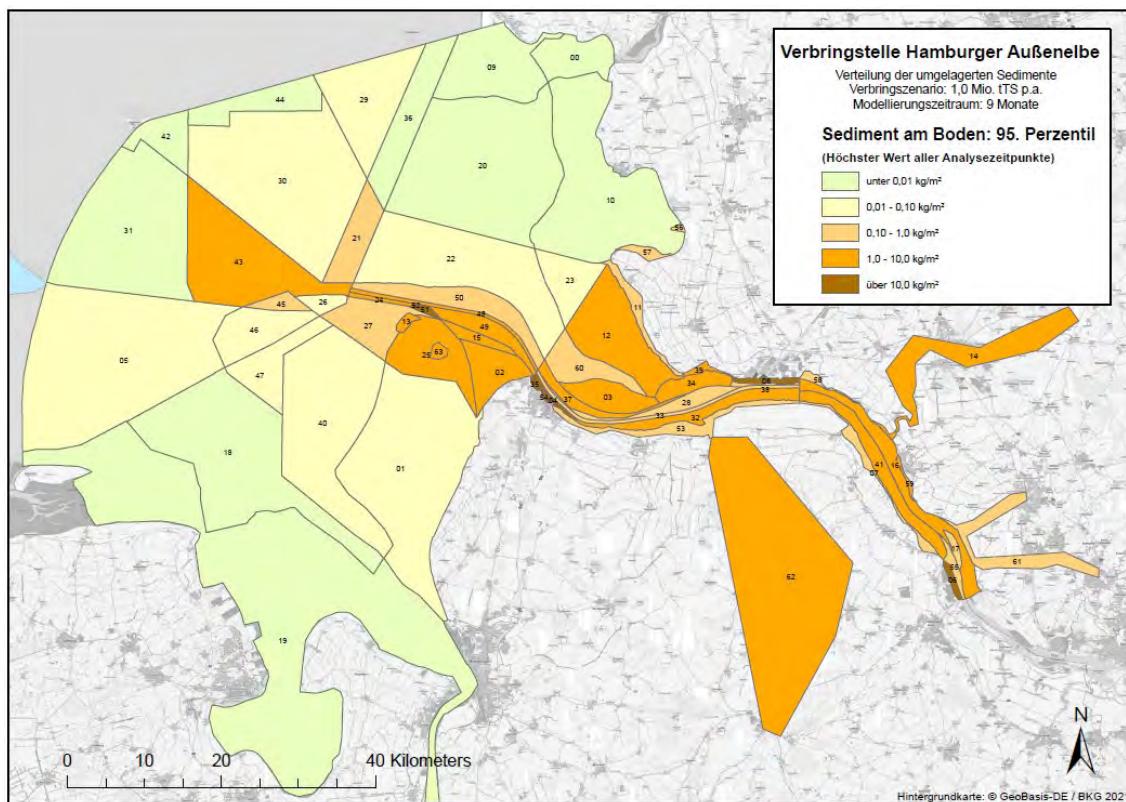


Abbildung 67: Sediment am Boden aus der Verbringung: 95. Perzentil

Überschritten wird der Wert von 10 kg/m² auch im 95. Perzentil nur in wenigen Bilanzierungsräumen: Auf der Verbringstelle und ihrer direkten Umgebung (BZR 52, 51), im Sublitoral vor Cuxhaven (BZR 04), in den dortigen Hafenbecken (BZR 54) und im Bereich Grimmershörner Bucht (BZR 35) sowie vor Brunsbüttel (BZR 08). Auch vor Stadersand treten

im Hafenbereich Bütfleth noch einmal kleinräumige Ansammlungen von umgelagertem Sediment auf, die den Wert von 10 kg/m² überschreiten (BZR 06).

Bei der weiteren Interpretation dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass das umgelagerte Sediment denselben Transportbedingungen unterliegt wie die Sedimente, die unabhängig von der hier untersuchten Verbringung in Nordsee und Tideelbe vorhanden sind. Das bedeutet, dass sich Sediment aus der Verbringung in Bereichen sammelt, in denen auch Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt.

An den Bereichen, die auf den zuvor erläuterten Karten eine erhöhte Sedimentation von umgelagertem Material aufweisen, sammelt deshalb sich bereits im IST-Zustand Sediment gleicher Korngröße. Diese Bereiche wachsen deshalb bereits im IST-Zustand auf oder werden, wenn ihre Nutzung für die Schifffahrt das erfordert, regelmäßig unterhalten.

5.1.3.3 Kleinräumige Verteilung des umgelagerten Sediments am Boden

Die dritte und genaueste Detaillierungsstufe ist die Auswertung in Kartenform, die direkt aus dem BAW-Modell erzeugt wird. Je nach Maßstab der Darstellung sind darin die einzelnen Berechnungszellen des Modells erkennbar. Auch in zeitlicher Hinsicht sind die Aussagen sehr hochauflösend, denn es handelt sich jeweils um Momentaufnahmen.

Auswertungen in diesem hohen räumlichen und zeitlichen Detaillierungsgrad liefern wertvolle Hinweise zu Transportwegen und zum Verbleib des Sediments. Allerdings zeigen auch diese Karten lediglich einen möglichen Zustand im Rahmen der zukünftigen Morphodynamik. Bei dieser Detailschärfe ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass durch zwischenzeitlich veränderte morphologische und/oder hydrologische Randbedingungen die Verteilung des umgelagerten Sediments im Detail etwas anders verläuft als im Modell berechnet. So ändern sich Wind- und Seegangsverhältnisse in kurzen Zeiträumen und können die Sedimentverteilung zu einem bestimmten Zeitpunkt deutlich beeinflussen. Auch wirken die im Modell ermittelten Änderungen der Topographie in der Natur wiederum auf die Strömungs- und damit die Transportverhältnisse. Diese andauernde Wechselwirkung zwischen strömungsbedingt veränderter Unterwassertopographie und Hydrologie werden in der Modellierung jedoch nicht nachgebildet. Zudem ist die Unterhaltung der Wassertiefen in Hafenbecken und Fahrrinnen im Modell nicht enthalten.

Bei der Interpretation der Modellergebnisse ist zudem zu berücksichtigen, dass sich die Transportvorgänge nur bei Auswertung mehrerer Karten und bei Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen erschließen. Zudem ist die räumliche Aussagekraft ab einer Größenordnung von <1.000 m eingeschränkt. Diese Karten sind deshalb lediglich eine ergänzende Quelle zu den Bilanzierungsräumen und erlauben es, innerhalb der

Bilanzierungsräume Bereiche zu identifizieren, in denen sich vorübergehend oder dauerhaft Sediment aus der Verbringung sammeln kann. Ebenso ist zu erkennen, dass in weiten Bereichen der Bilanzierungsräume kein nennenswerter Eintrag von umgelagertem Sediment zu erwarten ist. Die detaillierten Karten werden deshalb nur im Hinblick auf die räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster ausgewertet. Sie beruhen auf dem Original-Mengenszenario der BAW und wurden nicht auf das Maximalszenario von 1 Mio. t TS pro Jahr hochskaliert. Die Mengen der vorhabensbedingt auftretenden Sedimentmengen im Maximalszenario sind der Auswertung für die Bilanzräume zu entnehmen (Anhang 6). Dabei eignet sich der Mittelwert für die Beschreibung länger anhaltender und großräumiger Wirkungen sowie für den Vergleich der Bilanzierungsräume untereinander, denn kleinräumige und kurzzeitige Schwankungen werden durch die Mittelwertbildung eliminiert. Dagegen beschreibt das 95. Perzentil die Größenordnung kleinräumiger und vielfach nur vorübergehend vorhandener Sedimentansammlungen und kann nur auf die in den detaillierten Karten erkennbaren Sedimentationsschwerpunkte bezogen werden.

Um den Transport der umgelagerten Sedimente im Verlauf der neunmonatigen Modellaufzeit zu verfolgen, wurden für drei Ausschnittskarten jeweils der Modellzustand für folgende Zeitpunkte dargestellt: 1 Monat, 3 Monate, 6 Monate und 9 Monate nach Modellierungsbeginn.

Der westliche Ausschnitt („Cux Watt“) umfasst die geplante Verbringstelle, die Hauptrinne der Elbe bis nach Cuxhaven und die angrenzenden Wattbereiche mit den Inseln Scharhörn und Neuwerk (Abbildung 68). Es ist zu erkennen, dass die umgelagerten Sedimente größtenteils aus der Verbringstelle ausgetragen werden. Bereits nach einem Monat wurde Sediment entlang der tiefen Rinne nach Cuxhaven transportiert, wo es in den Hafenbecken von Cuxhaven zu deutlichen Ablagerungen kommt. Im Vergleich dazu zeigen sich im Watt zwischen Scharhörn, Neuwerk und dem Festland weniger deutliche Sedimentationserscheinungen, die zudem nicht flächig, sondern vor allem entlang der Wattwasserscheide und vor dem Sahlenburger Ufer auftreten.

Im weiteren Verlauf zeigen diese Sedimentationsbereiche unterschiedliche Entwicklungen: Während das Modell für die Hafenbecken eine fortschreitende Sedimentation berechnet, nehmen die Sedimentmengen in den Watten in der zweiten Hälfte des Modellierungszeitraumes wieder ab. Plausible Erklärungen dafür sind zum einen, dass das Baggergut im Modell nicht kontinuierlich eingebracht wird, sondern zu Beginn bereits vollständig auf der Verbringstelle vorhanden ist. So sind zu Beginn der Modellierung besonders große Sedimentmengen verfügbar, die relativ schnell die nahe gelegenen Wattbereiche erreichen, um dann weiter transportiert zu werden. Zum anderen liegt dem Modell ein realistisches Wind- und Seegangsszenario zugrunde, so dass in Herbst und Winter stärkerer Seegang Sediment auf den Watten remobilisiert und austrägt.

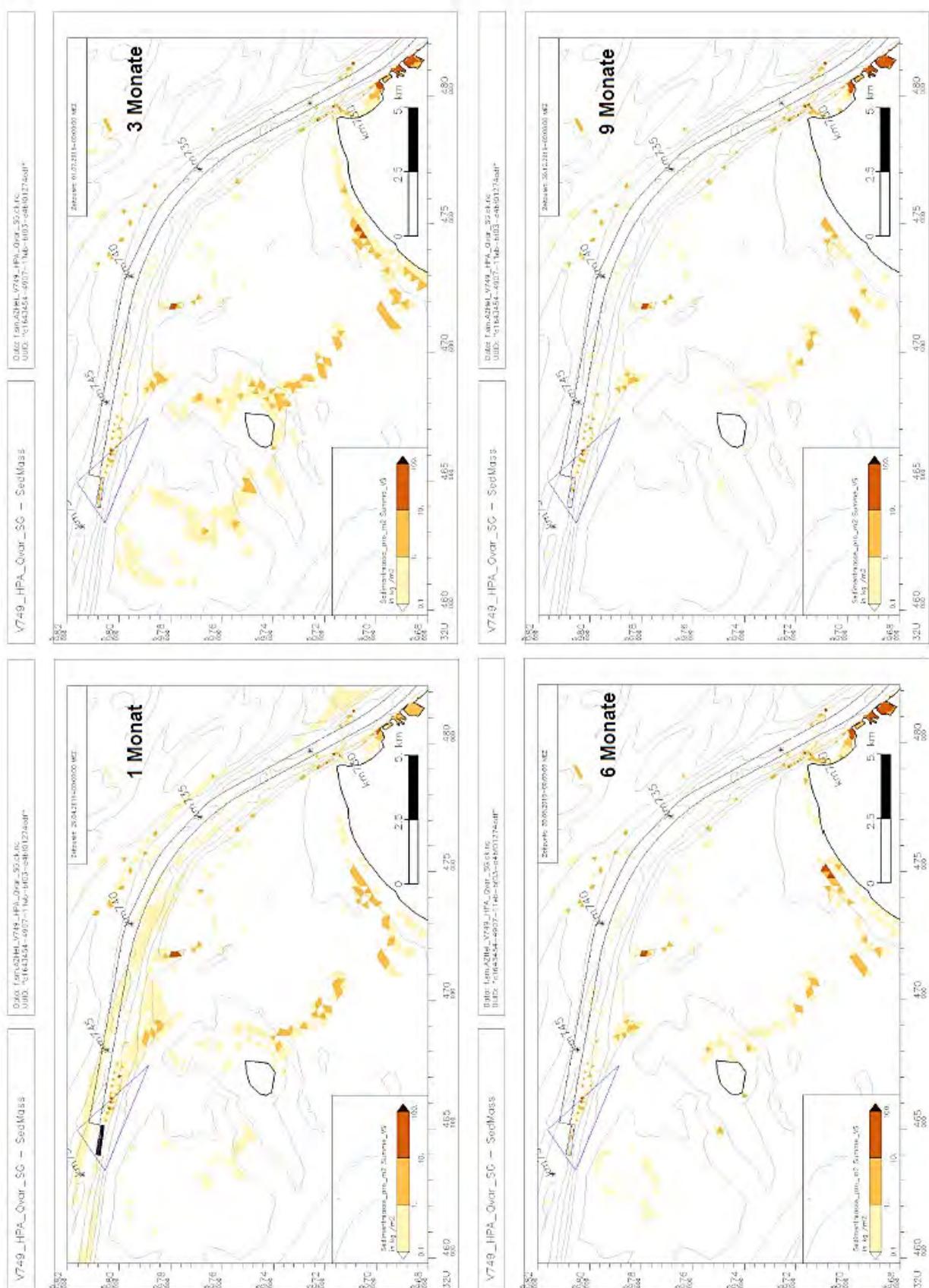


Abbildung 68: Sediment am Boden im Ausschnitt „Cux Watt“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original, Menge 124.660 t TS)

Zuletzt ist darauf hinzuweisen, dass die Hafenbecken, in denen das Modell eine deutliche Sedimentation zeigt, regelmäßig unterhalten werden: laut BfG (2019) werden bis zu 2 Mio. m³ pro Jahr in den im BZR 08 gelegenen elbseitigen Vorhäfen des Nord-Ostsee-Kanals gebaggert; Ausreichende Angaben zu den im BZR 54 derzeit dort anfallenden Jahresbaggermengen und -zusammensetzung liegen nicht vor. Die Unterhaltung der Hafenbecken in Cuxhaven erfolgt durch Sedimentremobilisierung mittels Wasserinjektion. Die Unterhaltung bei Brunsbüttel und Cuxhaven wird seit Jahren betrieben, deshalb handelt es sich bei diesen Vorgängen um Vorbelastungen, die im IST-Zustand mit abgebildet werden.

Bei der Interpretation der Modellergebnisse ist zu beachten, dass diese Unterhaltungsmaßnahmen sowie der Schiffsverkehr der modellierten stetigen Sedimentation entgegen wirkt, aber in der Modellierung nicht berücksichtigt werden kann.

Der mittlere Ausschnitt („Medem“) zeigt die Elbe zwischen Kugelbake und Ostemündung mit Medemgrund, Medemrinne und den nördlich angrenzenden Wattbereichen (Abbildung 69). Die Auswertung des Modells zeigt, dass einen Monat nach Beginn der Modellierung umgelagertes Sediment entlang des Südufers über Cuxhaven hinaus stromauf transportiert wurde. In den Buhnenfeldern des Altenbrucher Bogens und am Glameyer Stack sind Ablagerungen entstanden. In den nördlich gelegenen Watten zeigen sich in wenigen Bereichen geringe Sedimentansammlungen. Im weiteren Verlauf der Modellierung bleiben die Ablagerungen am Südufer stabil und beschränken sich weiter auf den Abschnitt Glameyer Stack bis Cuxhaven. In den nördlich gelegenen Wattbereichen wird das zwischenzeitlich eingetragene Sediment fast vollständig remobilisiert und wieder ausgetragen.

Der östliche Ausschnitt („Brunsbüttel“) zeigt die Elbe bis St. Margarethen mit der Ostemündung, Brunsbüttel und dem Neufelder Watt und Vorland (Abbildung 70). Nach einem Monat zeigen sich Ansammlungen von umgelagertem Sediment insbesondere in den Einfahrten zum Nord-Ostsee-Kanal. Im weiteren zeitlichen Verlauf nimmt die Sedimentmenge dort weiter zu. Auch im Brunsbütteler Elbehafen ist ein andauernder, wenn auch geringerer Eintrag erkennbar. Auch hier ist zu beachten, dass diese Gebiete regelmäßig unterhalten werden, was das Modell jedoch nicht berücksichtigt.

In Teilen der Wattbereiche nördlich und südlich der tiefen Rinne sedimentieren deutlich geringere Sedimentmengen, die während der Modellaufzeit weitgehend wieder ausgetragen werden. Zum Ende des Modellierungszeitraumes ist erkennbar, dass Sediment aus dem Watt in das Neufelder Vorland eingetragen wird. Ursache dafür ist eine (im Modell enthaltene) Sturmflut.

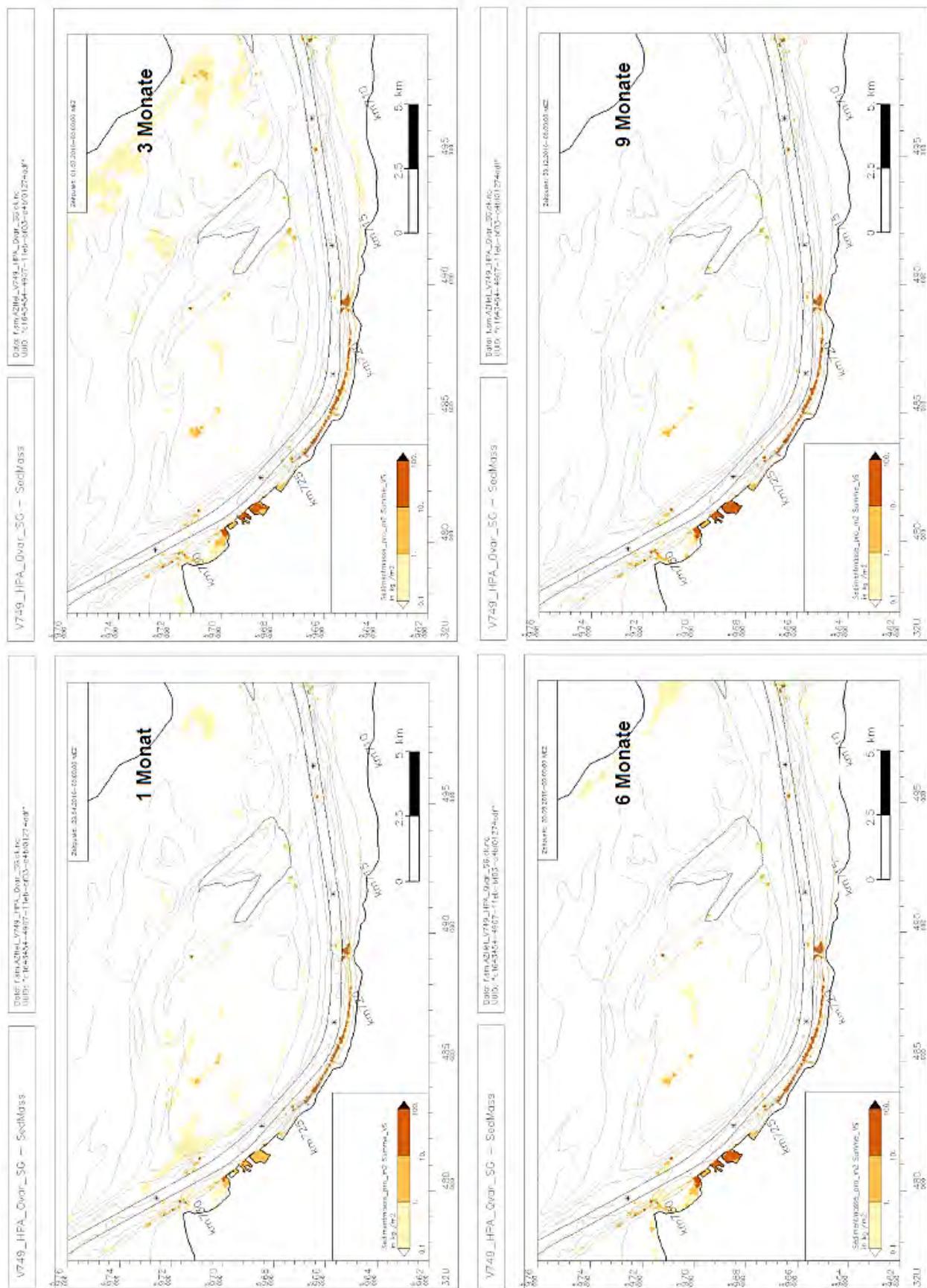


Abbildung 69: Sediment am Boden im Ausschnitt „Medem“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original)

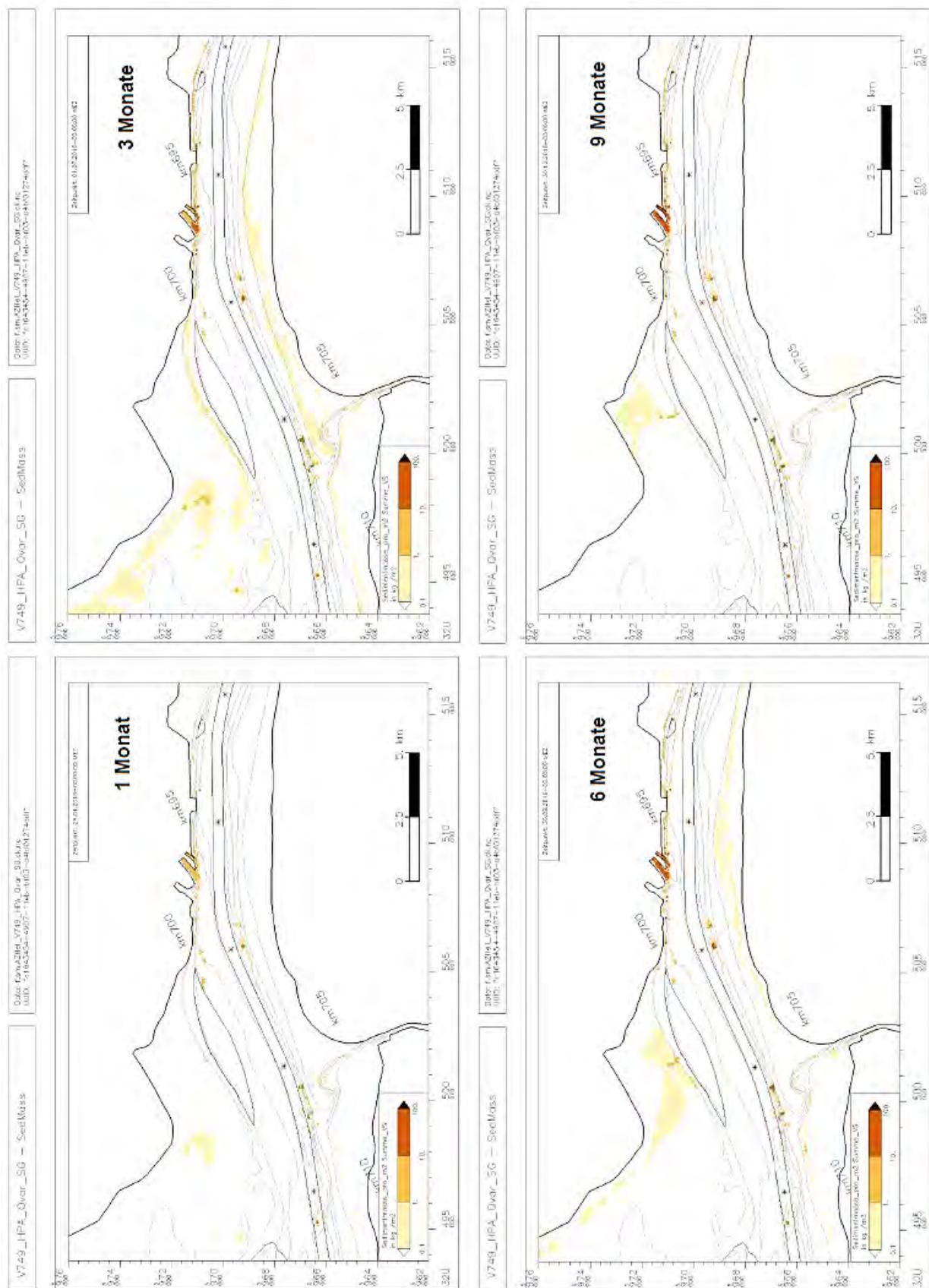


Abbildung 70: Sediment am Boden im Ausschnitt „Brunsbüttel“ nach 1, 3, 6 und 9 Monaten (Szenario: BAW Original)

Da die hydrologischen Verhältnisse durch die geplante Verbringstelle nicht verändert werden ist davon auszugehen, dass Sediment aus der Verbringung nur in Bereichen und zu Zeiten sedimentiert, in denen sich auch ähnliches Material aus dem ohnehin im Wattenmeer vorhandenen Dargebot ablagert. Es kommt deshalb vorhabensbedingt nicht zu Substratänderungen oder zu Zunahmen von Bereichen oder Zeiträumen, in denen Sedimentation stattfindet. Vielmehr mischt sich das umgelagerte Material mit dem Sedimentdargebot des Wattenmeers und der Elbe, und beides zusammen wird von den natürlichen Transportprozessen verteilt.

5.1.4 Wirkung auf den Schwebstoffgehalt

Die Auswertung aus dem BAW-Modell bezieht sich auf die ersten 19 Tage des Modellaufes, umfasst also 8,3 Tage (200 Stunden) mit intensiver Verbringtätigkeit sowie die folgenden 10,7 Tage ohne Verbringung. Diese Auswertung ist demnach repräsentativ für einen Zeitraum, der knapp zur Hälfte aus einer Phase intensiver Verbringtätigkeit und einer Phase ohne Verbringtätigkeit besteht.

Das in dieser Auswirkungsprognose betrachtete Verbringsszenario von höchstens 1 Mio. t Trockensubstanz in der Zeit vom 1. November bis 15. März eines jeden Jahres (135 Tage) bei einer Laderaumgröße des Hopperbaggers von 9.000 m³ bedeutet, dass in dem für die Verbringung verfügbaren Zeitfenster pro Jahr 320 Verbringvorgänge stattfinden (unter der im BAW-Modell getroffenen Annahme, dass 1 t TS ein Laderaumvolumen von 2,88 m³ einnimmt). Unter der im Modell getroffenen Annahme, dass alle 5 Stunden ein Verbringvorgang erfolgt, würde die Verbringung von 1 Mio. t TS 1.600 Stunden bzw. 67 Tage dauern. Es würde unter den Annahmen des Modells also etwa die Hälfte des zur Verfügung stehenden Zeitfensters vom 1. November bis 15. März benötigt. Bezogen auf das gesamte Jahr würden lediglich an 18% der Tage Verbringvorgänge stattfinden.

Intensität und der zeitliche Ablauf der tatsächlichen Nutzung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ lassen sich nicht genau prognostizieren, da die Unterhaltung je nach Bedarf und natürlichen Randbedingungen ausgeführt wird, und der Unterhaltungsbedarf über die Zeit variiert. Lediglich das zur Verfügung stehende Zeitfenster vom 1. November bis 15. März zur Minimierung der Auswirkungen ist festgelegt. Die genaue Größe des eingesetzten Hopperbaggers kann ebenfalls nicht vorhergesagt werden. Da also der tatsächliche Ablauf nicht genau prognostizierbar ist und von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein wird, werden die ersten 19 Tage des Modellaufes, also ein Zeitraum der 8,3 Tage intensiver Verbringtätigkeit und 10,7 Tage ohne Verbringtätigkeit umfasst, in dieser Untersuchung als eine auf der sicheren Seite liegende Modellierung des zukünftigen Verbringbetriebes genutzt.

Der Schwebstoffgehalt resultiert in der Trübung des Gewässers, welche für die Beurteilung einiger ökologischer Auswirkungen relevant ist. Die Ausbreitung und Intensität von Trübungsfahnen hängt unter anderem von der Menge des umgelagerten Materials, der Zusammensetzung (insb. Korngröße, biologische Anteile) des suspendierten Sediments und der vorherrschenden Strömung ab. Je feiner das Sediment, desto länger bleibt es in der Wassersäule, bevor es wieder sedimentiert. Aus ökologischer Sicht ist eine kurzzeitige Erhöhung der Trübung von geringerer Relevanz, da diese natürlicherweise z. B. während einer Springtide oder bei einem Sturmereignis für wenige Stunden oder Tage eintreten kann, als eine über einen längeren Zeitraum anhaltende Erhöhung. Deshalb wurden auf Grundlage der Modellergebnisse für jeden BZR mittlere Gehalte bzw. Erhöhungen der Schwebstoffgehalte berechnet. Bei der Betrachtung der Summe aller Baggergut-Fraktionen ist außerdem zu berücksichtigen, dass die mitberücksichtigten größeren Fraktionen kaum oder gar nicht zur Trübung des Wasserkörpers beitragen. Diese mittleren Verhältnisse werden nachfolgend dargestellt.

5.1.4.1 Mittelräumige Verteilung des Schwebstoffs

Hier wird, wie für Sedimentmasse am Boden, der Mittelwert und das 95. Perzentil betrachtet (Abbildung 71, Abbildung 72), wobei der Mittelwert einen Anhaltswert für länger anhaltende Änderungen des Schwebstoffgehalts bietet, während das 95. Perzentil zeigt, wie sich Schwebstoffgehalte in Phasen intensiver Verbringaktivität ausprägen. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass Schwebstoffgehalte innerhalb der Bilanzierungsräume unterschiedlich ausgeprägt sind und insbesondere das 95. Perzentil nur auf kleine Teilbereiche des BZR sowie kurze Zeiträume bezogen werden darf.

Grundsätzlich zeigt sich beim Schwebstoff ein ähnliches Verteilungsmuster wie beim Sediment am Boden: Material aus der Verbringstelle verteilt sich insbesondere entlang der tiefen Rinne der Elbe und in den daran angrenzenden Sublitoral-, Watt- und Uferbereichen.

Im Mittelwert treten Erhöhungen über 10 g/m³ (entspricht 10 mg/l) nur an der Verbringstelle und im umgebenden Sublitoral auf. Im 95. Perzentil erreichen dagegen alle Bilanzierungsräume der tiefen Rinne zwischen Brunsbüttel und dem seewärtigen Ende der Fahrrinne sowie die an diesem Abschnitt liegenden Wattbereiche diesen Wert (Abbildung 72).

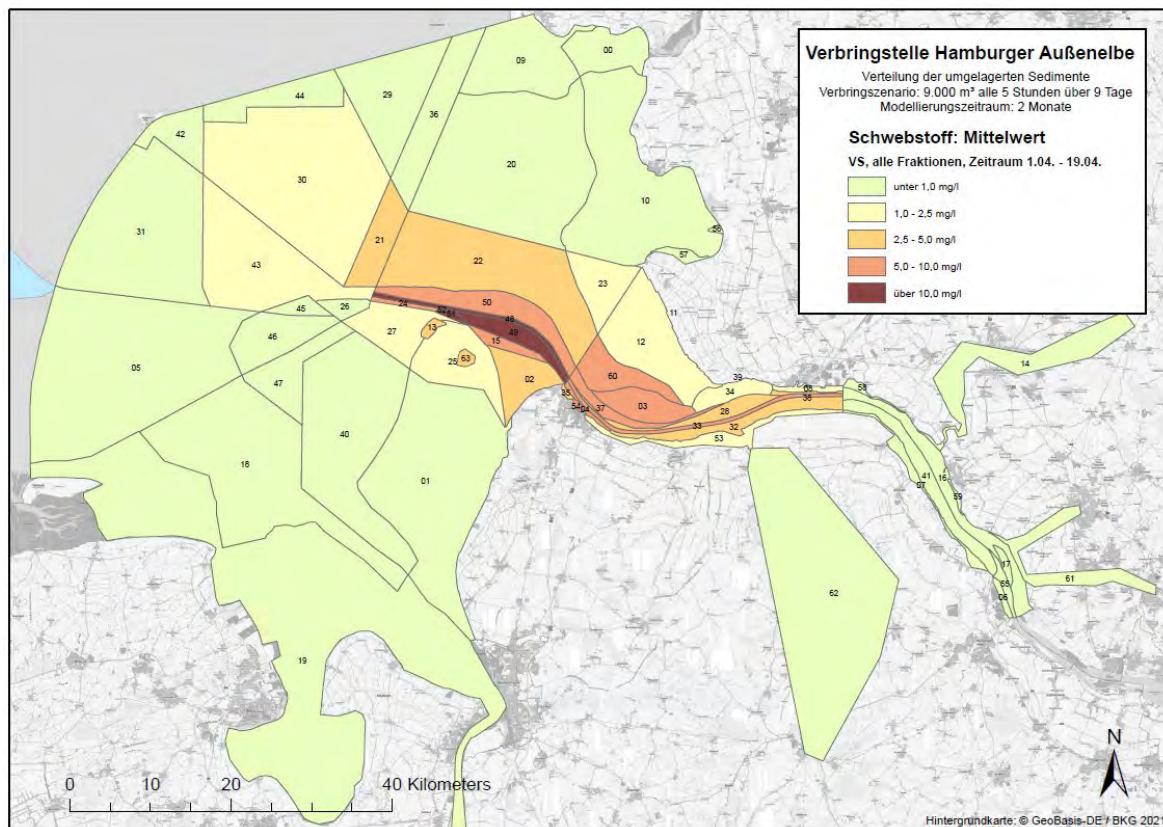


Abbildung 71: Schwebstoff aus der Verbringung: Mittelwert

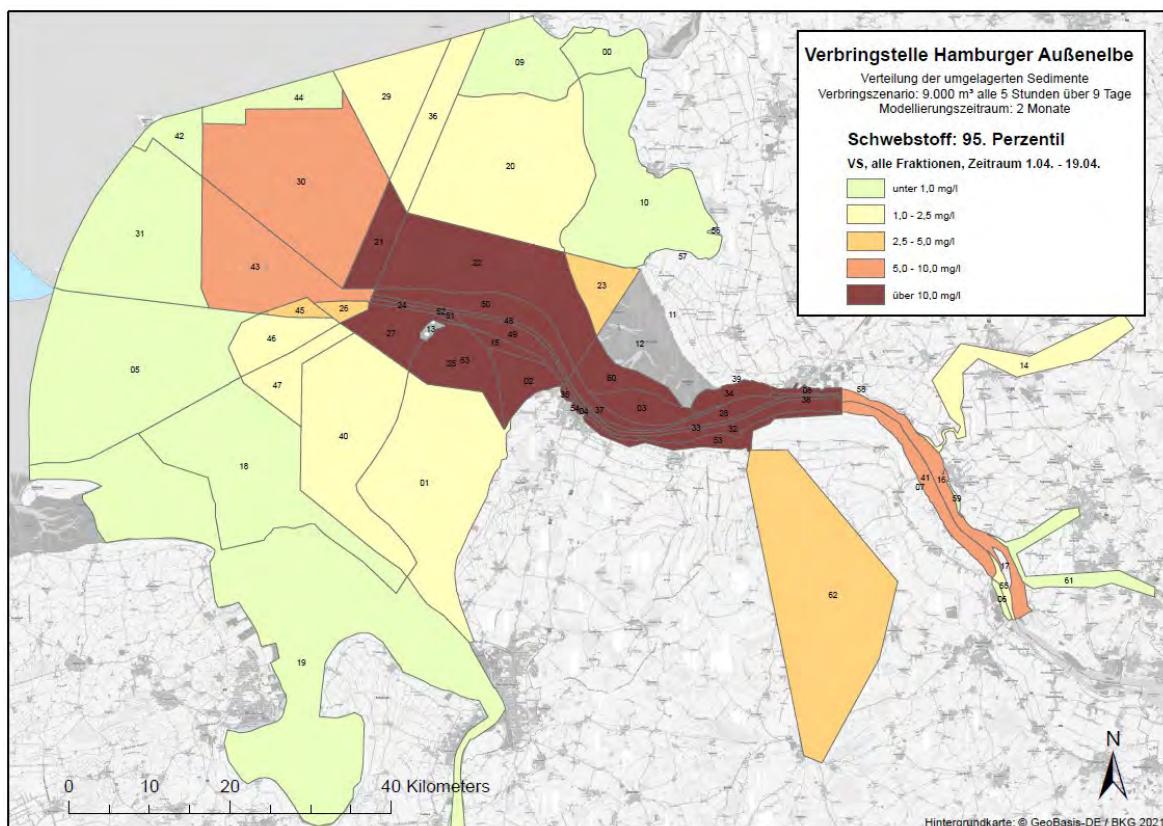


Abbildung 72: Schwebstoff aus der Verbringung: 95. Perzentil

Dies zeigt den Unterschied zwischen den kurzzeitigen Wirkungen während der Verbringtätigkeit (bei denen auch kurzzeitige Veränderungen der Randbedingungen wie Springtiden oder Seegangseignisse eine Rolle spielen) und den schwächer ausgeprägten, aber länger anhaltenden Effekten.

Im 95. Perzentil ist auch der seewärtige Austrag zu erkennen, durch den insbesondere die besonders feinkörnigen Anteile des umgelagerten Sediments in nördliche Richtung aus dem Betrachtungsraum heraus transportiert werden. Die vorhabensbedingten Änderungen der Schwebstoffkonzentration sind dabei deutlich geringer als entlang der Fahrrinne.

Das Modell berechnet neben dem Schwebstoffgehalt, der aus dem umgelagerten Sediment stammt, auch den gesamten Schwebstoffgehalt. So kann ermittelt werden, um welchen Prozentsatz, der aus der geplanten Verbringung stammende Schwebstoff den gesamten Schwebstoffgehalt erhöht. Für die folgende Darstellung wurde die mittlere Erhöhung mit dem mittleren Gesamtgehalt verglichen.

Die Darstellung dieses Vergleichs in der Karte zeigt, dass Erhöhungen über 5% nahezu ausschließlich stromab der Linie Kugelbake-Friedrichskoogspitze auftreten (Ausnahmen sind die bereits als Schwerpunkte von Sedimentation und Schwebstoffgehalt erkennbar gewordenen Bereiche Grimmershörner Bucht (BZR 35), Cuxhavener Häfen (BZR 54) und das dortige Sublitoral) (Abbildung 73). Elbaufwärts von Brunsbüttel beträgt die Erhöhung < 1%. Zwar wird Schwebstoff aus der Verbringung auch weiter elbaufwärts transportiert, jedoch ist sein Anteil am Gesamtgehalt in der Trübungszone marginal. Auch in den Nebenflüssen tritt keine deutliche Erhöhung des Schwebstoffgehaltes auf.

Stromab der Linie Kugelbake-Friedrichskoogspitze erreicht die vorhabensbedingte Erhöhung des Schwebstoffgehalts nur in einzelnen Bilanzierungsräumen Werte über 10%. Dies sind insbesondere die Verbringstelle und das umgebende Sublitoral zwischen seewärtigem Fahrrinnenende und Kugelbake. Auch die Bereiche um die Inseln Neuwerk und Scharhörn gehören dazu sowie ein Bilanzierungsraum des Küstenmeers.

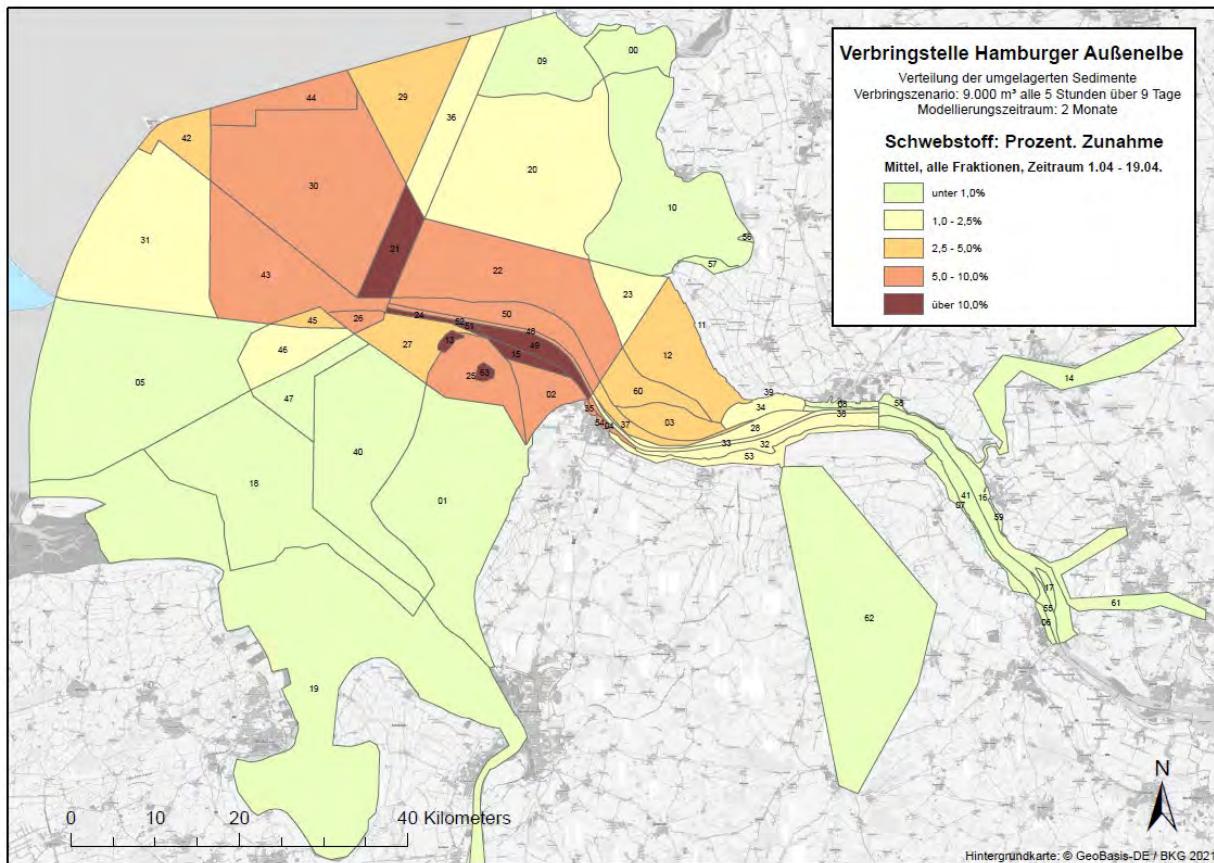


Abbildung 73: Prozentuale Zunahme des Schwebstoffgehalts durch die Verbringung

5.1.4.2 Kleinräumige Verteilung des Schwebstoffs

Wie bei den Sedimentmassen am Boden werden für die kleinräumige Betrachtung drei Ausschnitte des Untersuchungsraumes wiedergegeben. Die Auswertung aus dem BAW-Modell bezieht sich, wie schon bei der mittleräumigen Betrachtung, auf die ersten 19 Tage des Modellaufes, umfasst also 8,3 Tage mit intensiver Verbringtätigkeit sowie die folgenden 10,7 Tage ohne Verbringung. Da für den Schwebstoffgehalt die mittleren Verhältnisse über längere Zeiträume von Belang sind, wird im Folgenden der Mittelwert dargestellt (Abbildung 74). Dabei zeigt das linke Bild jeweils die verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte, während im rechten Bild die Gesamt Schwebstoffgehalte angegeben sind (Schwebstoff aus der Verbringung plus Hintergrundgehalt).

Im Ausschnitt „CuxWatt“ ist zu erkennen, dass vorhabensbedingte Schwebstoffzunahmen räumlich unterschiedlich ausgeprägt sind. Die Verbringstelle und der südliche Rand der tiefen Rinne sowie Teile des Neuwerker Fahrwassers zeigen ausgeprägtere Zunahmen als die Wattbereiche. Es ist zu erkennen, dass die Vorhabenswirkungen in südwestlicher Richtung im Wesentlichen an der Wasserscheide im Neuwerker und Scharhörner Watt enden.

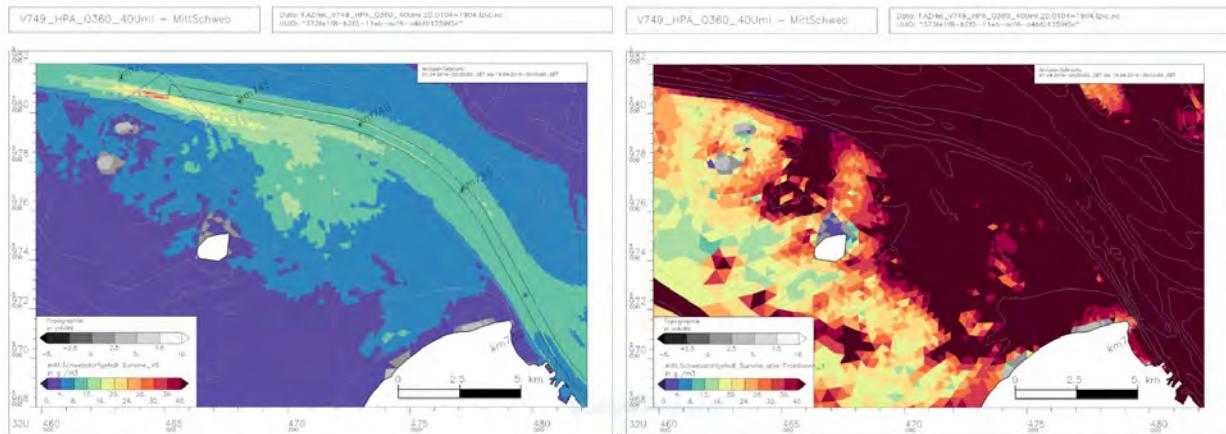


Abbildung 74: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „CuxWatt“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.

Im Vergleich zu den Gesamt-Schwebstoffgehalten (natürlicher Hintergrund und verbringungsbedingt) zeigt sich, dass die von Wirkungen der Verbringung potenziell betroffenen Bereiche bereits im IST- Zustand von deutlich höheren Schwebstoffgehalten geprägt sind.

In den Ausschnitten „Medem“ und „Brunsbüttel“ zeigt sich ebenfalls eine deutlichere Wirkung in der tiefen Rinne, die jedoch kaum über die Ostemündung hinauf reicht (Abbildung 75, Abbildung 76).

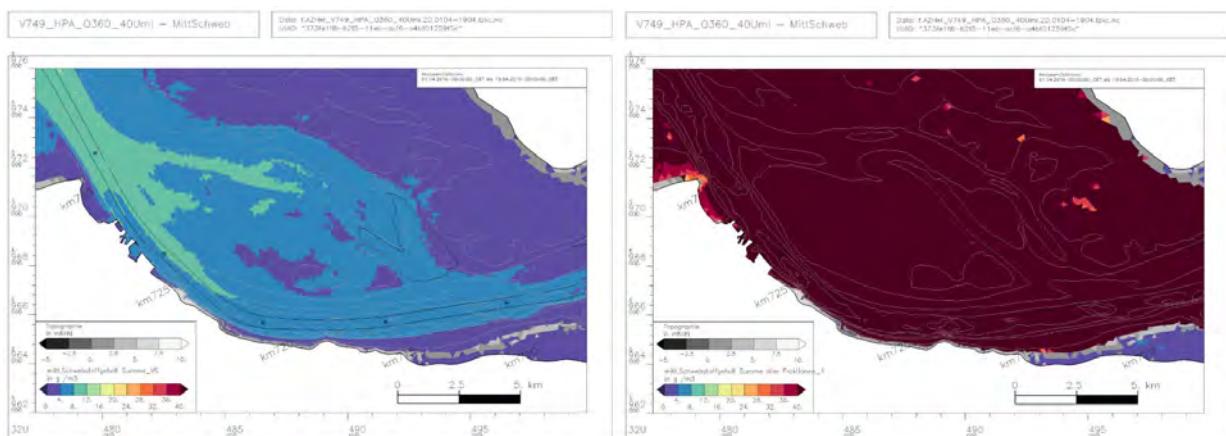


Abbildung 75: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „Medem“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.

Die Darstellung der Gesamt-Schwebstoffgehalte, die im Wesentlichen unabhängig vom Vorhaben im Modellgebiet auftreten, zeigt großflächig Konzentrationen von über 40 g/m³. Der vorhabensbedingt auftretende Schwebstoffgehalt ist deutlich geringer, so dass sich die Schwebstoffsituation im überwiegenden Teil des Wirkraumes nur geringfügig verändert (siehe auch quantitative Ermittlung für die Bilanzierungsräume).

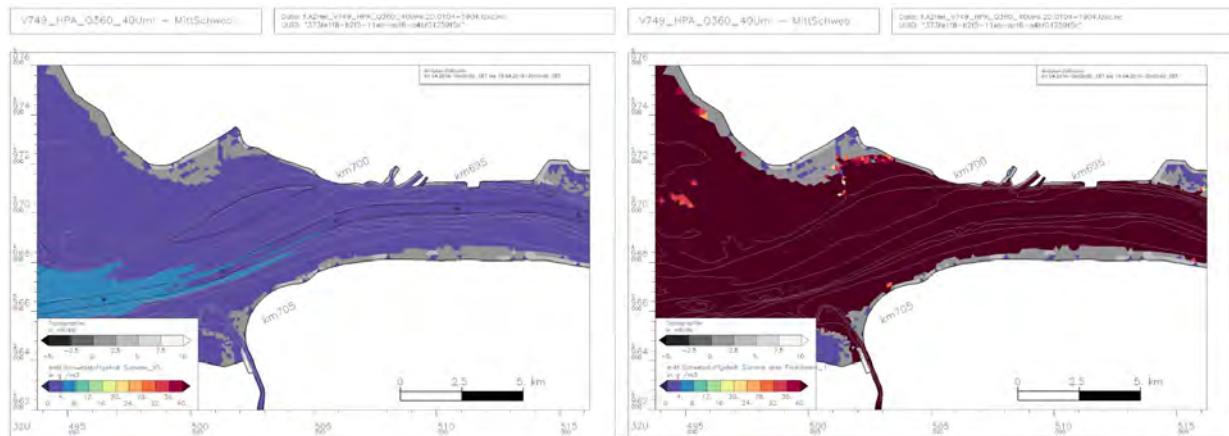


Abbildung 76: Verbringungsbedingter Schwebstoff im Ausschnitt „Brunsbüttel“, VS (links) und Gesamt, d.h. Schwebstoff der Umlagerung plus Hintergrundgehalt (rechts), Mittelwert für 01.04 bis 19.4.

5.1.5 Hydrologie und Salzgehalt

Änderungen der hydrologischen Verhältnisse durch die Nutzung einer Verbringstelle sind theoretisch möglich, wenn von dem eingebrachten Sediment größere Mengen dauerhaft an der Verbringstelle bleiben.

Im Fall der geplanten Verbringstelle Hamburger Außenelbe werden die umgelagerten Sedimente jedoch nahezu vollständig aus der Verbringstelle ausgetragen. Zwar sinkt ein Teil des umgelagerten Sediments zunächst auf die Gewässersohle, ist dort aber sofort der erosiven Wirkung der Tideströmung ausgesetzt und wird abgetragen². Deshalb ist keine Wirkung auf die hydrologischen Parameter in Nordsee, Außen- und Unterelbe zu erwarten, die vor dem Hintergrund der natürlichen astronomisch und meteorologisch bedingten Variabilität des Tidegeschehens mess- oder beobachtbar wäre (vgl. dazu auch BfG 2021 (Auswirkungsprognose für die VS „Neuer Lüchtergrund“, Kap. 5.2)). Vorhabensbedingte Veränderungen des Salzgehaltes sind deshalb ebenfalls ausgeschlossen.

5.1.6 Fazit Hydrologie und Morphologie

Die geplante Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ dient der Umlagerung von Sediment, das im Rahmen von Unterhaltungsarbeiten gebaggert wurde. Dabei werden die an anderer Stelle

² In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die im hydrodynamisch-numerischen Modell ermittelten Werte für die Menge des verbrachten Sediments auf der Verbringstelle eine Folge der Modellannahme sind, dass die innerhalb eines Jahres verbrachte Sedimentmenge zu Beginn der Modellierung bereits vollständig auf der VS liegt. Dies ist in der Realität nicht der Fall, tatsächlich wird das Sediment über mehrere Monate eingebracht und ist sofort der Erosion ausgesetzt.

entnommenen Sedimente wieder in das Gewässer zurückgeführt und dort in die bereits vorhandenen Sedimente eingemischt und zusammen mit ihnen weitertransportiert. Die Modellierungen der BAW (2021) zeigen, wie der ausgewählte Verbringbereich funktioniert:

- Das umgelagerte Baggergut wird nahezu vollständig aus der Verbringstelle ausgetragen.
- Ein wesentlicher Teil (41%) des umgelagerten Baggergutes wird als Schwebstoff weiträumig in Richtung Nordsee transportiert – auch bei niedrigem Oberwasser.
- Vor allem gröbere Fraktionen des umgelagerten Baggergutes werden im Mündungstrichter verteilt, wobei elbnahe Wattflächen in deutlich geringerem Umfang betroffen sind als die tiefe Rinne und Häfen. Der Eintrag in Wattflächen ist zudem größtenteils vorübergehend, da in Phasen mit Sturmfluten oder starkem Seegang Sedimente wieder mobilisiert werden.

Für die Untersuchung möglicher Vorhabenswirkungen auf Lebensräume und Arten sind folgende Aspekte von Belang, die sich nicht nur unmittelbar aus der Modellierung, sondern aus der Kenntnis hydromorphologischer Zusammenhänge ergeben (vgl. BAW 2021):

- Das umgelagerte Sediment wird wie das bereits natürlicherweise vorhandene durch die hydro- und morphodynamischen Prozesse der Außenelbe verteilt, die Prozesse selbst werden vorhabensbedingt nicht verändert.
- Die räumliche Verteilung von Sedimentationsbereichen ändert sich vorhabensbedingt nicht.
- Substratverhältnisse ändern sich vorhabensbedingt nicht. Die Verbringung hat keine Auswirkungen auf Strömung, Wasserstände oder Salzgehalt.

Ebenfalls grundlegend für die weiteren Betrachtungen der Auswirkungsprognose sind folgende Erkenntnisse aus der Modellierung und den darauf fußenden Auswertungen:

- Vorhabensbedingte Sedimenteinträge am Boden sind in vielen Bereichen (insb. Wattflächen) nicht dauerhaft, da in Phasen mit verstärktem Seegang bzw. bei Sturmfluten Sediment remobilisiert und wieder ausgetragen wird. In Sedimentationsbereichen, die für die Schifffahrt genutzt werden, wirken Schiffsverkehr und Unterhaltungsbaggerungen der Sedimentation entgegen.
- Die Menge des eingetragenen Sediments aus der Verbringung ist, bezogen auf die Fläche, gering und bewegt sich jährlich in der Größenordnung von Millimetern bis wenigen Zentimetern: Selbst in Bereichen, in denen sich kleinräumig Sediment ablagert, überschreiten die jährlichen Maximaleinträge nur selten 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (gilt auch für das 95. Perzentil). Veränderungen dieser geringen Größe sind unter Wasser nicht und über

Wasser nur eingeschränkt messbar. Vor dem Hintergrund der unabhängig von der geplanten Sedimentverbringung stattfindenden morphologischen Dynamik von Watten und Rinnen (Kapitel 4.6.2) werden sie im Wirkraum nicht erkennbar sein.

- Vorhabensbedingte Veränderungen der Schwebstoffgehalte betreffen vor allem die Verbringstelle und deren nahe Umgebung. Im sonstigen Wirkraum sind sie vor dem Hintergrund der vorhandenen Schwebstoffgehalte unauffällig.
- Durch das Modelldesign und die Auswertungsmethode ist sichergestellt, dass diese Prognosen der Vorhabenswirkungen auf der sicheren Seite liegen, d.h. die infolge der Umlagerung in die Bereiche des Untersuchungsgebietes eingetragenen Sedimentmengen tendenziell überschätzt und keinesfalls unterschätzt werden.

Im Hinblick auf mehrjährige Wirkung der Verbringung bedeutet diese „auf der sicheren Seite“ liegende Untersuchung, dass ein einfaches Hochrechnen der für die maximale Jahresmenge von 1 Mio. t TS ermittelten Werte zu einer starken Überschätzung führen würde. Die in der vorliegenden Auswirkungsprognose genannten Werte für die Sedimentation von Material aus der Verbringstelle sind die höchsten innerhalb des neunmonatigen Modellierungszeitraumes aufgetretenen Werte. In weiten Bereichen wird das Sediment in Herbst und Winter remobilisiert und wieder ausgetragen. Gerade in Watt- und Flachwasserbereichen werden Ablagerungen aus windarmen Zeiträumen wieder mobilisiert und ausgetragen, sobald stärkerer Seegang und/oder windbedingt stärkerer Tidenstrom herrscht. Deshalb ergibt ein Summieren der im Modell ermittelten Werte über mehrere Jahre keine wirklichkeitsnahen Angaben. Da auch Unsicherheiten wie die Variabilität der Hydro- und Morphodynamik und der menschlichen Aktivitäten mit zunehmender Dauer des Betrachtungszeitraumes größer werden, wurde in dieser Auswirkungsprognose auf den Versuch verzichtet, langfristige Vorhabenswirkungen quantitativ zu ermitteln. Auf Grundlage der in dieser Untersuchung dargestellten Maximalwerte für die maximale Jahresmenge von 1 Mio. t TS und den Kenntnissen über die maßgeblichen Wirkzusammenhänge kann jedoch geschlussfolgert werden, dass die Hydromorphologie des Vorhabengebietes und der weiträumigen Umgebung durch das geplante Vorhaben auch über einen mehrjährigen Zeitraum von z.B. 5 Jahren nicht mehr als geringfügig beeinflusst wird. Das ergibt sich ebenfalls aus der dem Ergebnis der Modellierung, das besagt, dass sich die morphologische Entwicklung inklusive der Vorhabenswirkung nicht wesentlich von der ohnehin ablaufenden Entwicklung unterscheidet. Diese Aussage gilt für jeden beliebigen Betrachtungszeitraum, da über einen längeren Zeitraum neben der relativ schwachen Vorhabenswirkung auch die deutlich stärkere Hintergrunddynamik weiterwirkt.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Auswirkungsprognose für die Verbringstelle Neuer Lüchtergrund. Dort rechnete die Bundesanstalt für Gewässerkunde die umlagerungsbedingte Sedimentation auf 5 Jahre hoch. Diesem Wert stellt sie eine quantitative Aussage zur

morphologischen Hintergrunddynamik gegenüber und kommt auf dieser Grundlage ebenfalls zu dem Ergebnis, dass keine bleibenden und über längere Zeit akkumulierenden Sedimentablagerungen aus der Verbringung zu erwarten sind (BFG 2021, S. 163f).

Nur auf der Verbringstelle, ihrer direkten Umgebung und einigen meist anthropogen geprägten Teilbereichen (BZR 04, 06, 08, 35, 51, 52, 54) übersteigt das im Modell ermittelte kleinräumige Sedimentationsgeschehen (95. Perzentil) die Größenordnung von einstelligen Millimeterbeträgen jährlich. Hier wirken jedoch die vom hydronumerischen Modell nicht berücksichtigten Faktoren Unterhaltung und Schiffsverkehr der Sedimentation entgegen, so dass auch hier ein Addieren über mehrere Jahre nicht zu realitätsnahen Ergebnissen führen kann.

Da das umgelagerte Sediment denselben Transportbedingungen unterliegt wie die vorhandenen Sedimente, wird sich Sediment aus der Verbringung in Bereichen sammeln, in denen auch Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt. Eine Verschlickung zusätzlicher Flächen wird daher nicht erwartet, da sich die für die Sedimentation maßgeblichen hydrologischen Parameter (insb. Strömungsgeschwindigkeiten und Seegang) vorhabensbedingt nicht verändern. Die Konsequenzen für chemische Parameter sowie Flora und Fauna werden in den folgenden Kapiteln betrachtet.

5.2 Bewertungsrelevante Bilanzierungsräume und Bewertungsansatz

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes in Bezug auf die Bewertung potenzieller Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung auf Flora und Fauna sowie Biotope bzw. Lebensraumtypen erfolgt räumlich differenziert, das heißt auf Basis der Modellierungsergebnisse, die angeben, in welchen Bilanzierungsräumen (BZR) es zu einer Sedimentauflage und/oder erhöhten Schwebstoffgehalten und dadurch zu erhöhten Schadstoffgehalten kommen kann. In diesem Zusammenhang wird geprüft, ob sich diese BZR in oder in der Nähe von Schutzgebieten, geschützten Biotop- oder Lebensraumtypen oder Aufenthaltsgebieten von Flora und Fauna befinden und ob sich dort verbringungsbedingt Sedimentauflagen, Schwebstoff- und/oder Schadstoffgehalte in einem Ausmaß ändern, das möglicherweise als (erhebliche) negative Auswirkung zu bewerten wäre. Dazu wird ein BZR als räumliche Einheit betrachtet und die gemittelten Werte herangezogen. Aber auch die kleinräumige Verbreitung einzelner Schutzgüter sowie der Sedimentbedeckung werden betrachtet, d.h. es werden die 5% der Fläche eines BZR, an dem sich eine höhere Bedeckung ergab, berücksichtigt (95. Perzentil).

Natura 2000- Gebiete

Die Verbringstelle liegt am Fahrrinnenrand außerhalb bzw. nördlich der Grenze des FFH-Gebietes „Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“ und des Vogelschutzgebietes „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“. Sie liegt in der Nähe des FFH-Gebietes „Niedersächsisches Wattenmeer (2306-301)“ sowie des Vogelschutzgebietes „Niedersächsisches Wattenmeer (2210-401)“. Die Modellierung der BAW (2021) zeigt, dass Anteile des Baggergutes auch in die FFH-Gebiete „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-391)“, „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)“ und „Unterelbe (DE 2018-331)“ sowie die Vogelschutzgebiete „Ramsar-Gebiet Schleswig-holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“ (0916-491), „Unterelbe bis Wedel (DE 2018-831)“ und „Unterelbe (DE 2121-401)“ verdriften können. Seewärts kann die Trübungswolke auch in das Vogelschutzgebiet „Seevogelschutzgebiet Helgoland (1813-491)“ gelangen. Die Gebiete sind folgenden durch BAW (2021) angegebenen Bilanzierungsräumen (BZR) zugeordnet (Abbildung 62):

- FFH-Gebiet „Hamburgisches Wattenmeer (2016-301)“: BZR 13, 25 – 27 und 63.
- Vogelschutzgebiet „Hamburgisches Wattenmeer (2016-401)“: BZR 13, 25 – 27 und 63.
- FFH-Gebiet „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (2306-301)“: BZR 01, 02, 19, 40.
- Vogelschutzgebiet „Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer (2210-401)“: BZR 01, 02, 19, 40.

- FFH-Gebiet „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-391)“: BZR 00, 09- 12, 20 - 23, 36, 56, 57 und 60.
- Vogelschutzgebiet „Ramsargebiet Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete (0916-491)“: BZR 00, 09- 12, 20 - 23, 36, 56, 57 und 60.
- FFH-Gebiet „Steingrund (1714-391)“: BZR 44.
- Vogelschutzgebiet „Seevogelschutzgebiet Helgoland (1813-491)“: BZR 29, 30, 42, 44.
- FFH-Gebiet „Schleswig-Holsteinisches Elbästuar und angrenzende Flächen (2323-392)“: BZR 03, 14, 16, 17, 34, 37 – 39, 58, 59 und 61.
- Vogelschutzgebiet „Unterelbe bis Wedel (DE 2018-831)“: BZR 16, 17, 34, 39, teilweise 59 und teilweise 61.
- FFH-Gebiet „Unterelbe (DE 2018-331)“: BZR 06, 07, 28, 32, 33, 41, 53, 55 und 62.
- Vogelschutzgebiet „Unterelbe (DE 2121- 401)“: BZR 06, 32, 53 und 62.

WRRL- Oberflächenwasserkörper

Folgende Oberflächenwasserkörper (OWK) liegen im Untersuchungsgebiet; sie sind folgenden BZR zugeordnet:

- OWK „Küstenmeer Elbe“ (Küstengewässer) (DE_CW_N0.5000) (2. Bewirtschaftungsplan, mit dem dritten Bewirtschaftungsplan erfolgte eine Umbenennung der Küstengewässer seewärts der 1-Meilenzone in Territorialgewässer inklusiver Neucodierung DETW_DESH_T1-5000-01): BZR 21, 26, 30, 31 und 42 – 45.
- OWK „Außenelbe-Nord“ (Küstengewässer) (DE_CW_N3.5000.04.01 bzw. DECW_DESH_N3-5000-04-01 im 3. Bewirtschaftungsplan) (Elbe-km 727,7 – ca. km 756): BZR 15, 24, 27 und 48- 52.
- OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (Küstengewässer) (DE_CW_N4_5900_01 bzw. DECW_DENI_N4-5900-01): BZR 02, 15 und 25.
- OWK Hakensand (Küstengewässer) (DE_CW_N4.5000.04.02 bzw. DECW_DESH_N4-5000-04-02: BZR 23.
- OWK Tideelbe (Übergangsgewässer) (DE_TW_DESH_T1.5000.01) (Elbe-km 654,9 – 727,7): BZR 03, 04, 06, 08, 11, 16, 28, 32- 35, 37, 38, 41, 53 und 54.
- OWK Dithmarscher Bucht (Küstengewässer) (DE_CW_N4.9500.03.02 bzw. ECW_DESH_N3-9500-03-01): BZR 10.
- OWK Piep Tidebecken (Küstengewässer) (DE_CW_N3.9500.03.01 bzw. DECW_DESH_N3-9500-03-01): BZR 20.

MSRL

Es befinden sich alle BZR seewärts der Linie Kugelbake- Friedrichskoogspitze im Geltungsbereich der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) (Abbildung 16).

5.2.1 Sedimentauflage und Schwebstoffgehalte

Auf Basis der Modellierungsergebnisse in Kapitel 5 wird analysiert in welchen Bilanzierungsräumen (BZR) es zu einer verbringungsbedingten – rechnerischen – Sedimentauflage und/oder erhöhten Schwebstoffgehalten kommen kann.

Für die Bewertung der Auswirkungen einer verbringungsbedingten Erhöhung der Sedimentauflage werden sowohl die mittleren Werte der berechneten Sedimentauflagen der einzelnen BZR genutzt als auch die Werte des 95. Perzentils, welches den Wert angibt, der auf 5% der Fläche eines BZR überschritten und auf 95% unterschritten wird. Diese Werte sind insbesondere für die Betrachtung der kleinräumigen Sedimentbedeckung wichtig. Weiterhin spielt die Größenordnung der natürlichen Sedimentations- und Erosionsprozesse (vgl. Kapitel 4.6 der IST-Beschreibung sowie Meyer & Wurpts (2020) und BfG (2021) eine Rolle sowie die messtechnische Nachweisbarkeit der verbringungsbedingten Erhöhung.

Für die Bewertungsrelevanz verbringungsbedingter Schwebstoff- und damit Trübungserhöhungen sind bestehende Hintergrundgehalte einzelner Bereiche ebenso von Bedeutung. Die Schwebstoffgehalte küstennaher oder -ferner Gebiete, Wattbereiche oder Fahrrinne sowie Elbeästuar (mit seiner Trübungsmaximumzone) unterscheiden sich räumlich und auch saisonal zum Teil erheblich (s. Kap. 4.7). Aus ökologischer Sicht ist eine kurzzeitige Schwebstofferhöhung von geringerer Relevanz als eine über einen längeren Zeitraum anhaltende Erhöhung, da diese natürlicherweise z. B. während einer Springtide oder bei einem Sturmereignis für wenige Stunden oder Tage eintreten kann. Daher liegt der Fokus auf den verbringungsbedingten mittleren Schwebstoffgehalten.

Zur Ableitung, welche Sedimentauflage oder welche Schwebstoff- bzw. Schadstoffgehalte überhaupt zu Beeinträchtigungen von Habitaten, Flora und Fauna führen können, werden Toleranzen ausgewählter, sensibler Arten wie Seegras oder filtrierende Makrozoobenthosorganismen, insbesondere Miesmuscheln, gegenüber Bedeckung durch Sedimente oder erhöhte Trübung durch Schwebstoffpartikel (Kolbe 2006, Essink 1999) herangezogen. Wegen der unregelmäßigen und z.T. kleinräumigen Verbreitung von z.B. Miesmuschelvorkommen sind kleinräumige Sedimentbedeckungen (95. Perzentil) bedeutungsvoller als mittlere.

Es wurden folgende Kriterien für die bewertungsrelevanten Bilanzierungsräume herangezogen:

- Eine Bedeckung der Gewässersohle durch Sediment größer als 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil).
- Ein mittlere, vorhabensbedingte erhöhte Schwebstoffgehalt von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%.

Damit ergeben sich die in Tabelle 61 aufgezählten Bilanzierungsräume, die zur Bewertung der Auswirkungen auf einzelne Arten durch Sedimentbedeckung und (temporäre) Erhöhung der Schwebstoffgehalte herangezogen werden müssen.

Tabelle 61: Bewertungsrelevante Bilanzierungsräume aufgrund von Sedimentbedeckung (S) bzw. Schwebstoffgehalt (T) und ihre Lage im Naturraum

BAW-Bilanzierungsräum (BZR)	Naturraum (NI=Niedersachsen, HH=Hamburg, SH= Schleswig-Holstein)	Grund für die Bewertungsrelevanz
04_Uferbereich_Cux	NI Unterelbe	S
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	NI Unterelbe	S
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	SH Unterelbe	S
13_Scharhoern	HH Wattenmeer	T
15_Mittelgrund	NI Wattenmeer Nord	T
21_Kuestenmeer_SH_Watten	Küstenmeer	T
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750 - 760	Außenelbe	T
35_Grimmershörner Bucht	NI Unterelbe	S
48_Fahrwasser_Aussenelbe	Außenelbe	T
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	Außenelbe	T
51_Nahbereich_VS749_HPA	Außenelbe	S, T
52_V749_HPA	Verbringstelle	S, T
54_Cux_Hafen	NI Unterelbe	S
63_Neuwerk	HH Wattenmeer	T

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die vorliegende Bewertung für Sediment am Boden auf der Modellierungsannahme beruhen, dass zu Beginn der Modellierung die gesamte Menge Baggergut eingebracht wurde und nicht wie geplant nach und nach über einen Zeitraum von 4,5 Monaten umgelagert werden. Zudem wurden die höchsten Werte berücksichtigt, die während des Modellierungszeitraumes auftraten, auch wenn sie nur vorübergehend waren. Das bedeutet, dass die Werte für verbringungsbedingte Sedimentation eine auf der sicheren Seite liegende Betrachtung darstellen, in der die Mengen, die an einem Zeitpunkt zur Ablagerung am Boden kommen, in der Realität tendenziell kleiner als in der Modellierung sind (s. auch Kapitel 5.1). Des Weiteren werden vorsorglich Bilanzierungsräume betrachtet, in denen die oben genannten Kriterien zwar nicht erfüllt werden, aber das Vorkommen sensibler Arten bzw. Habitattypen gleichwohl eine gesonderte Betrachtung rechtfertigt (Tabelle 62). Wenn es für eine Einordnung der Auswirkungen nötig ist, wird das Kartenmaterial ausgewertet, in dem lokale und kleinräumige Ablagerungen dargestellt sowie die Bewegung der Schwebstoffwolke sind – und dies der kartographisch dokumentierten Verbreitung einzelner Organismengruppen (z.B. Miesmuschel- oder Seegrasvorkommen) gegenübergestellt.

Tabelle 62: Ergänzende bewertungsrelevante Bilanzierungsräume

BAW-Bilanzierungsraum	Begründung
01_Wattenmeer Weser	Seegras- und Miesmuschelvorkommen, FFH Gebiet
02_Duhner Watt	Seegras- und Miesmuschelvorkommen, FFH Gebiet
25_Hamburgisches Wattenmeer_NW	Seegras- und Miesmuschelvorkommen, FFH Gebiet
32_Tideelbe vor Otterndorf	Miesmuschelvorkommen BioConsult (2015) & FFH Gebiet

Bei den oben angegebenen Bilanzierungsräumen sind bei einigen auch Besonderheiten zu beachten, die dazu geführt haben, dass beispielsweise die BZR 04 (Uferbereich Cuxhaven), 06 (Uferbereich Tideelbe_Ni_p1), 08 (Tideelbe vor Brunsbüttel), 35 (Grimmershörner Bucht) und 54 (Cux_Hafen) im Modell eine so hohe Beaufschlagung von Sedimenten wie die berechnete aufzeigen. Diese BZR beinhalten jeweils einen Teil der Hafenanlagen von Cuxhaven, Brunsbüttel und Bütfleth/Stade, in denen zwar Akkumulation in Hafenbecken stattfindet, die jedoch regelmäßig unterhalten werden (Abbildung 77). So erfolgt, anders als im Modell errechnet, eine Aufsedimentation in diesen BZR in Wirklichkeit nicht in dem Maße wie berechnet.

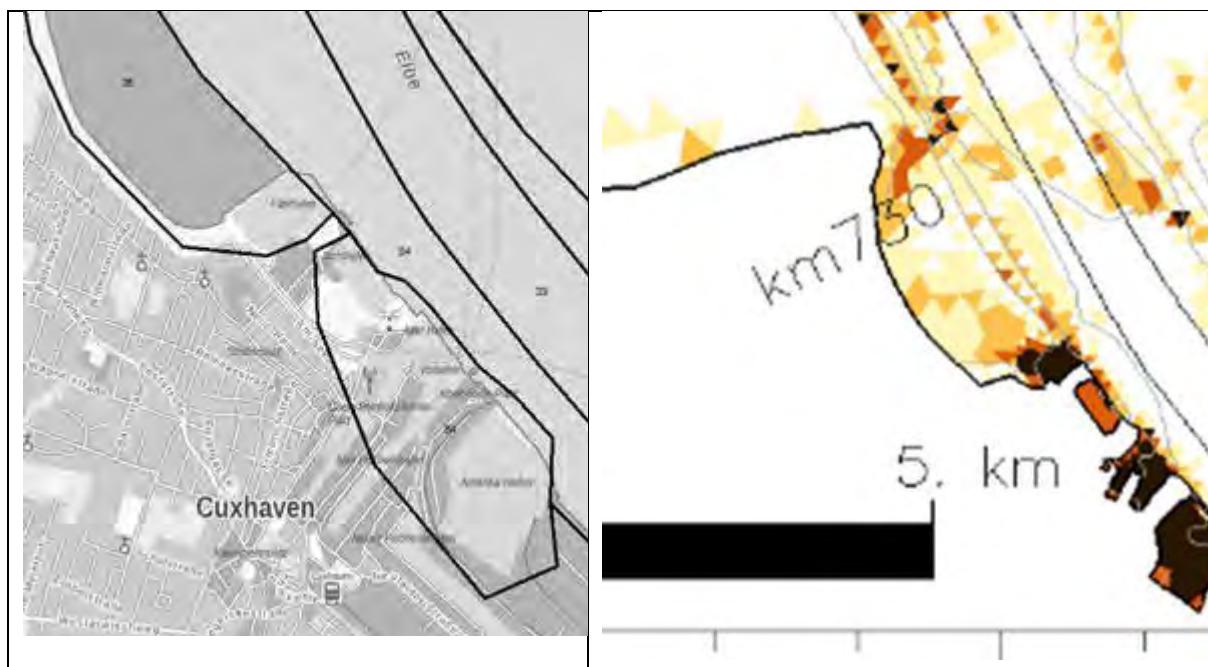


Abbildung 77: Lage der BZR 35 und 54 sowie starke Sedimentationsbereiche in den Hafenbecken Cuxhavens

Außerdem wird geprüft, ob und ggf. welche Schutzgüter der Schutzgebiete bzw. Oberflächenwasserkörper durch die Folgen der verbringungsbedingten Sedimentation und Schwebstofferhöhungen betroffen sein können. Dazu wurde untersucht, ob sich die in Tabelle 61 genannten Bilanzierungsräume in Natura 2000 Schutzgebieten oder WRRL bzw. MSRL

Wasserkörpern befinden. Dies ist bei den in Tabelle 63 gelisteten BZR der Fall, für die Lage der BZR siehe Abbildung 28 und Abbildung 62.

Tabelle 63: Lage bewertungsrelevanter BZR in Natura 2000 Schutzgebieten und WRRL/ MSRL Wasserkörpern

BAW-Bilanzierungsraum	Schutzgebiete (FFH, VS) und Wasserkörper (MSRL, WRRL)
04_Uferbereich_Cux	WRRL OWK „Tideelbe“
06 Uferbereich Tideelbe_Ni_p1	WRRL OWK „Tideelbe“
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	WRRL OWK „Tideelbe“
13_Scharhoern	FFH und VS Gebiet „Hamburgisches Wattenmeer“, MSRL-Wasserkörper
15_Mittelgrund	WRRL OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“, MSRL-Wasserkörper
21_Kuestenmeer_SH_Watten	FFH Gebiet „Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“, VS Gebiet „Ramsargebiet Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“, MSRL- Wasserkörper, WRRL OWK „Küstenmeer Elbe“
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750 – 760	„WRRL OWK „Außenelbe-Nord“, MSRL- Wasserkörper
35_Grimmershörner Bucht	WRRL OWK „Tideelbe“
48_Fahrwasser_Aussenelbe	WRRL OWK „Außenelbe-Nord“, MSRL- Wasserkörper
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	WRRL OWK „Außenelbe-Nord“, MSRL- Wasserkörper
51_Nahbereich_VS749_HPA	WRRL OWK „Außenelbe-Nord“, MSRL- Wasserkörper
52_V749_HPA	Verbringstelle, WRRL OWK „Außenelbe-Nord“, MSRL-Wasserkörper
54_Cux_Hafen	WRRL OWK „Tideelbe“
63_Neuwerk	FFH und VSG Gebiet „Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer“, MSRL- Wasserkörper

Fazit

Die auf den Toleranzen ausgewählter, sensitiver Arten beruhenden Kriterien haben zur Auswahl bewertungsrelevanter BZR geführt. Des Weiteren spielt deren Lage in Natura 2000 Schutzgebieten und WRRL/ MSRL Wasserkörpern eine Rolle. Außerdem werden vorsorglich die BZR hinzugezogen, in denen o.g. Kriterien zwar nicht erfüllt werden aber in denen mit dem Vorkommen sensitiver Arten bzw. Habitaten zu rechnen ist. Wie bereits ausgeführt, entspricht die im Modell errechnete Sedimentation nicht der in Wirklichkeit zu erwartender Entwicklung in den BZR 04, 06, 08, 35 und 54. Außerdem ist eine Vorbelastung durch die andauernde, regelmäßige Unterhaltung in den Häfen vorhanden.

Dies bedeutet, dass von den in diesem Kapitel angesprochenen Bilanzierungsräumen schlussendlich die BZR 01, 02, 13, 15, 21, 24, 25, 32, 48, 49, 51, 52 und 63 (s. Abbildung 62) für eine Bewertung der Auswirkungen einer erhöhten Sedimentation und/oder Schwebstoffkonzentration herangezogen werden.

5.2.2 Schadstoffeinträge

Die Bewertung der Schadstoffeinträge erfolgt durch die Überprüfung einer signifikanten Erhöhung der Schadstoffgehalte in Sedimenten in den bewertungsrelevanten Kornfraktionen der GÜBAK. Dabei ist die Überschreitung der erweiterten, parameterspezifischen Messunsicherheit das relevante Kriterium. Darüber hinaus wird eine Bewertung anhand der internationalen, ökotoxikologisch abgeleiteten EAC- und ERL-Kriterien vorgenommen. Dabei werden Stoffgehalte in der Gesamtfraktion bewertet, wobei für die Bewertung der PCB eine Normierung auf 2,5 % TOC erfolgt. Diese Berechnungen werden für alle Bilanzierungsräume, unabhängig von der Höhe und Dynamik des Baggerguteintrags durchgeführt (siehe Kap. 5.4.2). Schadstoffeinträge in die Wasserphase werden gemäß WRRL auf Wasserkörperniveau betrachtet (Kap. 5.5.3). In diesen Kapiteln wird auf Basis des dort beschriebenen Bewertungsansatzes hergeleitet, in welchen BZR es zu einer verbringungsbedingten Erhöhung von Schadstoffen kommen kann.

5.2.3 Bewertungsrelevante Aspekte

Bei der Beurteilung der möglichen Auswirkungen auf die Schutzgüter in obiger Tabelle 61 und Tabelle 62 genannten Gebieten spielen die folgenden Aspekte eine Rolle:

- Zeitraum und räumlicher Umfang der Verbringung;
- Betroffener Anteil eines nach §30 geschützte Biotoptyps oder LRTs bzw. der Artbestände, unter Berücksichtigung der Distanz zum Verbringgebiet;
- Aufenthaltsdauer im Verbringgebiet und das artspezifische Raumnutzungsverhalten der einzelnen Arten (temporär vs. stationär. Z. B. als Durchzügler im Rahmen ihrer Migration oder zum Überwintern);
- Habitatansprüche einzelner Arten und die Habitatemignung des Wirkraums;
- Aktueller Zustand eines Lebensraumtyps bzw. einer Art.
- Größenordnung natürlicher Sedimentations- und Erosionsprozesse sowie Hintergrundtrübung.
- Messtechnische Nachweisbarkeit der verbringungsbedingten Erhöhung in Bezug auf den natürlichen Hintergrund.

Einordnung des Ausmaßes der Auswirkungen

Bei kurzfristigen oder temporären Auswirkungen auf Biotope bzw. Habitate oder LRT oder Arten wird angelehnt an BfG (2011) davon ausgegangen, dass das System bzw. die Population einer Art nach Ende des Verbringvorgangs, jedoch maximal nach einem Jahr wieder in den vorigen Zustand zurück schwenkt.

Mittelfristige Auswirkungen sind auch nach 1-3 Jahren nachweisbar.

Langfristige Beeinträchtigungen haben eine dauerhafte, über 3 Jahre hinausgehende, nicht reversible Veränderung zur Folge.

Kleinräumige Beeinträchtigungen betreffen Veränderungen im Bereich der Verbringstelle sowie im unmittelbaren Umfeld.

Als mittelräumige Beeinträchtigungen werden regionale Veränderungen im Bereich einiger Kilometer von der Verbringstelle entfernt gewertet.

Bei großräumigen Auswirkungen wird von überregionaler räumlicher Ausdehnung innerhalb des Untersuchungsraums, z.B. an der schleswig-holsteinischen Küste oder im Übergangsgewässer Tideelbe ausgegangen.

Struktur- und Funktionsveränderungen eines Biotops bzw. LRT oder Beeinflussung einer Art werden als gering eingeordnet, wenn die Auswirkungen nicht messbar bzw. nachweislich nicht abgrenzbar von der natürlichen Variation sind oder nur einzelne Individuen betreffen.

Bei mittleren Auswirkungen werden Strukturen und Funktion im Wirkungsraum bzw. eine Art nur lokal betroffen und bleiben größtenteils im betrachteten Gebiet erhalten.

Bei einer hohen Auswirkung kann die Funktion für das (Teil-)Schutzgut nicht mehr erfüllt werden; es treten großräumige Bestandsveränderungen auf. Der gesamte im Untersuchungsgebiet vorhandene LRT oder Bestand einer Art wird (auf Populationsniveau) betroffen.

Wirkfaktoren und -pfade

Durch das geplante Vorhaben in Betracht kommende Wirkfaktoren und damit verbundenen Folgewirkungen für Flora und Fauna werden in Tabelle 64 aufgezählt. Dabei muss zwischen direkten Wirkungen des Vorhabens (z. B. Überdeckung auf der Verbringstelle) und indirekten (z.B. über die Nahrungskette) unterschieden werden. Des Weiteren orientiert sich die Bewertung an der Empfindlichkeit der zu untersuchenden Schutzgüter gegenüber spezifischen Wirkfaktoren des Vorhabens.

Die Bewertung der Auswirkungen erfolgt verbal-argumentativ.

Eine Bewertung, die über mögliche Auswirkungen auf Flora- und Faunaarten sowie Biotope/Lebensraumtypen aufgrund der oben genannten Wirkfaktoren hinaus geht, das heißt ob und inwieweit die Erhaltungsziele der FFH- und Vogelschutzrichtlinien, WRRL, MSRL betroffen werden, sowie die artenschutzfachliche Konfliktanalyse wird in separaten Fachbeiträgen (IBL Umweltplanung 2021) ausgeführt.

Tabelle 64: Mögliche Wirkfaktoren damit verbundenen Folgewirkungen für Flora und Fauna und Lebensraumtypen (LRT) bzw. Biotope

Wirkfaktoren	Organismengruppen und LRT
Veränderung des Substrates durch Sedimentation	Veränderung von LRTs 1110, 1140, 1160, 1170, 1310 und 1320 sowie §30 Biotope
	Beeinflussung der Habitateignung bzw. Funktion der o.a. LRT für z.B. Laichtätigkeit oder Jungenaufzucht; und für die Artenzusammensetzung für Makrophyten, Makrozoobenthos und Fischen
	Veränderung des Nahrungsangebotes für Fische, Meeressäuger und Vögel durch Veränderung der substratgebundenen Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos
Überdeckung von Makrophyten, Makrozoobenthos und Fischen	Schädigung und Absterben von Makrophyten, z.B. Seegräser
	Absterben Makrozoobenthos, Reduzierung und Veränderung des Nahrungsangebotes für Fische, Meeressäuger und Vögel über die Nahrungskette
Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung	Beeinträchtigung des Lichtklimas und damit der Photosynthese pflanzlicher Organismen, z.B. Algen oder Seegräser
	Störung der Nahrungsaufnahme von filtrierenden Makrozoobenthosarten
	Zusetzen der Kiemen von Fischen durch erhöhte Menge von Schwebstoffen
	Behinderung von auf Sicht jagenden Zooplankton-, Fisch- und Vogelarten
Freisetzung von sauerstoffzehrenden Substanzen und Nährstoffen (Eutrophierung)	Wirkung durch erhöhte Stickstoffkonzentration (NH_4 , NO_3) und Förderung des Epiphytenaufwuchses und damit verbundene Lichtlimitation
	Förderung des Phytoplanktonwachstums und damit verbundene Trübung bzw. Lichtlimitation

Wirkfaktoren	Organismengruppen und LRT
	Veränderung des Nahrungsangebotes für Makrozoobenthos, Zooplankton, Fische, Meeressäuger und Vögel über die Nahrungskette
	Entstehung von Sauerstoffdefiziten für Makrozoobenthos und Fische
Freisetzung und Bioakkumulation von Schadstoffen in der Nahrungskette	Beeinträchtigung von Organismen
Störung durch Licht und/oder Lärm (visuell, Unterwasserschall)	Vergrämung von Meeressäugern und Vögeln mit Auswirkungen auf die Fitness der Tiere über Beeinflussung der Habitatnutzung als Rast-, Mauser-, Brut- und Aufzuchtsgebiet, sowie Kommunikation, Verhalten, Nahrungsaufnahme und Energiebedarf.
Kollisionen mit Baggerschiffen	Verletzung oder Tötung von Meeressäugern und Vögeln

5.3 Veränderung von Habitatstrukturen

An dieser Stelle soll der Wirkpfad „Veränderung des Substrates durch Sedimentation“ betrachtet werden.

Die Verbringung von Baggergut ist im Detail unter „Beschreibung des Vorhabens“ erläutert. Sie soll grundsätzlich von Anfang November bis Mitte März erfolgen, abhängig vom Bedarf im Hamburger Hafen. Die Verbringung erfolgt durch ein bis zwei Schiffe, es können dadurch in 24 Stunden 2-4 Verbringvorgänge stattfinden. Der Umlagervorgang selbst umfasst nur wenige Minuten, in denen die Ladeklappen geöffnet werden. Die Einbringung ins Gewässer erfolgt dabei über die Öffnung des Laderaums des Hopperbaggers nach unten in einem vorgegebenen Bereich des Verbringfelds. Die gröbere Kornfraktion sinkt schneller zur Gewässersohle. Feinkörnige Sedimente bleiben etwas länger in Schwebefluss und werden mit der Strömung von der Verbringstelle entfernt, wo sie nach einiger Zeit zu Boden sinken (s.o.).

Die Auswirkungen auf den Meeresboden, FFH-Lebensraumtypen (LRT) und durch §30 geschützte Biotope sind abhängig von ihrer Lage bzw. Entfernung vom Verbringort und der damit verbundenen Menge an dort absinkenden Sediment sowie ihrem aktuellen Zustand (s. Kap. 5.1.3).

Bezüglich einer Aussage, ob es sich bei einer Beeinträchtigung um eine dauerhafte oder temporäre handelt, wird auf die Definition der der MSRL verwiesen, d.h. „Veränderungen des Meeresbodens sind als dauerhaft und als physischer Verlust („loss“) zu werten, wenn sie über 12 Jahre anhalten.“ Menschliche Aktivitäten, deren Auswirkungen reversibel sind und nicht dem Zeitraum von weniger oder mehr als 12 Jahre einzuordnen sind, werden in diesem

Zusammenhang dort nicht berücksichtigt. Diese Abgrenzung zwischen „loss“ und „disturbance“ berücksichtigt weder die Regenerationszeit noch die Art und Weise, wie eine Störung wirkt. Daher erscheint eine in Erwägung zu ziehende Differenzierung in beispielsweise eine weitere Kategorie im Sinne von „temporary loss“ sinnvoll, die bei Fällen zur Anwendung kommt, wo zum Beispiel wiederkehrend und mit Unterbrechungen in einem bestimmten Zeitraum Baggergut auf eine Fläche mit ähnlichen Sedimenteigenschaften verbracht wird. In diesem Fall wird – insbesondere auf der 0,2 km² großen Verbringstelle (BZR 52) und im BZR 51 - die Fläche zwar wiederkehrend überdeckt und das Habitat gestört, aber ist nicht verloren und kann sich regenerieren. Die Meeresbodenbewohner können sich nach der Verbringzeit aus den unteren Sedimentschichten nach oben durchbewegen oder aber von der Seite oder durch Larvenfall von oben wieder einwandern. Also handelt es sich nicht um den totalen Verlust von Habitaten wie z.B. durch Einbringung von festen Strukturen wie z.B. der Installation von Offshore-Windrädern, sondern um eine wiederkehrende temporäre Belastung. Da es sich bei dem Wasserkörper „Küstenmeer bzw. – gewässer“ natürlicherweise schon um ein Gebiet mit ständiger Veränderung durch Sedimentations- und Erosionsprozessen handelt, ist ein vollständiger Verlust des Meeresbodens auszuschließen.

Die im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ vorkommenden Biotoptypen sind in Kap. 4.2 (Abbildung 14) dargestellt. Der Nationalpark befindet sich in den Bilanzierungsräumen BZR 13 (Scharhoern), 25 (Hamburgisches _Wattenmeer_SO), 26 (Scharhoernriff), 27 (Hamburgisches_Wattenmeer_NW) und 63 (Neuwerk). Der niedersächsische Nationalpark liegt im den BZR 01 (Wattenmeer_Weser), 02 (Duhner_Watt), 19 (Jadebusen + Weser) und 40 (Kuestengewaesser_Weser_O). Die Sedimentauflage bleibt in allen genannten BZR und den sich dort befindlichen Biotoptypen bzw. FFH Lebensraumtypen 1110, 1140, 1160, 1210, 1310 und 1320 im Mittel unter 1 cm/Jahr (95. Perzentil) (s. Anhang 6). Die dort vorkommenden charakteristischen Arten sind an diesen dynamischen Lebensraum, d.h. den ständigen Wechsel der Gezeiten und variierende Ausmaße von Bedeckung durch Sediment, angepasst. Die dort großflächig vorkommenden Wattflächen unterliegen natürlicherweise ständigen Veränderungsprozessen, die kaum von der verbringungsbedingten Sedimentation abzugrenzen sind (s. Abbildung 19).

Des Weiteren ist anzumerken, dass in einigen BZR, z.B. BZR 08 (Tideelbe vor Brunsb.) und 35 (Grimmershörner Bucht) die z.T. höheren Sedimentationsraten Sonderfälle sind, da diese BZR jeweils einen Teil der Hafenanlagen von Cuxhaven und Brunsbüttel beinhalten. Deren Hafenbecken und Zufahrten sind Sedimentationsschwerpunkte und weisen im Modell einen entsprechend hohen Sedimenteintrag auf. Dort stattfindende regelmäßige Unterhaltungsarbeiten sind im Modell jedoch nicht berücksichtigt. In den anderen Teilbereichen dieser BZR ist die Sedimentation wesentlich geringer (s. Abbildungen in Kapitel 5.1.3).

Fazit

Bezogen auf den Umfang des Untersuchungsgebiets kann daher insgesamt zwar von einer wiederkehrenden, jedoch geringfügigen und lokalen Betroffenheit ausgegangen werden. Außerdem muss beachtet werden, dass es sich bei der Modellierung um eine „worst case“ Betrachtung handelt und in der Realität mit sehr viel niedrigeren Ablagerungsmächtigkeiten und zeitverzögerter Verdriftung zu rechnen ist (s. Kap. 5.1.2).

5.4 Sedimentchemie

5.4.1 Nährstoffe

Laut BfG kommt es „*bei dem Verbringvorgang zu einer deutlichen Entmischung der Sedimente; vor allem die sandigen Bestandteile (> 63 µm) und darin eingeschlossene konsolidierte Brocken mit Feinkornanteil gelangen direkt an die Gewässersohle und kommen dort zur Ablagerung bzw. werden sohlnah verfrachtet. Damit werden auch die an dieser Fraktion partikulär gebundenen Nährstoffe direkt in das Sediment verbracht. Ein Teil der sedimentierten Nährstoffe verbleibt dauerhaft im Sediment, ein anderer Teil kann durch frühdiagenetische Umwandlungsprozesse in gelöster Form zurück in die Wassersäule gelangen und steht den Primärproduzenten wiederum für die Synthese organischen Materials zur Verfügung. Stickstoff kann bei schwach anaeroben Bedingungen dann wieder als Ammonium aus dem Sediment freigesetzt werden, während Phosphor nur unter stark anaeroben Bedingungen als Phosphat freigesetzt wird. Da die meisten Sedimente im Elbmündungsbereich oberflächennah aerobe Zonen aufweisen, ist eine Freisetzung von Nährstoffen über den Wirkpfad Sedimente nicht zu erwarten*

“ (BfG 2021, S. 190). Das Alfred-Wegener Institut führt auf der Verbringstelle der HPA bei Tonne E3 und an weiteren Stationen entlang des sogenannten Elbeschnitts Nährstoffuntersuchungen der Wasserphase in Bodennähe und an der Oberfläche durch. Hier wurden im Vergleich zu den weiteren Messstationen bislang keine Hinweise auf verstärkte Rücklöseeffekte auf der Verbringstelle ermittelt.

Darüber hinaus fasst die BfG zusammen, dass bei einer Verbringung im Winterhalbjahr auch von feinkörnigen Sedimenten das Auftreten einer zusätzlichen Sauerstoffzehrung im Elbmündungsbereich als unwahrscheinlich eingeschätzt wird und aufgrund des stabilen Sauerstoffhaushaltes auch keine Auswirkungen erwartet werden (BfG 2021, S.188).

Messtechnisch wären kurzzeitige und lokal sehr begrenzte Beeinträchtigungen im direkten Umfeld der Verbringstelle erfassbar, die aber bei den vorliegenden hohen Sauerstoffgehalten schnell abgepuffert werden. Aufgrund der weiträumigen Verteilung des feinkörnigen

Baggergutes und den geringen Anteilen am Gesamtsediment werden auch keine Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt im weiteren Umfeld der Verbringstelle erwartet.

5.4.2 Schadstoffe

Mit der Umlagerung von bis zu 1 Mio. t TS geht neben den natürlichen Schadstofftransportvorgängen ein zusätzlicher Eintrag von Schadstoffen ins Elbeästuar einher. Abbildung 78 veranschaulicht den aktuellen Schadstoffgradienten zwischen der Mittelelbe und den küstennahen schwebstoffbürtigen Sedimenten bei Cuxhaven.

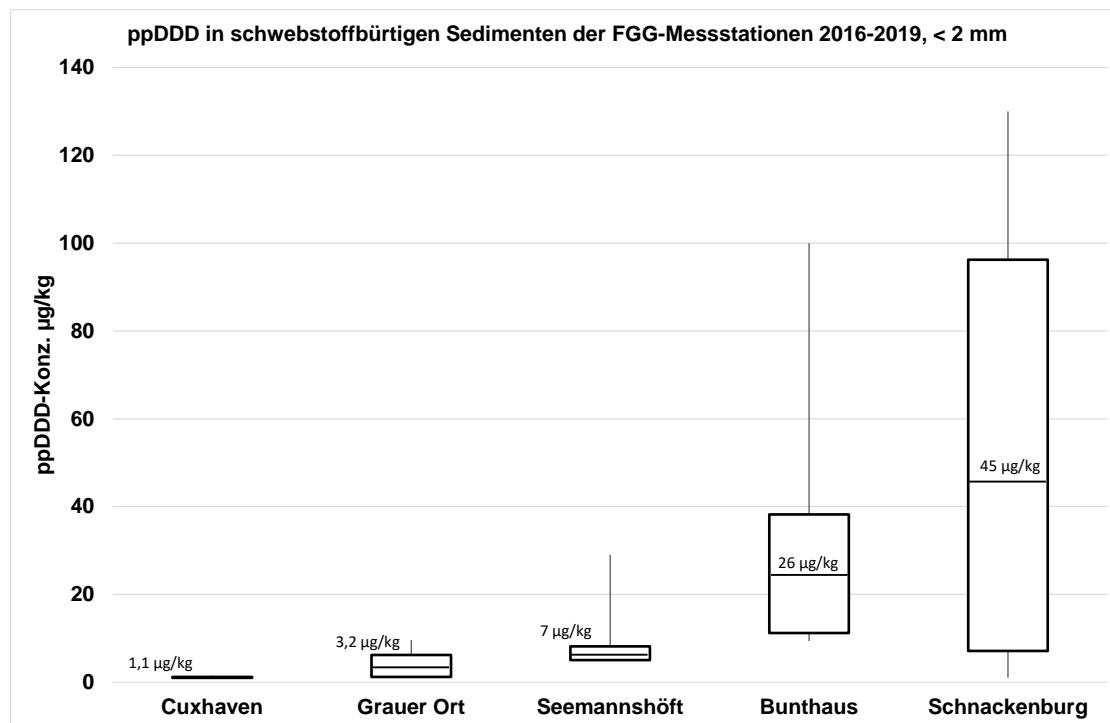


Abbildung 78: ppDDD in schwebstoffbürtigen Sedimenten (2016-2019) der FGG-Messstationen zwischen der Mittelelbe und Cuxhaven in der Fraktion < 2 mm

Die BfG (2017d & 2021) beschreibt in ihren Auswirkungsprognosen zur Verbringung von Baggergut bei km 730-740, dass die natürlichen Schadstofftransporte in das Elbeästuar sehr stark vom Oberwassergeschehen der Elbe abhängen und in Größenordnungen schwanken können. So habe z.B. das Extremhochwasser 2013 zu deutlichen Schadstoffverhöhungungen geführt. Tabelle 65 stellt die berechneten Schadstofffrachten, die von der Mittelelbe in die Tideelbe gelangen und natürlicherweise in Abhängigkeit des Hochwassergeschehens in Richtung Nordsee transportiert werden können, den hier betrachteten, verbringungsbedingten Frachten und prognostizierten Ablagerungsmengen gegenüber. Dabei zeigte sich, dass in den abflussschwachen Jahren von 2016 bis 2019 eine deutliche Reduzierung der Frachten in die Tideelbe erfolgte und dass die hochwasserbedingten Frachten, wie sie 2013 auftraten, mit

Ausnahme des TBTs deutlich größere Schadstoffmengen in das Ästuar eintragen als mit der Baggergutverbringung in die Hamburger Außenelbe ausgetragen werden.

Die Bewertung der Veränderung durch den Baggerguteintrag wird für ein repräsentatives, elbtypisches Schadstoffspektrum vorgenommen, das Schwermetalle und organische Schadstoffe umfasst, die aufgrund ihrer Anreicherung in Hafensedimenten gegenüber Küstensedimenten (GÜBAK Fall 3) bzw. marinen Umweltkriterien (Environmental Assessment Criteria und Effect Range Low-Kriterien) die stärksten Veränderungen im Küstenbereich erwarten lassen: Cd, Hg, Zn, HCB, ppDDD, ppDDE, TBT und PCB118.

Tabelle 65: Schadstofffrachten aus der Mittelelbe in die Tideelbe, verbringungsbedingte Schadstofffrachten in die Hamburger Außenelbe und berechnete Schadstoffablagerungsmengen

		Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
		t	t	t	kg	kg	kg	kg
2013		2,6	429	1,2	35	42	14	22
2016	Einträge von der Mittelelbe in die Tideelbe	1,1	209	0,43	13,8	15	4	4,8
2017		1,2	215	0,41	13,7	18,5	3,8	7,3
2018		0,65	115	0,22	5,8	9,5	2,4	3,9
2019		0,79	145	0,25	5,8	10,4	2,7	4
BWS		1,1	248	0,6	4,8	8	2,6	40
BWS+LHG	Verbringung zur HHAE durch 1 Mio t TS	1,3	293	0,7	5,2	9,2	3,1	43
BWS	Ablagerungen durch 0,545 Mio t TS	0,6	135	0,3	2,6	4,4	1,4	22
BWS+LHG		0,7	160	0,4	2,8	5,0	1,7	23

Als Berechnungsgrundlage für den Sedimenteintrag werden die Modellierungsergebnisse der BAW (2021) des mittleren 95. Percentiles herangezogen. D.h. hier erfolgt eine „worst case“ Betrachtung, denn nur 5 % der Modellierungsergebnisse eines Bilanzierungsraumes (BZR) fallen noch höher aus. Dabei wird aufgrund der variablen Zu- und Abnahme der Sedimentmengen im Modellauf mit dem mittleren 95. Perzentil der Summe aller Fraktionen zwischen den Modellierungszeitpunkten t2-t13 (BAW 2021) gerechnet. Die Berechnung der Schadstoffveränderungen beruhen dabei stets auf der gemeinsamen Betrachtung von Baggerguteintrag und Hintergrundsedimentation. Von einer Bewertung auf der Basis „mittlerer“ Sedimenteinträge eines BZR wurde abgesehen, da einerseits kein Flächenbezug hergestellt werden kann, andererseits die Vielzahl der Rechenzellen eines BZR häufig auch Abträge erfahren haben bzw. durch Sedimentation kaum betroffen sind (mittlere Sedimenteinträge wurden lediglich zur Berechnung der Schadstofffrachten in BZR

herangezogen, siehe Anhang 7, nicht zur Berechnung von Stoffgehalten). Die verwendeten Modellierungsergebnisse der BAW (2021) für die Berechnung der Schadstoffeinträge sind in Anhang 8 zusammengestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Baggerguteintrag in mehr als 50 % der BZR lediglich eine Größenordnung von < 1 % der Hintergrundsedimentation beträgt, in einzelnen Fällen aber auch 10-25 % (z. B. der Hafen von Cuxhaven (BZR 54) und die Hafenbecken der Grimmershörner Bucht (BZR 35) erreichen kann.

In Tabelle 66 erfolgt eine Zusammenstellung der erforderlichen Daten für die Berechnung von nachweisbaren Schadstoffeinträgen. Dabei bezieht sich die Nachweisbarkeit auf eine messbare Schadstofferhöhung, die die Parameter-spezifische „erweiterte Messunsicherheit k=2“ (BfG 2020b und HLUG 2002) übersteigt.

Tabelle 66: Berechnungsgrößen zur Ermittlung von Schadstoffanreicherungen

Parameter	Herkunft
Schadstoffe im Baggergut	HPA Freigabeanalysen
Schadstoffe in den örtlichen Sedimenten	BfG Kriging
Feinkornfraktionen in den örtlichen Sedimenten und im Baggergut	AUFMOD und BAW-Modell
Baggergut-Sedimentmasse	BAW-Modell, wobei eine Lagerungsdichte von 1g/cm ³ angenommen wird
Hintergrundsedimentmasse	BAW-Modell, wobei eine Lagerungsdichte von 1g/cm ³ angenommen wird
Erweiterte Messunsicherheit k=2	HPA, abgeleitet aus Doppelbestimmungen von Sedimenten bei Tonne E3*

*verwendete Variationskoeffizienten: Cd 10 %, Zn 9,7 %, Hg 21%, HCB 34,9%, ppDDD 26,8 %, ppDDE 17,3 %, TBT 35,2 %, PCB118 22,7 %

Die Berechnung der Veränderung von örtlichen Schadstoffgehalten in Sedimenten wird einerseits mit zwei Szenarien berechnet, bei denen die Herkunft des Baggergutes variiert.

- **Szenario 1** berücksichtigt gewichtete, gemittelte Schadstoffgehalte des Baggerguts aus der Bundeswasserstraße im Bereich des Hamburger Hafens.
- **Szenario 2** umfasst gewichtet gemittelte Schadstoffgehalte sowohl aus Bundeswasserstraßenabschnitten als auch Landeshafengewässern.

Andererseits werden zwei Rechenansätze verfolgt:

- Der erste beinhaltet einen Tiefenbezug von 20 cm (**Rechenansatz RA a**). Das heißt, es wird eine Bioturbation angenommen, die das Baggergut bis in 20 cm Tiefe in den Untergrund einarbeitet. 20 cm sind darüber hinaus die Tiefenstufe, die üblicherweise mit einem van-Veen Greifer beprobt werden kann.
- Der zweite Rechenansatz berücksichtigt nur die Neusedimentation, bestehend aus Baggerguteintrag und Hintergrundsedimentation (ohne weiteren Tiefenbezug, **Rechenansatz RA b**). Relativierend muss hier hinzugefügt werden, dass nach einem neunmonatigen Modellauf und bis zum Beginn der neuen Umlagersaison der weit überwiegende Anteil des Baggergutes (95 %) sedimentiert ist, die Hintergrundsedimentation aber anhält, sodass grundsätzlich und tatsächlich bei der Betrachtung eines Zeitabschnittes von einem Jahr eine weitere Verdünnung eintreten würde. Insoweit wird dabei die durch die Verbringung hervorgerufene Schadstoffanreicherung überschätzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Anhängen 7-14 zusammengestellt:

- Anhang 9: Neue Stoffgehalte, Szenario 1 (**nur Bundeswasserstraßensedimente**) Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation **mit Tiefenbezug 20 cm**)
- Anhang 10: Neue Stoffgehalte, Szenario 2 (**Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente**) Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation **mit Tiefenbezug 20 cm**)
- Anhang 11: Neue Stoffgehalte, Szenario 1 (**nur Bundeswasserstraßensedimente**) Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation **ohne Tiefenbezug**)
- Anhang 12: Neue Stoffgehalte, Szenario 2 (**Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente**) Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation **ohne Tiefenbezug**)
- Anhang 13: Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 1 (**nur Bundeswasserstraßensedimente**), Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation **mit Tiefenbezug 20 cm**)
- Anhang 14: Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 2 (**Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente**), Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation **mit Tiefenbezug 20 cm**)
- Anhang 15: Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 1 (**nur Bundeswasserstraßensedimente**), Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation **ohne Tiefenbezug**)
- Anhang 16: Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 2 (**Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente**), Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation **ohne Tiefenbezug**)

Bedeutung verschiedener Rechen- bzw. Bewertungsansätze

Tabelle 67 listet, getrennt nach Szenarien und Rechenansätzen, die Bilanzierungsräume und Schadstoffparameter auf, die rechnerisch eine über die Messunsicherheit hinausgehende Schadstoffanreicherung in den nach der GÜBAK relevanten Feinkornfraktionen erwarten lassen. Von dieser Betrachtung bleibt der BZR 52 (V749_HPA), die Verbringstelle, ausgenommen, da für sie, methodisch bedingt, keine Modellierungsergebnisse vorliegen. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass durch die Verbringtätigkeit die Sedimentqualität der Verbringstelle temporär und lokal der Qualität des Hamburger Baggergutes entspricht. Dies ist begründet durch die Ablagerung konsolidierten Schlicks, der sich allerdings innerhalb kurzer Zeiträume auflöst und abtransportiert wird (BfG 2021). Die BfG hat für die Verbringstelle 738_5 dokumentiert (BfG 2021), dass keine langfristige Verfeinerung des Sedimentinventars trotz Verbringung von bindigem Baggergut stattfindet.

Entsprechend der GÜBAK werden Schwermetalle in der < 20 µm-Faktion bewertet, während die meisten organischen Schadstoffe in der < 63 µm-Faktion bewertet werden. Lediglich Tributylzinn (TBT) wird in der Gesamtfraktion (< 2 mm) bewertet. Zusätzlich werden berechnete, neue Feinkornanteile und die berücksichtigten Baggerguteinträge aufgelistet. Dabei zeigt sich, dass sich unterschiedliche Rechen- oder Bewertungsansätze auf das Ergebnis auswirken, nicht jedoch die unterschiedlichen Szenarien (Bundeswasserstraßen- oder Landeshafengewässeranteile). Bei vorhandenem Belastungsniveau ist der Sedimenteintrag die entscheidende Größe und nicht die Herkunft der Sedimente.

Tabelle 67 zeigt, dass je nach Bewertungsansatz in bis zu 14 Bilanzierungsräumen Schadstoffanreicherungen erwartet werden könnten. Die Berücksichtigung der Bioturbation und einer Beprobungstiefe von 20 cm (**RA a**) führt zu einer deutlichen Verminderung der messbaren Veränderungen der Schadstoffgehalte. Veränderungen wären nun lediglich in sieben BZR feststellbar. Wird also ausschließlich die Neusedimentation bewertet, führt dies rechnerisch eher zu Veränderungen der Schadstoffgehalte.

Die Verwendung des 95. Perzentils bedeutet für die Sediment- und Schadstoffeinträge, dass in 95% der Berechnungszellen eines Bilanzraumes die Sedimentauflage niedriger und die Effekte kleiner wären und in lediglich 5% größer. Daher treten die hier ermittelten, möglichen negativen Veränderungen der Sedimentqualität innerhalb eines BZR lediglich sehr kleinräumig auf.

Hinzu kommt, dass die potenziell am stärksten betroffenen BZR 13 (Scharhörn), 35 (Grimmershörner Bucht), 54 (Cux_Hafen) und 63 (Neuwerk) mit zusammen 8,16 km² zu den kleinsten Bilanzierungsräumen zählen (BAW 2021).

Kritische Bewertung der Berechnungsergebnisse

Tabelle 68 enthält eine Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse für das Szenario 1. Die Tabelle zeigt, dass auch ohne zusätzlichen Baggerguteintrag (also die Hintergrundgehalte) in einigen BZR die Sedimente bereits in die GÜBAK-Fallstufe 2 einzuordnen sind. Bei Berücksichtigung des Baggerguteintrags ergeben sich rechnerisch in einzelnen BZR je nach Berechnungsansatz negative Veränderungen bis in die GÜBAK-Fallstufe 3. Die Berechnungsergebnisse sind in den Anhängen 7-10 zusammengestellt.

Problematisch ist die Bewertung in festgelegten Feinkornfraktionen, wie die Beispiele an den BZR 7 (Uferbereich niedersächsische Tideelbe p2) und BZR 27 (Hamburger Wattenmeer NW) zeigen. Das beschriebene Sediment im BZR 7 ist mit 55 % Feinkornanteilen durchaus als feinkörnig zu beschreiben. Der Anteil der < 20 µm-Fraktion ist aber deutlich kleiner als 10 %, sodass der Einfluss des feinkörnigen Baggergutes auf die berechnete Schadstoffanreicherung in dieser Fraktion unverhältnismäßig groß sein kann. Dies zeigt sich auch z.B. im BZR 27. Dort lassen sich rechnerisch negative Veränderungen in der < 20 µm-Fraktion bestimmen, die allerdings in einer Gesamtprobe weniger als 1,5 % ausmacht. Die Schadstoffanalytik solcher Proben in der Gesamtfraktion führt dagegen zu verschwindend niedrigen Stoffkonzentrationen. Daher bestimmt die GÜBAK, dass Schadstoffuntersuchungen zur Überprüfung der Umlagerungseignung bei Proben mit Feinkornanteilen < 10 % unterbleiben sollten, zumal die nachfolgende Normierung für die organischen Schadstoffe auf die < 63 µm-Fraktion zu starken Überhöhungen des Ergebnisses führen kann. Die Oberflächengewässerverordnung bezieht ihre Umweltqualitätsnormen für organische Schadstoffe in Sedimenten auf die < 2 mm Fraktion, wobei diese nur dann zur Bewertung herangezogen werden sollen, wenn die Feinkornanteile der Probe > 50 % sind.

Das Kriterium der Messbarkeit ist darüber hinaus abhängig von der Möglichkeit, eine adäquate Probenahme vorzunehmen, die ihrerseits von der Schichtdicke der Gesamtsedimenteinträge abhängt. Hier wird davon ausgegangen, dass Sedimentauflagen ab 0,5 cm Mächtigkeit, das entspricht einem äquivalenten Gesamteintrag von 5 kg/m², separat zu beproben wären. In niedrigeren Auflagen werden Veränderungen dagegen nicht nachweisbar sein.

Bewertung nach internationalen Kriterien

Die Prognose der „neuen“, d.h. der verbringungsbedingten Stoffgehalte in der < 2 mm Fraktion und der Abgleich der neuen Stoffgehalte nach Baggergutverbringung mit den internationalen Bewertungskriterien EAC (Environmental Assessment Criteria) und ERL (Effect Range Low) der OSPAR (2009, 2021) führt zu weiteren Relativierungen der Ergebnisse. Bereits in den Hintergrundgehalten (Tabelle 69) werden bzgl. Quecksilber und PCB118 in einzelnen Bilanzierungsräumen die OSPAR Kriterien überschritten. Der schwedische EQS für Tributylzinn von 0,8 µg/kg (normiert auf 2,5 % TOC) wird in nur einem Bilanzraum **nicht** überschritten, ist für eine differenzierte Bewertung also nicht sonderlich geeignet. Dagegen führt die Anwendung des von Duft et al. 2003 abgeleiteten Wertes für TBT von 7,2 µg/kg zu einem differenzierteren Bild: Mit einer Ausnahme (BZR 56 Uferbereich SH Watten p1) zeigen nur Bilanzräume entlang der Elbe zwischen Neufeld und der Störmündung (BZR 08, 16, 38, 39, 41, 58 und 62) bereits bzgl. der Hintergrundgehalte höhere Ergebnisse.

Auch bei der Bewertung der Sedimente in der < 2 mm Fraktion werden nur durch die unterschiedlichen Bewertungsansätze, nicht durch die Szenarien, unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Die Berechnungsergebnisse aller BZR sind in den Anhängen 11-14 dargestellt.

Unter ausschließlicher Bewertung des rezenten Sedimentes (Rechenansatz RA b, Baggergut und Hintergrundsedimentation) werden rechnerisch häufiger Überschreitungen festgestellt als unter Berücksichtigung eines bioturbationsbedingten und probenahmebedingten Tiefenbezugs von 20 cm (RA a). Auf eine Bewertung hinsichtlich Hexachlorbenzol, dessen ERL-Wert bei 20 µg/kg lag, wird hier verzichtet, weil selbst im Baggergut diese Konzentration nicht erreicht wird.

Die Ergebnisse zeigen aber, dass in den BZR 2 (Duhner Watt), 25 (Hamburgisches Wattenmeer SO), 53 (Uferbereich Cux_Otterndorf_Oste), 57 (Uferbereich Schleswig-Holsteins p2) sowie im BZR 63 (Neuwerk) gar keine OSPAR Kriterien überschritten werden. In den BZR 27 (Hamburgisches Wattenmeer NW), 43 (Küstenmeer Elbe) und 56 (Uferbereich Schleswig-Holstein p1) kommen durch die Baggergutverbringung keine Überschreitungen hinzu. Überschreitungen treten lediglich bzgl. Quecksilber, ppDDD, PCB118 und TBT auf. Dabei sind für Hg, ppDDD und PCB118 mit Ausnahme des BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und des BZR 39 (Uferbereich Schleswig-Holsteinische Watten p3) die Veränderungen lediglich in der 2. Nachkommastelle zu finden, sodass eine messbare Veränderung der Schadstoffgehalte in der Gesamtprobe nicht detektierbar ist. Für TBT lassen sich Stoffgehalte, die über dem Richtwert von Duft et al. (2003) in Höhe von 7,2 µg/kg in den BZR 7 (Uferbereich Tideelbe Ni p2), BZR 35 (Grimmershörner Bucht), BZR 39 (Uferbereich Schleswig-Holsteinische Watten p3), BZR 43 (Küstenmeer Elbe), BZR 54 (Cux_Hafen) und BZR 56

(Uferbereich Schleswig-Holsteins p1). Statistisch signifikant und damit messbar sind allerdings nur die Erhöhungen in BZR 35 und BZR 54 (Grimmershörner Bucht und Cux_Hafen).

Wird eine Bewertung unter Berücksichtigung von Bioturbation und Probenahmetiefe von 20 cm, wie sie für schiffsgebundene Probenahmen typisch ist, vorgenommen, reduzieren sich die zusätzlichen negativen Veränderungen auf die BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und 54 (Cux_Hafen), wobei auch hier die durch Quecksilber verursachte Veränderung der Schadstoffgehalte rechnerisch in der 2. Nachkommastelle ermittelt wird.

Die betroffenen BZR 35 und 54 haben zusammen eine Größe von nur 1,64 km², sodass die ermittelten Verschlechterungen durch Sedimenteinträge des 95. Perzentils als sehr kleinräumig zu betrachten sind. Hinzu kommt, dass es sich um Hafenbereiche handelt, die der Gewässerunterhaltung unterliegen.

Tabelle 67: BZR und Schadstoffe, die eine über die Messunsicherheit hinausgehende Anreicherung erwarten lassen

	Szen. 1 (BWS) RA a (20 cm)	Szen. 2 (BWS+LHG) RA a (20 cm)	Szen. 1 RA b (ohne Tiefenbezug)	Szen. 2 RA b (ohne Tiefenbezug)	Frak. <63 µm RA a	Frak. <63 µm RA b	Baggergut- einträge	GesamtSe- diment- einträge	Baggergutanteil
BZR					%	%	kg/m ²	kg/m ²	%
2 Duhner Watt	DDD, DDE	DDD, DDE	DDD, DDE	DDD, DDE	7,9	7,8	2	226	0,9
7 Uferbereich Tideelbe Ni p2			Cd	Cd		55	0,09	3	2,9
11 Uferbereich SH Watten p4			Cd, Zn, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, DDD, DDE, TBT		28	0,16	1,7	9,2
13 Scharhörn	Cd, HCB, DDD, DDE	Cd, HCB DDD, DDE	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	3,2	14	0,7	6,3	11
25 HH Wattenmeer SO	DDE	DDE	DDE	DDE	8	8	1,5	157	0,9
27 HH Wattenmeer NW	HCB, DDD, DDE	HCB, DDD, DDE	HCB, DDD, DDE	HCB, DDD, DDE	1,2	1,2	0,3	165	0,2
35 Grimmershörne r Bucht	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	68	68	80	312	26
39 Uferbereich SH Watten p 3			Cd, Zn	Cd, Zn		50	0,24	1,9	13
43 Küstenmeer Elbe_N			Cd	Cd		43	0,35	32	3,2
53 Uferbereich Cux Otterndorf Oste			Cd, DDD, DDE	Cd, DDD, DDE		20	0,23	8	2,9
54 Cux Hafen	Cd, Zn, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, DDD, DDE, TBT	65	64	138	1078	13
56 Uferbereich SH Watten p1			Cd, Zn	Cd, Zn		37	0,06	3,7	1,6
57 Uferbereich SH Watten p 2			Cd, Zn, Hg, TBT	Cd, Zn, Hg, TBT		49	0,06	1,5	3,7
63 Neuwerk	Cd, Zn HCB, DDD, DDE	Cd, HCB, DDD, DDE	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	Cd, Zn, Hg, HCB, DDD, DDE, TBT	8,5	11	2,3	50	4,5

Tabelle 68: Hintergrundgehalte und Berechnungsergebnisse für neue Stoffgehalte der BZR nach der Baggergutverbringung (Szenario 1) auf Grundlage unterschiedlicher Bewertungsansätze in den Bewertungsfaktionen der GÜBAK

	Hintergrundgehalte							Rechenansatz a, Tiefenbezug 20 cm							Rechenansatz b, Gesamtsediment						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
BZR	<20 µm			<63 µm			<2 mm	<20 µm			<63 µm			<2 mm	<20 µm			<63 µm			<2 mm
2	0,53	202	0,35	0,81	1,45	0,61	1,93	0,63	221	0,39	1,28	2,23	0,85	2,27	0,63	221	0,39	1,28	2,23	0,85	2,27
7	0,78	239	0,55	1,97	3,86	1,41	6,37	0,78	240	0,55	1,97	3,87	1,41	6,38	1,00	284	0,62	2,23	4,25	1,53	7,33
11	0,81	277	0,69	3,28	1,63	0,76	1,43	0,83	280	0,69	3,29	1,67	0,77	1,46	1,75	448	0,93	4,48	4,83	1,72	4,95
13	0,44	192	0,32	0,87	1,73	0,65	1,2	0,56	214	0,37	1,57	2,86	1,00	1,34	1,81	453	0,86	5,97	9,98	3,23	5,56
25	0,46	199	0,32	0,89	1,77	0,65	1,53	0,53	212	0,35	1,34	2,49	0,88	1,81	0,55	216	0,36	1,45	2,67	0,93	1,88
27	0,45	186	0,33	0,69	1,41	0,62	1,25	0,51	197	0,35	1,58	2,86	1,06	1,31	0,52	199	0,36	1,74	3,12	1,14	1,33
35	0,58	208	0,46	0,95	1,2	0,54	5,1	1,68	425	0,85	2,64	4,11	1,43	14,0	1,68	425	0,85	2,64	4,11	1,43	14,0
39	0,86	296	0,88	1,93	3,68	1,4	9,07	0,87	298	0,88	1,94	3,69	1,40	9,11	1,52	411	0,97	2,82	5,08	1,81	12,9
43	0,68	224	0,48	0,88	1,91	0,78	3,32	0,71	230	0,49	0,90	1,95	0,79	3,38	0,85	257	0,54	1,02	2,13	0,85	3,71
53	0,77	275	0,69	1,64	2,35	0,84	4,72	0,78	278	0,69	1,67	2,41	0,86	4,76	1,07	328	0,76	2,40	3,67	1,25	5,74
54	0,61	219	0,51	1,41	1,21	0,57	5,08	1,23	338	0,71	1,99	2,30	0,90	9,49	1,23	338	0,71	1,99	2,30	0,90	9,49
56	0,79	274	0,48	1,74	3,22	1,27	7,98	0,80	275	0,48	1,74	3,23	1,27	7,99	1,15	339	0,62	1,97	3,59	1,38	8,48
57	0,77	270	0,53	2,78	1,55	0,72	1,28	0,78	271	0,53	2,78	1,56	0,72	1,29	1,41	386	0,75	3,11	2,32	0,95	2,69
63	0,46	206	0,33	0,96	1,91	0,67	1,49	0,69	248	0,42	1,70	3,11	1,05	1,92	1,14	333	0,60	3,19	5,50	1,80	3,21
Gesamtdatensatz																					
Min	0,42	162	0,24	0,28	0,22	0,42	0,60	0,42	162	0,24	0,28	0,22	0,42	0,60	0,42	162	0,24	0,28	0,22	0,43	0,61
Median	0,57	247	0,46	1,12	1,66	0,70	2,25	0,62	250	0,47	1,31	1,95	0,77	2,31	0,63	257	0,48	1,37	2,05	0,79	2,69
Mittel	0,62	242	0,50	1,35	1,88	0,78	3,42	0,67	251	0,52	1,48	2,07	0,84	3,79	0,76	268	0,55	1,67	2,40	0,94	4,11
Max	0,92	316	0,98	3,74	4,17	1,53	11,2	1,68	425	0,98	3,78	4,45	1,61	14,0	1,81	453	0,98	5,97	9,98	3,23	14,0

* Blau (Fall 1) Grün (Fall 2) Gelb (Fall 3)), signifikant erhöhte Stoffgehalte in fett

Tabelle 69: Bewertung der neuen Stoffgehalte auf Basis der OSPAR EAC und ERL-Kriterien in der < 2 mm Fraktion

	Hintergrundgehalte							Rechenansatz a, Tiefenbezug 20 cm							Rechenansatz b, Gesamtsediment							
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118 ¹	TBT ²	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118 ¹	TBT ²	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118 ¹	TBT ²	
	< 2 mm							< 2 mm							< 2 mm							
EAC						0,6								0,6							0,6	
ERL	1,20	150	0,15	2,00	2,20		7,2	1,20	150	0,15	2,00	2,20		7,2	1,20	150	0,15	2,00	2,20		7,2	
BZR																						
2	0,18	44	0,10	0,56	0,21	0,55	1,93	0,19	46	0,10	0,63	0,23	0,55	2,27	0,19	46	0,10	0,63	0,23	0,55	2,27	
7				1,52	0,59	0,60	6,37				1,52	0,59		6,38					1,71	0,65	0,61	7,33
11	0,20	53	0,13	0,93	0,37	0,59	1,43	0,20	53	0,13	0,94	0,37	0,59	1,46	0,28	71	0,17	1,58	0,58	0,61	4,95	
13	0,23	62	0,13	0,64	0,24	0,62	1,2	0,23	62	0,13	0,67	0,25	0,62	1,34	0,33	83	0,18	1,48	0,51	0,64	5,56	
25	0,21	56	0,12	0,60	0,22	0,59	1,53	0,22	57	0,12	0,65	0,24	0,59	1,81	0,22	57	0,12	0,67	0,24	0,59	1,88	
27	0,26	73	0,15	0,68	0,25	0,66	1,25	0,26	73	0,15	0,69	0,25	0,66	1,31	0,26	73	0,15	0,69	0,25	0,66	1,33	
35	0,17	43	0,10	0,57	0,22	0,55	5,1	0,41	96	0,23	2,49	0,84	0,61	14,0	0,41	96	0,23	2,49	0,84	0,61	14,0	
39	0,22	57	0,14	1,32	0,52	0,59	9,07	0,22	57	0,14	1,33	0,52	0,59	9,11	0,33	81	0,20	2,17	0,78	0,62	12,9	
43	0,43	129	0,27	1,08	0,38	0,85	3,32	0,43	129	0,27	1,09	0,38	0,85	3,38	0,44	130	0,27	1,15	0,40	0,85	3,71	
53	0,22	57	0,14	1,15	0,44	0,58	4,72	0,22	57	0,14	1,16	0,44	0,58	4,76	0,25	62	0,15	1,35	0,50	0,59	5,74	
54	0,18	45	0,11	0,60	0,23	0,56	5,08	0,30	71	0,17	1,55	0,53	0,59	9,49	0,30	71	0,17	1,55	0,53	0,59	9,49	
56	0,20	55	0,14	1,12	0,45	0,60	7,98	0,20	55	0,14	1,12	0,45	0,60	7,99	0,21	58	0,15	1,23	0,48	0,60	8,48	
57	0,20	52	0,13	0,98	0,39	0,59	1,28	0,20	52	0,13	0,98	0,39	0,59	1,29	0,23	60	0,15	1,24	0,47	0,60	2,69	
63	0,20	53	0,11	0,60	0,22	0,59	1,49	0,21	56	0,12	0,68	0,25	0,59	1,92	0,24	62	0,13	0,93	0,33	0,60	3,21	
	Gesamtdatensatz																					
Min	0,17	21	0,10	0,28	0,20	0,10	0,60	0,17	24	0,10	0,38	0,21	0,11	0,60	0,17	24	0,10	0,38	0,21	0,11	0,61	
Median	0,21	56	0,13	0,80	0,31	0,60	2,25	0,22	57	0,14	0,87	0,32	0,60	2,31	0,23	61	0,15	0,90	0,33	0,61	2,69	
Mittel	0,25	67	0,15	0,90	0,34	0,62	3,42	0,26	70	0,16	0,98	0,37	0,63	3,79	0,26	72	0,16	1,04	0,39	0,63	4,11	
Max	0,49	150	0,30	1,65	0,65	0,86	11,2	0,49	150	0,30	2,49	0,84	0,86	14,0	0,49	150	0,30	2,49	0,84	0,86	14,0	

¹PCB118 auf 2,5 % TOC normiert, ²TBT unnormiert nach Duft et al. 2003, Überschreitungen der EAC oder ERL Kriterien farbig markiert, signifikant erhöhte

Stoffgehalte in fett,

Prioritäre Schadstoffe werden in der Wasserphase oder in Biota bewertet - Umweltqualitätsnormen für Sedimente wurden nicht formuliert. Da aber ein grundsätzlicher Einfluss von Sedimenten auf die Wasserphase und Biota wahrscheinlich ist, soll hier gleichwohl der Versuch einer analogen Bewertung für weitere ausgewählte prioritäre Schadstoffe vorgestellt werden. Allerdings stellt sich schnell heraus, dass für Dioxine, Bromierte Diphenylether (BDE) und Perfluoroctansäure (PFOS) eine analoge Bewertung in Sedimenten aufgrund der mangelnden Datenlage für die Bilanzierungsräume nicht möglich ist. Einerseits liegen die Gehalte in Sedimenten für viele Stoffe (PBDE bzw. PFOS) bereits im Hafen sehr nahe an der Bestimmungsgrenze und für den küstennahen Ästuarbereich liegen kaum Messergebnisse vor, bzw. auch diese liegen unter der Bestimmungsgrenze, sodass Berechnungen von neuen, zu erwartenden Stoffgehalten nicht möglich sind. Bzgl. Dioxinen beschränkt sich das Datenvorkommen auf wenige Messungen ($n=9$) der BfG bei Cuxhaven und beim Medemgrund, sodass auch hier eine Betrachtung für den Gesamtbereich nicht möglich ist. Die Gehalte liegen im Zeitraum von 2011 bis 2019 im Mittel bei 7,4 I-TEQ/kg bzw. 6,9 ng WHO-TEQ. Die Gehalte des Hamburger Baggergutes liegen bei ca. 16 ng I-TEQ/kg. Eine Bewertung auf der Basis des Schwellenwertkonzeptes der FGG-Elbe (FGG-Elbe Sedimentmanagementkonzept 2013) zeigt, dass in beiden Betrachtungsbereichen im Mittel der untere Schwellenwert von 5 ng I-TEQ/kg überschritten, der obere von 20 ng I-TEQ/kg, jedoch unterschritten wird. Bedeutsam ist, dass der obere Schwellenwert von Evers et al. 1996 auch als „safe sediment value“ bezeichnet wird und auf der Biomagnifikation von Dioxinen in Seevögeln abgeleitet wurde.

Längerfristige Wirkungen

Im Kapitel 5.1.6 wurden die großen Unsicherheiten, die mit einem einfachen Hochskalieren der in dieser Auswirkungsprognose verwendeten Daten einhergehen, beschrieben. Auch hinsichtlich der Schadstoffgehalte wurde „auf der sicheren Seite“ liegend bewertet, sodass ein einfaches Hochrechnen der für die maximale Jahresmenge von 1 Mio. t TS ermittelten Werte zu einer starken Überschätzung führt. Bereits ohne Hochskalierungen eignen sich für die Betrachtung der längerfristigen Wirkungen der Baggergutverbringung zur Hamburger Außenelbe auf die Stoffgehalte die Rechenansätze ohne Tiefenbezug. Höhere Stoffgehalte als diejenigen, die mit Rechenansatz b ermittelt werden (Baggergutsedimentation und Hintergrundsedimentation), können auch in einer Langzeitbetrachtung nicht auftreten. Denn die gemeinsame Berücksichtigung von Hintergrundsedimentation und Baggerguteintrag ergibt dabei diejenigen Stoffgehalte, die oberflächenbildend und stets wiederkehrend sind (solange die Hintergrundgehalte auf einem vergleichbaren Niveau verbleiben). Die rechnerische Vermischung mit dem Untergrund kann somit entfallen. Die langfristige Sedimentation ändert

also nichts an den berechneten Konzentrationen, die bewertet werden, allerdings vergrößert sich das Schadstoffdepot am Standort (Anhang 7).

Für Langfristbetrachtungen ist es sinnvoll, nur diejenigen Bilanzierungsräume nochmals im Detail zu betrachten, die über den Simulationszeitraum eine kontinuierliche Sedimentation erfahren: BZR 04 (Uferbereich Cux), BZR 07 (Uferbereich Niedersachsen p2), BZR 08 (Tideelbe Brunsbüttel), BZR 35 (Grimmershörner Bucht), BZR 39 (Uferbereich Schleswig-Holstein p3) und BZR 54 (Cux_Hafen) (Tabelle 70).

Dabei sind die Hafenbereiche als Schwerpunkte des Sedimenteintrags in den Bilanzierungsräumen durch verhältnismäßig hohe und kontinuierliche Sedimentationsraten gekennzeichnet, die in der Realität durch Schiffsverkehr und Unterhaltungsmaßnahmen unterbrochen werden. Die Uferbereiche BZR 07 und BZR 39 unterliegen einer abweichenden Sedimentationscharakteristik. Nennenswerte Sedimenteinträge treten erst im Zusammenhang mit einem Sturmflutereignis auf. Für den BZR 07 (Uferbereich Ni p2) liegen die berechneten Sedimentationsraten von nur 0,7 mm/Jahr, derartig niedrig, dass selbst bei mehrjähriger Aufsedimentation kaum eine separate Beprobung möglich wäre. Auch im BZR 39 (Uferbereich Schleswig-Holstein p3) erreichen die Sedimenteinträge mit 2 cm am Ende des Modellierungszeitraums als Ergebnis eines Sturmflutereignisses ihr Maximum, wären aber im mittleren 95. Perzentil mit 0,2 cm ebenfalls sehr klein und damit zu vernachlässigen. Alle anderen Bilanzierungsräume zeigen stark unterschiedliche Sedimentations- und Erosionsraten, sodass eine Langfristprognose mit vorliegenden Daten kaum möglich ist. Dies gilt vor allem für die BZR 13 (Scharhörn) und 02 (Duhner Watt).

Die Bewertung der neuen Stoffgehalte für die Langzeitbetrachtung auf Basis der GÜBAK (Tabelle 70) zeigt, dass es in den Bilanzierungsräumen 4 (Uferbereich Cux), 35 (Grimmershörner Bucht), 39 (Uferbereich Schleswig-Holstein p3) und BZR 54 (Cux_Hafen) zu zusätzlichen Einstufungen in den GÜBAK Fall 2 käme. Signifikant gegenüber dem Hintergrundgehalt erhöht wären sie aber lediglich in der Grimmershörner Bucht (BZR 35), im Uferbereich S-H p3 (BZR 39) und im Hafen von Cuxhaven (BZR 54). Allerdings werden die Baggerguteinträge im BZR 39 (Uferbereich Schleswig-Holstein p3) in der Realität deutlich geringer ausfallen als im Modelllauf. Die Modellierungsergebnisse beruhen einerseits auf einem maximalen Baggergutdargebot und andererseits führt erst ein herbst- bis winterliches Sturmflutereignis am Ende der Modelllaufzeit zu starken Sedimenteinträgen. Bei einer Verbringung, die im Herbst startet, ist dagegen von einem sehr viel geringeren Baggergutdargebot und in der Folge auch einem geringeren Baggerguteintrag in der Sturmflutsaison zu rechnen.

Tabelle 70: GÜBAK-Bewertung, Rechenansatz b, ohne Tiefenbezug für die Langfristprognose für BZR, die eine kontinuierliche Sedimentation erfahren

	Hintergrundgehalte							Rechenansatz b, Gesamtsediment						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
BZR	<20 µm			<63 µm			<2 mm	<20 µm			<63 µm			<2 mm
4	0,63	228	0,55	1,65	1,3	0,6	5	0,64	239	0,55	1,86	1,70	0,73	6,50
7	0,78	239	0,55	1,97	3,86	1,41	6,37	1,00	284	0,62	2,23	4,25	1,53	7,33
8	0,87	306	0,83	2,14	4,16	1,52	11,1	0,90	311	0,84	2,30	4,40	1,60	11,8
35	0,58	208	0,46	0,95	1,2	0,54	5,1	1,68	425	0,85	2,64	4,11	1,43	14,0
39	0,86	296	0,88	1,93	3,68	1,4	9,07	1,52	411	0,97	2,82	5,08	1,81	12,9
54	0,61	219	0,51	1,41	1,21	0,57	5,08	1,23	338	0,71	1,99	2,30	0,90	9,49

*signifikante Veränderungen in fett, blau: GÜBAK Fall 1, grün: GÜBAK Fall 2)

Auch die Berechnungen zur Überprüfung der OSPAR-Kriterien (EAC und ERL, Tabelle 71) ergeben, dass es lediglich in vier Bilanzierungsräumen zu zusätzlichen, rechnerischen Überschreitungen der OSPAR-Kriterien kommt, wobei hier nur für BZR 35, BZR 39 und BZR 54 im 95. Perzentil eine signifikante, und damit messbare Überschreitung der Kriterien auftritt. Allerdings werden die Baggerguteinträge im BZR 39 überschätzt, sodass auch hier eine Unterschreitung des OSPAR-Kriteriums für ppDDD wahrscheinlich bleibt.

Tabelle 71: Stoffgehalte der Fraktion < 2 mm im Vergleich zu EAC und ERL-Bewertungskriterien, Rechenansatz b, ohne Tiefenbezug für die Langfristprognose für BZR mit kontinuierlicher Sedimentation

	Hintergrundgehalte							Rechenansatz b, Gesamtsediment						
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118 ¹	TBT ²	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118 ¹	TBT ²
	< 2 mm							< 2 mm						
EAC						0,6								0,6
ERL	1,20	150	0,15	2,00	2,20		7,2	1,20	150	0,15	2,00	2,20		7,2
BZR														
4	0,18	46	0,11	0,62	0,24	0,56	5	0,21	54	0,13	0,93	0,34	0,57	6,50
7				1,52	0,59	0,60	6,37				1,71	0,65	0,61	7,33
8	0,23	60	0,16	1,65	0,64	0,62	11,1	0,25	65	0,17	1,80	0,68	0,62	11,8
35	0,17	43	0,10	0,57	0,22	0,55	5,1	0,41	96	0,23	2,49	0,84	0,61	14,0
39	0,22	57	0,14	1,32	0,52	0,59	9,07	0,33	81	0,20	2,17	0,78	0,62	12,9
54	0,18	45	0,11	0,60	0,23	0,56	5,08	0,30	71	0,17	1,55	0,53	0,59	9,49

¹normiert auf 2,5 % TOC, ²TBT unnormiert nach Duft et al. 2003, signifikante Veränderungen in fett, Überschreitung der OSPAR-Kriterien farblich markiert.

Fazit

Für die Bewertung der Veränderung der Schadstoffgehalte durch das geplante Vorhaben müssen verschiedene Randbedingungen abgeprüft werden.

- Es muss sich durch den Sedimenteintrag rechnerisch eine signifikante negative Veränderung ergeben. Dies ist für max. 14 BZR der Fall.
- Diese negativen Veränderungen müssen auch messtechnisch nachweisbar sein, d.h. das neue Sediment muss eine ausreichende Schichtdicke aufweisen (min. > 5 mm = 5 kg/m²), um separat beprobt werden zu können. Dies ist für 9 BZR der Fall. Darüber hinaus sollte das Sediment einen ausreichend großen Feinkornanteil von min. 10 % aufweisen, um Messunsicherheiten zu minimieren. Dies ist dann noch für 6 BZR der Fall.
- Die Berücksichtigung der Bioturbation und der Beprobungstiefe von 20 cm mit einem Van Veen Greifer erfolgt durch einen eigenen Rechenansatz (RA a). Die Zahl der betroffenen Bilanzräume reduziert sich auf 4 (BZR 13 Scharhörn, BZR 35 Grimmershörner Bucht, BZR 54 Hafen Cuxhaven, BZR 63 Neuwerk).
- Ökologisch abgeleitete Richtwerte (Effect Range Low-Kriterien) werden dabei allerdings nur in den BZR 35 und 54 (Grimmershörner Bucht und Hafen Cuxhaven) überschritten.
- Darüber hinaus zeigen die BAW-Modellierungen, dass die o.g. Ergebnisse für die BZR 13 (Scharhörn) und BZR 63 (Neuwerk) lediglich temporär gelten. Im Modellierungszeitraum werden Sedimente eingetragen aber auch wieder nahezu komplett erodiert. Der Verbringzeitraum während der Sturmflutsaison macht in diesen BZR Ablagerungen, die zur messbaren Erhöhung von Schadstoffgehalten führen, sehr unwahrscheinlich.
- Die Untersuchungen zeigen, dass nur sehr wenige und ausgesprochen kleine Bilanzräume von nachweisbaren Schadstoffeinträgen betroffen sein werden. Die betroffenen Flächenanteile innerhalb der Bilanzräume sind ihrerseits entsprechend der Bedeutung des 95. Perzentils des Sedimenteintrags sehr klein.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren und des hier begründet abgeprüften Stoffspektrums bleibt als Fazit festzuhalten, dass der Eintrag von 1 Mio. t TS Hamburger Baggergut nur in wenigen Bilanzräumen zu nachweisbaren kleinräumigen, geringfügigen und temporären Erhöhungen elbtypischer Schadstoffgehalte führen kann, die zudem keine ökologisch abgeleiteten Richtwerte überschreiten. Langfristig ist mit einer negativen Veränderung der Sedimentqualität lediglich in den unterhaltenen Hafenbereichen des BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und des BZR 54 (Cux_Hafen) zu rechnen. Dazu kommen die temporären Anreicherungen an der Verbringstelle BZR 52 infolge unvollständiger Entmischung des

Baggergutes. Die zu erwartenden Stoffgehalte werden sich im weit überwiegenden Teil des Wirkraumes nicht von den im IST-Zustand vorhandenen Stoffgehalten unterscheiden, die vor allem das Ergebnis des natürlichen Sedimenttransportes der Elbe sind.

5.4.3 Ökotoxikologische Auswirkungen

Die Auswirkungen der Baggergutverbringung auf das ökotoxikologische Potential der Sedimente auf und im Nahbereich der Verbringstelle, des Elbästuars und von weiter entfernten Bereichen in der Nordsee wird im Folgenden analysiert. Grundlage für die Bewertung sind einerseits die Ergebnisse der BAW Modellierung (BAW 2021), die die Verteilung des umgelagerten Baggerguts für insgesamt 64 BZR (s. Kapitel 5.1) prognostizieren und zum anderen die Ergebnisse ökotoxikologischen Untersuchungen des Baggerguts der Jahre 2016-2019, welches für eine Verbringung an der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ geprüft werden soll (Kapitel 3.3.3.2).

Wie bei der Betrachtung der baggergutbedingten Schadstofferhöhung, wird für die Betrachtung des ökotoxikologischen Potentials der Mittelwert der Zeitschritte t2 bis t13 der Simulation des 95. Perzentil (s. Kapitel 5.4.2) herangezogen. Die Betrachtung des mittleren 95. Perzentils (P 95) entspricht dabei einem „worst case“-Szenario (BfG 2021), da an 95% eine geringere Bedeckung und an nur 5% der Fläche eines BZR eine höhere Bedeckung abgeleitet wird (BAW 2021).

Die ökotoxikologische Belastung des Baggerguts wurde durch die Messergebnisse der für die Baggergutverbringung zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ vorgesehenen Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässer der Jahre 2016-2019 (Kapitel 3.3.3.2) für jedes Gebiet einzeln gemittelt. In einem zweiten Schritt wurde das mittlere ökotoxikologische Potential nach den Verbringmengen und Anteilen des Baggerguts, das in den Jahren 2016-2019 zur Verbringstelle E3 verbrachte wurde, gewichtet (Tabelle 72). Es werden zwei verschiedenen Szenarien, jeweils für eine maximale jährliche Gesamtmenge von 1,0 Mio. t TS betrachtet:

- zunächst wird ausschließlich Baggergut aus der Bundeswasserstraße (Szenario 1),
- und zusätzlich jeweils zur Hälfte Baggergut aus der Bundeswasserstraße (BWS) und den Landeshafengewässern (LHG, Szenario 2) berücksichtigt (Tabelle 72).

Die abgeleiteten Toxizitätsklassen der Szenarien (Tabelle 72) sind die gewichteten Mittelwerte von 1,71 (Szenario 1) bzw. 1,59 (Szenario 2).

Tabelle 72: Baggergebiet mit vorgesehenen Mengenanteilen und Mittelwerten der Toxizitätsklassen einzelner Baggerabschnitte von 2016 - 2019 sowie gewichtete Mittelwerte beide betrachteter Verbringsszenarien

	Baggergebiet	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 1	Szenario 2
		%	%	Mittel Tox.Klasse für Gebiet	Mittel Tox.Klasse für Gebiet
BWS	Köhlbrand	39	19	1,32	1,32
BWS	Süderelbe	41	21	2,36	2,36
BWS	Norderelbe 7	18	9	1,00	1,00
BWS	Norderelbe 6	2	1	2,48	2,48
LHG	Vorhafen		18		2,17
LHG	Köhlfleet		7		0,92
LHG	Rethet		4		1,96
LHG	Parkhafen		18		0,85
LHG	Sandauhafen		4		1,46
	Gesamt	100%	100%	1,71	1,59

Im Umgang mit Toxizitätsklassen sollte eine Mittelwertbildung eigentlich vermieden werden, da es sich um ordinale Daten handelt und hier der Median üblicher wäre. Da aber die betrachteten Baggerbereiche unterschiedliche Belastungspotentiale aufweisen und unterschiedliche Baggergutmengen veranschlagt werden, ist eine Verwendung des Mittelwerts statt des Medians in diesem Fall zielführender (BfG 2021). Für die Toxizitätsklassen werden daher keine römischen (Tabelle 73), sondern arabische Zahlen verwendet. Das Bewertungsschema für das ökotoxikologische Potential nach HABAB-WSV 2017 (BfG 2017c) (Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenbereich, GÜBAK 2009 (Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern) sowie dem BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" (2020a) klassifiziert Material mit den Toxizitätsklassen 0-II als nicht oder unbedenklich belastet (Tabelle 73). Das umzulagernde Baggergut fällt demnach in die Kategorie unbedenklich belastet.

Tabelle 73: Klassifizierung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials von Sedimenten und Baggergut gemäß HABAB-WSV (BfG 2017c), GÜBAK (2009) und BfG (2020b)

höchste Verdünnungsstufe ohne Effekt	Verdünnungsfaktor	pT _{max} -Wert	Toxizitätsklasse		Ergebnis	Baggergut Klassifizierung
Original	2 ⁰	0	0	Toxizität nicht nachweisbar	Material nicht bzw. unbedenklich belastet	Umlagerung möglich
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	Material kritisch belastet	Umlagerung nach Einzelfallentscheidung möglich
1:16	2 ⁻⁴	4	IV	erhöht toxisch belastet		
1:32	2 ⁻⁵	5	V	hoch toxisch belastet	Material gefährlich belastet	Umlagerung soll nicht erfolgen, außer in besonders begründeten Einzelfällen unter Abwägung aller potenziellen Risiken
≤ (1:64)	≤ 2 ⁻⁶	≥ 6	VI	sehr hoch toxisch belastet		

Für die Berechnung der Erhöhungen des ökotoxikologischen Potentials in den Sedimenten der einzelnen BZR wurde die rezente Sedimentation (Baggergutanteil und Hintergrundsedimentation, beides gemäß Modellberechnungen) berücksichtigt. Generell werden ökotoxikologische Untersuchungen am Gesamtsediment (<2mm) vorgenommen (BfG 2017a, 2020a), daher wird für die Ermittlung der Erhöhung des ökotoxikologischen Potentials ebenfalls die Summe aller Fraktionen berücksichtigt, die in der Simulation verwendet wurden. Um die Ergebnisse gut mit realen Messergebnissen vergleichen zu können, wurde eine Probennahme mit einem van-Veen-Greifer mit einer Eindringtiefe von 20 cm angenommen (Rechenansatz **RA a**). Diese Tiefe entspricht auch der Tiefe, die als für Biota verfügbare Schicht angesprochen wird. Anhand der Gesamtsedimentation und der darunter liegenden unbelasteten Sedimentschichten erfolgte für die obersten 20 cm der Sedimentoberfläche eine Prognose für die zu erwartende Toxizitätsklasse. Zusätzlich wurde eine Berechnung ohne einen Tiefenbezug gewählt. Hier wird ebenfalls die gesamte rezente Sedimentation (Baggergut und Hintergrundsedimentation) berücksichtigt (Rechenansatz **RA b**). In die Berechnungen fließen die gewichteten Mittelwerte des Baggerguts für die beiden Szenarien mit den Toxizitätsklassen 1,71 und 1,59 ein. Die Hintergrundsedimentation bzw. die Sedimentoberfläche wird als Toxizitätsklasse 0 angesetzt, da aus den meisten Gebieten keine Biotestdaten vorliegen. Der Ansatz entspricht somit einer „worst-case“ Betrachtung. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 74 abgebildet. In der Tabelle sind die BZR, die eine Baggergutaufage von mindestens 5 kg/m² bei der Betrachtung des mittlere 95. Perzentils oder eines einzelnen Zeitabschnittes (t2-t13, BAW 2021) zeigen aufgelistet sowie solche, die eine Erhöhung der ökotoxikologischen Belastung bei einer der angewendeten Berechnungsmethoden von über 0,1 zeigen. Alle weiteren BZR zeigen eine Erhöhung des

ökotoxikologischen Potentials von unter 0,1. Um die Zusammensetzung der Sedimentauflage und den Anteil des Baggerguts nachvollziehen zu können, ist die Baggergutaufage, der Anteil des Baggergutes an der Gesamtsedimentation sowie die Sedimentauflage der gesamten rezenten Sedimentation laut Modellrechnungen in der nachfolgenden Tabelle abgebildet.

Tabelle 74: Ausgewählte Bilanzpolygone mit den aus den Auflagen errechneten Toxizitätsklassen für Szenario 1 und 2 sowie Rechenansätze a und b.

	Flächen-größe Polygone	Ökotoxikologische Belastung - berechnete Toxizitätsklasse				Baggergut- auflage	rezente Sediment- auflage	Anteil Baggergut/ Hintergrund
Verbringsszenario		Szenario 1	Szenario 2	Szenario 1	Szenario 2			
Polygon	m ²	Rechenansatz a		Rechenansatz b		kg/m ²	kg/m ²	%
04_Uferbereich_Cux	3.437.180	0,07	0,07	0,07	0,07	68,51	1619,81	4%
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	3.623.556	0,02	0,02	0,02	0,02	6,93	687,62	1%
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	13.039.345	0,00	0,00	0,05	0,05	0,09	3,00	3%
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	5.918.705	0,04	0,04	0,04	0,04	39,67	1573,92	3%
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	15.097.300	0,00	0,00	0,16	0,15	0,16	1,69	9%
13_Scharhoern	3.924.116	0,01	0,01	0,19	0,18	0,72	6,29	11%
15_Mittelgrund	11.310.135	0,01	0,01	0,01	0,01	1,23	367,56	0,33%
17_Pagensand	4.053.914	0,00	0,00	0,08	0,07	0,05	1,09	4%
35_Grimmershörner Bucht	1.121.365	0,44	0,41	0,44	0,41	80,83	312,03	26%
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	3.408.303	0,00	0,00	0,22	0,20	0,24	1,88	13%
43_Kuestenmeer_Elbe_N	164.004.100	0,00	0,00	0,02	0,02	0,35	32,32	1%
51_Nahbereich_VS749_HPA	2.522.314	0,02	0,02	0,02	0,02	6,50	504,64	1%
54_Cux_Hafen	522.456	0,22	0,20	0,22	0,20	138,14	1078,59	13%
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	6.580.749	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	1,54	4%
63_Neuwerk	2.597.075	0,02	0,02	0,08	0,07	2,27	50,18	5%

* Dargestellt sind ferner die ermittelten Sedimentauflagen: Baggergut alleine und rezentes Sediment in kg/m² (\cong mm)

Die Sedimentauflagen in kg/m² können in eine Auflagestärke in cm übersetzt werden. Die höchsten mittleren Baggergutauflagen werden im Modell für die BZR 54 (Cux_Hafen), BZR 35 (Grimmershörner Bucht), BZR 4 (Uferbereich-Cux) und BZR 08 (Tideelbe vor Brunsb.) zwischen 4 und 14 cm erwartet (Tabelle 74). Wird die Hintergrundsedimentation mitberücksichtigt, ergeben sich für den modellierten Zeitraum mittlere Sedimentauflagen zwischen 40 und 160 cm für die genannten BZR.

Nicht dargestellt sind jeweils die Auflagemengen direkt an der Verbringstelle (BZR 52), da es hier zu einer hohen Auflage kommt, ist selbstverständlich. Allerdings nimmt die Auflage über den Modellauf stetig ab, da das Material fast vollständig verdriftet.

Die Erhöhung des ökotoxikologischen Potentials liegt für beide Berechnungsansätze in den meisten BZR unter 0,1. Lediglich für die BZR 54 und BZR 35 wird eine Erhöhung der Toxizitätsklassen von maximal 0,22 bzw. 0,44 für beide Rechenansätze berechnet. Bei der Berechnung nach Rechenansatz 2 (Gesamtsedimentation ohne Tiefenbezug) wird zusätzlich für die BZR 11 (Uferbereich_SH-Watten-p4), BZR 39 (Uferbereich_SH_Watten_p3) sowie

BZR 13 (Scharhörn) eine Erhöhung des ökotoxikologischen Potentials zwischen 0,16 und 0,22 berechnet (Tabelle 74).

Fazit:

Einen Unterschied in der Erhöhung des ökotoxikologischen Potentials zwischen den beiden betrachteten Verbring-Szenarien (1: 100% Bundeswasserstraße, 2: 50% Bundeswasserstraße und 50% Landeshafengewässer) ist nicht ersichtlich.

Insgesamt sind die berechneten Toxizitätsklassen nach einer Verbringung von 1 Mio t TS in einem Jahr so gering, dass diese messtechnisch kaum erfassbar sein werden und ihre Einordnung höchstens in die Klasse „I“ („sehr gering toxicisch belastet“) erfolgt. Für eine Prognose über einen längeren Zeitraum, mit wiederholten Verbringungen im Winterhalbjahr, wird das angenommene Verhältnis zwischen Anteil der Sedimentation aus Baggergut und Hintergrund (Rechenansatz b) gleichbleiben. Daher werden keine weiteren Erhöhungen des ökotoxikologischen Potentials als in Tabelle 74 nach Rechenansatz b dargestellt, erwartet.

5.5 Wasserkörper

5.5.1 Sauerstoff

Durch mikrobiellen Abbau organischer Substanzen sowie der Oxidierung reduzierter anorganischer Verbindungen finden sauerstoffzehrende Prozesse satt. Die Einbringung von organischen und reduzierten anorganischen Verbindungen mit dem Baggergut kann daher den Sauerstoffgehalt in der Wassersäule am Verbringort beeinflussen und reduzieren.

Dies kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Zum einen können die eingebrachten Stoffe eine kurzfristige und lokal begrenzte Zunahme der Sauerstoffzehrung im Wasserkörper bewirken, zum anderen kann eine mittel- bis langfristige Zehrung durch das eingebrachte Material in das Sediment auftreten oder durch eine Erhöhung der zehrungsfähigen organischen Verbindungen in den Schwebstoffen.

Eine messtechnische Erfassung einer Sauerstoffzehrung direkt nach der Baggerguteinbringung wird in dem gut durchmischten Wasserkörper der Elbmündung nur schwer feststellbar sein. Darüber hinaus zeigten mehrtägige Sauerstoffmessungen vor, während und nach der Einbringung des hier dargestellten Baggerguts an der Verbringstelle „Tonne E3“ vor Helgoland eine Erhöhung der Sauerstoffgehalte nach der Einbringung an. Vermutlich ist dies auf eine bessere Durchmischung des Wasserkörpers durch den begleitenden Messschiffverkehr oder auch auf die Durchmischung der Wassersäule durch den Einbringvorgang selbst zurückzuführen (HPA 2016).

Die Einbringung des Baggerguts wird ausschließlich im Winterhalbjahr von Anfang November bis Mitte März durchgeführt werden. Daher ist bedingt durch niedrige Wassertemperaturen im Winter generell mit niedrigen Umsatzraten bei gleichzeitig hohen Sauerstoffgehalten zu rechnen, so dass eine kurzfristige und lokale Sauerstoffzehrung hier nicht erwartet wird.

Die Sauerstoffzehrung durch den Eintrag von zehrungsfähigen Verbindungen ins Sediment ist laut BfG in gut durchmischten Gewässern unwahrscheinlich, „*da die Sauerstoffzehrung im Sediment i.d.R. nur einen untergeordneten Einfluss auf den Sauerstoffgehalt der Wassersäule hat*“ (BfG 2021, S.185).

Eine messbare Sauerstoffzehrung durch eine Erhöhung von zehrungsfähigen organischen Verbindungen in den Schwebstoffen wird ebenfalls als nicht wahrscheinlich angesehen. Die Sauerstoffzehrung in dem für die Verbringung vorgesehenen Baggergut liegt für das Verbringungszenario 1 bei 1,0 und für Verbringungszenario 2 bei 1,3 (Tabelle 75) und wird damit gemäß der dreistufigen Bewertungsskala von Müller et al. (1998) als „gering bis mittel“ eingestuft (Tabelle 9, Kapitel 3.3.3). Laut BfG (2002) kommt dem Sauerstoffverbrauch bei der Baggergutverbringung durch biochemischen Abbau wenig Bedeutung zu, da nach einer Aufwirbelung die Konzentration an zehrungsfähigen Stoffen im Wasserkörper durch Verdünnung und Sedimentation schnell wieder abnimmt. Daher ist es grundsätzlich unwahrscheinlich, dass das Einbringen von Baggergut im Einbringbereich die Sauerstoffsituation messbar verschlechtert. Eine Sauerstoffabsenkungen wird höchstens nur beim Vorliegen von Sedimenten mit einer starken Sauerstoffzehrung ($> 3 \text{ g O}_2/\text{kg TS}/180 \text{ min}$) erwartet (BfG 2002). Eine starke Sauerstoffzehrung ($> 3 \text{ g O}_2/\text{kg TS}/180 \text{ min}$) wurde bislang weder für die freigegebenen Sedimente aus der Delegationsstrecke noch aus Landeshafengewässern, die für die Verbringung in die Nordsee freigegeben wurden, erreicht (Kapitel 3.3.3). Als weitere Annäherung an das Sauerstoffzehrungspotential des Baggerguts wird der Anteil des organischen Kohlenstoffs am Feststoff (TOC) herangezogen und mit dem am Schwebstoff im Untersuchungsraum partikulär gebundenen organischen Kohlenstoff (POC) verglichen. In Tabelle 75 sind die jeweiligen POC Anteile für den Verbringungszeitraum im Winter dargestellt, für weitere Stationen liegen keine Messwerte vor. Die TOC Gehalte im Baggergut sind etwas niedriger als die POC Anteile des Schwebstoffs an den Messtationen im Elbmündungsbereich, so dass hier der verbringungsbedingte eingemischte Schwebstoff kein stärkeres Zehrungspotential aufweist als die bereits vorkommenden Schwebstoffe im Untersuchungsgebiet. Laut BfG (2021) ist die leicht abbaubare Fraktion der organischen Substanz im Baggergut meist nicht mehr vorhanden, sondern wurde bereits vorher abgebaut. Dies gilt für das Hamburger Baggergut für die weiter

unterstromig liegenden Baggerabschnitte wie Norderelbe, Köhlbrand, Parkhafen und Köhlfleet.

Die ausschließliche Einbringung des Baggerguts im Winter verlangsamt zudem biochemische Prozesse bei gleichzeitig hohen Sauerstoffgehalten. Insgesamt bleiben auch die vorhabensbedingten Änderungen der Schwebstoffkonzentration gering (Kapitel 5.1.4) und es treten im Mittel Erhöhungen über 10 mg/l nur an der Verbringstelle und im umgebenden Sublitoral auf.

Tabelle 75: Gewichtete mittlere Sauerstoffzehrung nach 180 min und gewichtete Mittelwerte der TOC Anteile der beiden betrachteten Verbringsszenarien (Szenario 1 und 2) sowie mittleren POC Anteile an den Messstationen Tonne 13 (Scharhörn) und Cuxhaven (Kugelbake) und im Winter 2016-2019.

Messstation	Tonne 13 (Scharhörn) Winter	Cuxhaven (Kugelbake) Winter	Szenario 1	Szenario 2
	POC Gew-% Schwebst.	POC Gew-% Schwebst.	TOC Gew-% TS	TOC Gew-% TS
g O ₂ /kg TS 180min	-	-	1,0	1,3
TOC/POC	4,4	3,6	2,6	3,1

Fazit:

Die Einbringung des Baggerguts wird ausschließlich im Winterhalbjahr durchgeführt werden. Daher ist bedingt durch niedrige Wassertemperaturen im Winter generell mit niedrigen Umsatzraten bei gleichzeitig hohen Sauerstoffgehalten zu rechnen, so dass eine kurzfristige und lokale Sauerstoffzehrung durch die Einbringung von reduzierten anorganischen Verbindungen sowie eine mittel- bis längerfristigen Sauerstoffzehrung durch Schwebstoffe auch wegen der vorhabensbedingten geringen Änderungen der Schwebstoffkonzentration hier nicht erwartet wird.

5.5.2 Nährstoffe in der Wasserphase

Für die Untersuchung der baggergutbedingten Erhöhung der Nährstoffkonzentrationen in der Wasserphase wurde in Abstimmung mit der BfG der im Porenwasser des Baggerguts gelöste Ammonium-Stickstoff für eine Abschätzung des Nährstoffeintrags herangezogen. Die Daten hierzu wurden in den Jahren 2016-2019 im Rahmen der ökotoxikologischen Untersuchungen der Sedimente aus dem Hamburger Hafen und der Delegationsstrecke erhoben. Ammonium ist die löslichste Nährstoffverbindung und ermöglicht damit eine Betrachtung des „worst-case“-Szenarios. Auf Untersuchungen der BfG basierend, wurde ein Faktor von vier für die Abschätzung der Ammoniumstickstoffkonzentration des Porenwassers angesetzt, um eine

zusätzliche Elution während der Baggergutverbringung sowie den Entmischungsvorgang im marinen Milieu zu berücksichtigen (BfG 2021). Die freisetzbare Stickstoffkonzentration aus dem Baggergut für Verbringsszenario 1 und 2 beträgt demnach 87 mg/l bzw. 89 mg/l NH₄-N mg/l (Tabelle 76). Anhand der Menge des Porenwassers, das mit der Verbringmenge von 1 Mio. Tonne TS Baggergut (41% bzw. 36%) pro Jahr in das Gewässer eingebracht wird und der berechneten Stickstoffkonzentration kann eine Konzentrationserhöhung im Wasserkörper abgeschätzt werden.

Tabelle 76: Baggergebiete mit vorgesehenen Mengenanteilen an Baggergut und gerundete Mittelwerte der hochskalierten freisetzbaren NH₄-Stickstoffkonzentrationen im Porenwasser des Baggerguts einzelner Baggerabschnitte von 2016 bis 2019 sowie gewichtete Mittelwerte beider betrachteten Verbringsszenarien 1 und 2

	Baggergebiet	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 1	Szenario 2
		%	%	freisetzbare NH ₄ -N mg/l	freisetzbare NH ₄ -N mg/l
				Mittelwerte	Mittelwerte
BWS	Köhlbrand	39	19	55	55
BWS	Süderelbe	41	21	130	130
BWS	Norderelbe 7	18	9	58	58
BWS	Norderelbe 6	2	1	122	122
LHG	Vorhafen		18		120
LHG	Köhlfleet		7		62
LHG	Rethesand		4		127
LHG	Parkhafen		18		66
LHG	Sandauhafen		4		85
	Gesamt	100%	100%	87	89

*BWS: Bundeswasserstraße, LHG: Landeshafengewässer

Für die Untersuchung der Auswirkungen der Baggergutverbringung wird der Wasserkörper zwischen Ostemündung und Scharhörn als direkt betroffener Bereich für die Einmischung der gelösten Nährstoffe in den Wasserkörper herangezogen. Abgeleitet aus dem bathymetrischen Datenmodell von 2016 (Sievers et al. 2021, EasyGSH-DB Portal www.easygsh-db.org), besitzt der genannte Wasserkörper ein Volumen von rund $2,5 \times 10^9$ m³. Basierend auf einem für die Jahre 2016-2019 gemitteltem Oberwasserabfluss von 609 m³/s für den Winter erhöht sich das Wasservolumen für das Winterhalbjahr um rund 10×10^9 m³. Für den Sommer liegen geringere Abflusswerte der Elbe vor. Mit mittleren Werten von 344 m³/s erhöht sich das Wasservolumen für den Sommer um rund 5×10^9 m³. Für die Berechnung des Wasservolumens wurde nur der Oberwasserabfluss der Elbe berücksichtigt. Die Zuflüsse von Oste, Krückau, Stör, Pinne, Elde, Eider und Trave wurden vernachlässigt.

Schwinge und Anderen in die Elbe wurden zur Berechnung des Wasservolumens nicht herangezogen, so dass der hier angewendete Bezugswasserkörper gemäß „worst-case“-Ansatz und der damit einhergehende Verdünnungsfaktor unterschätzt wird.

Da die Verbringung ausschließlich im Winter stattfinden soll, besitzt das Porenwasser einen Anteil am Wasservolumen von rund 0,005 %, was eine Erhöhung der Stickstoffkonzentration im betroffenen Wasserkörper von unter 0,005 mg/l bedeutet. Diese Erhöhung kann in Relation zu den gelösten anorganischen Stickstoffkonzentrationen an den Messstationen im Mündungsbereich (Tabelle 28) gesetzt werden, wobei hier die Mittelwerte und die 10. Perzentile des Nitrats als Hauptkomponente des anorganischen Stickstoffs verwendet werden (BfG 2021). Das 10. Perzentil wurde als „worst-case“ Betrachtung verwendet. Es gibt die Konzentration an der jeweiligen Messstelle an, die niedriger ist als in 90 Prozent der Fälle des betrachteten Zeitraums an der jeweiligen Messstelle. Anhand des Kriteriums soll überprüft werden, ob eine das Algenwachstum limitierende Stickstoffkonzentration in dem Wasserkörper vorgelegen hat. Eine durch die Einbringung des Baggergutes erhöhte Stickstoffkonzentration könnte dann in diesen Zeiten zu einem erhöhten Algenwachstum führen. Eine Stickstoffkonzentration von unter 0,08 mg/l wird als limitierend betrachtet. Die WRRL-Messstationen des OWK „Außenelbe Nord“, „Tonne 13“ und „Norderelbe“ liegen im Mittel bei 1,04 mg/l und 0,678 mg/l Nitrat-N. Die Erhöhung des Stickstoffpools von unter 0,005 mg/l liegt somit bei unter 1%. Bezogen auf das 10. Perzentil wird eine Erhöhung um unter 2% erwartet, was die Werte von 0,34 mg/l (Tonne 13) und 0,25 mg/l (Norderelbe) auf 0,344 mg/l bzw. 0,256 mg/l erhöht. Für die Stationen im Wasserkörper „Tideelbe“ liegen die prozentualen Erhöhungen der Kennwerte noch geringer (Tabelle 28). Eine ökologisch nachteilige und messtechnisch nachweisbare Veränderung der Stickstoffgehalte im betrachteten Wasserkörper durch das Baggergut im Winter ist somit nicht zu erwarten.

Die eingebrachten Nährstoffkonzentrationen mischen sich im Laufe des Jahres in ein größeres Wasservolumen ein und werden somit verdünnt. Für den Sommer kann daher von einem prozentualen Anteil von ca. 0,003 % des Porenwassers und einer berechneten Erhöhung der Stickstoffkonzentrationen um ca. 0,003 mg/l ausgegangen werden. Messtechnisch wird diese Erhöhung nicht nachweisbar sein. Da im Sommer eine Veränderung des Nährstoffhaushaltes auch eine Veränderung des Algenwachstums zur Folge haben kann, wird als „worst-case“ Betrachtung das 10. Perzentil der Messergebnisse der Messstationen im Wasserkörper betrachtet. Für Stickstoff wird von einer Nährstofflimitierung für das Algenwachstums ab einer Konzentration von unter 0,08 mg/l ausgegangen. Für den Untersuchungszeitraum im Sommer von 2016-2019 wird an der Messstelle „Norderelbe“ für das 10. Perzentil mit 0,068 mg/l Nitrat-N eine Nährstofflimitierung festgestellt (Tabelle 30). Die Erhöhung dieser Konzentration – um

die für den Sommer im Wasserkörper berechneten 0,003 mg/l Stickstoff – würde hingegen die Stickstofflimitierung nicht aufheben, sodass auch während der Vegetationsphase im Sommer von keiner ökologisch nachteiligen und messtechnisch nachweisbaren Veränderung des Stickstoffgehalts im betrachteten Wasserkörper durch das im Winter eingebrachte Baggergut ausgegangen werden muss.

Mit zunehmender Zeit werden sich die gelösten, eingebrachten Nährstoffe in einen größeren Wasserkörper einmischen und weiter verdünnen. Für einen Zeitraum von fünf Jahren wird die Einmischung in einen Wasserkörper prognostiziert, der bis an das Küstenmeer der Elbe im Norden, die Dithmarscher Bucht im Osten und das westliche Wattenmeer der Elbe im Westen heranreicht (Abbildung 28). Um zu bewerten, ob in diesem Gebiet von ökologischen Auswirkungen eines veränderten Stickstoffhaushalts ausgegangen werden muss, werden die Nährstoffkonzentrationen der OWK - Messstationen im Küstenmeer der Elbe, der Dithmarscher Bucht, des Piep Tidebeckens und des westl. Wattenmeeres der Elbe betrachtet (s. Tabelle 29 und Tabelle 31). Für eine Abschätzung der Nährstoffkonzentrationen, wird daher der durch das Baggergut eingebrachten gelöste Stickstoff von je 1 Mio tTS pro Jahr über fünf Jahre auf diesen Wasserkörper übertragen. Das Wasservolumen für diesen Wasserkörper beträgt rund 95×10^9 m³, die berechnete Erhöhung der gelösten Stickstoffkonzentration würde rund 0,003 mg/l betragen. Eine das Algenwachstum limitierende Stickstoffkonzentration im Winter wird an den Stationen „westlicher Süderpiep“ und „220062“ für das 10. Perzentil des Nitrat-N festgestellt. Da das Algenwachstum im Winter hauptsächlich durch Temperatur und Licht limitiert ist, ist durch eine Zunahme der Nährstoffe kein zusätzliches Algenwachstum zu erwarten, zumal die berechnete neue Konzentration weiterhin unterhalb der Stickstofflimitierung für das Algenwachstum bleibt.

Für die Vegetationsperiode im Sommer wird eine Stickstofflimitierung für das 10. Perzentil der verfügbaren Messdaten der Stationen „Tonne 5“, „westlicher Süderpiep“, „N3.11“, „220062“ sowie „Nordertill“ festgestellt (Tabelle 31). Bei der Station „220062“ zeigt auch der Mittelwert der Nitrat-N Konzentration eine Stickstofflimitierung an. Die berechnete Erhöhung von rund 0,003 mg/l Stickstoff wird hingegen die Limitationen nicht aufheben und messtechnisch nicht erfassbar sein.

Fazit:

Die rechnerischen Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Verbringsszenarien (Szenario 1: 100% Bundeswasserstraße, Szenario 2: 50% Bundeswasserstraße und 50% Landeshafengewässer) sind sehr gering und führen zu keinen unterschiedlichen Einschätzungen bezüglich des Nährstoffhaushaltes. Auch nach einer längeren Nutzung der

Verbringstelle werden keine ökologisch relevanten und messtechnisch nachweisbaren Veränderungen der Nährstoffkonzentrationen erwartet.

5.5.3 Schadstoffe in der Wasserphase

Für die Bewertung möglicher Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ in Bezug auf den Schadstoffgehalt der Wasserphase und auf den chemischen Zustand von OWK ist maßgeblich, ob es maßnahmenbedingt weitere auf Wasserkörperniveau mess- und beobachtbare Einträge eines verbringungsbedingt relevanten Stoffes mit bereits überschrittener UQN gibt, oder ob relevante Stoffe in einem solchen Maße in einen OWK eingebracht werden, dass es zu einer erstmaligen Überschreitung einer bisher eingehaltenen UQN auf Wasserkörperniveau kommt.

Die Prüfung möglicher Auswirkungen der Baggermaßnahmen auf die Wassergüte bzw. den chemischen Zustand des OWK Elbe Hafen ist nicht Gegenstand dieser Auswirkungsprognose. Für die zum Koordinierungsraum Tideelbe zugehörigen OWK „Tideelbe“, „Außenelbe Nord“, „westliches Wattenmeer der Elbe“, „Hakensand“, „Küstenmeer Elbe“, sowie die angrenzenden OWK „Dithmarscher Bucht“ und „Piep Tidebecken“ im Koordinierungsraum Eider wird eine Bewertung möglicher Auswirkungen auf den chemischen Zustand vorgenommen.

Grundlage für die Bewertung sind folgende Randbedingungen:

- Die mittleren Schwebstoffgehalte der BAW Schwebstoff-Modellierung (siehe Kapitel 5.1.4). Aus den Ergebnissen der Modellierung wurden jeweils der mittlere verbringungsbürtige Schwebstoffgehalt der einzelnen BZR und der mittlere Schwebstoffgehalt des Hintergrunds in den BZR verwendet, der aus der Differenz des Schwebstoffgesamtgehalts und des Gehaltes an verbringungsbürtigem Schwebstoff berechnet wurde. Bei den Schwebstoffgehalten ist zu beachten, dass durch das im Modell verwendete Einbringverfahren des Baggerguts die Schwebstoffgehalte laut BAW (2021) tendenziell überschätzt werden (Kapitel 5.1.1.2). Die Bewertung erfolgt also mit einem konservativem „worst-case“- Ansatz.
- Je nach betrachtetem Parameter wurden jeweils die mittleren Schwebstoffgehalte der Summe aller Korngrößenfraktionen (für TBT)-, der <63 µm- Fraktion (organische Schadstoffe) oder der Fraktion <20µm (für Hg) verwendet.
- Als Schadstoffgehalte des verbringungsbürtigen Schwebstoffs wurden die, ebenfalls für die Bewertung der Auswirkungen der Verbringszenarien auf die Sedimentqualität verwendeten, gewichteten Mittelwerte aus den Daten der Freigabeuntersuchungen 2016-2019 verwendet (Kapitel 3.3.3.1).
- Dementsprechend wurden auch bei den Berechnungen zur Beurteilung möglicher Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wasserphase die auch für die Bewertung der Auswirkungen auf andere Schutzgüter zugrunde gelegten zwei Szenarien 1 (Baggergut

aus der Bundeswasserstraße) und 2 (Baggergut aus der Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässern) betrachtet.

- Als Hintergrundschadstoffgehalt in den BZR wurden, soweit verfügbar, die Schadstoffkonzentrationen der Wasserphase an den repräsentativen Messstellen der zugehörigen OWK „Tideelbe“, „Außenelbe Nord“ und „Küstenmeer Elbe“ aus dem Zeitraum 2016 bis 2019 verwendet. In Ermangelung an chemischen Daten der Messstellen in den OWK „westliches Wattenmeer der Elbe“, „Piep Tidebecken“ sowie „Dithmarscher Bucht“ aus dem Zeitraum 2016-2019, wurden als Hintergrundschadstoffkonzentration für diese OWK behelfsweise die Daten der Messstelle „Norderelbe“ verwendet.
- Die Auswahl der in der Auswirkungsprognose betrachteten Parameter erfolgte anhand der Einstufung des chemischen Zustandes. Geprüft wurden Parameter, deren Gehalte im Wasser oder in Biota zu einer Überschreitung der UQN bzw. Einstufung in einen nicht guten chemischen Zustand in einem der betrachteten OWK führen (Tabelle 23). Für die Bewertung möglicher Auswirkungen der Verbringung auf die Schadstoffgehalte in der Wasserphase wurden, 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 anschließend aus diesem Wert und dem Hintergrundschadstoffgehalt, gewichtet über die jeweiligen Anteile der verbringungsbedingten Schwebstoffgehalte und des Hintergrundschwebstoffgehalts am Gesamtschwebstoffgehalt, die Schadstoffkonzentration in der Wasserphase berechnet. Die Bewertung erfolgte anhand der JD-UQN und ZHK-UQN der OGewV (2016). Für die Bewertung auf Basis der ZHK-UQN (Zulässige Höchstkonzentration der Umweltqualitätsnorm) wurden dabei die Maxima der Schadstoffkonzentrationen in der Wasserphase als Hintergrundschadstoffgehalt angesetzt und die Mittelwerte der Schwebstoffgehalte des ersten Zeitabschnitts der Schwebstoffmodellierungen verwendet (19 Tage Modellaufzeit; vgl. Kapitel 5.1.1.2). Für die Beurteilung möglicher Auswirkungen der Verbringung anhand der jeweiligen JD-UQN wurden die mittleren Schadstoffgehalte der Wasserphase (verfügbare Daten aus dem Zeitraum 2016-2019) angesetzt und die mittleren Schwebstoffgehalte aus dem gesamten Modellierungszeitraum von 2 Monaten. Letztere werden für die Abschätzung der Schwebstoffgehalte im Jahresdurchschnitt als verhältnismäßig angesehen.
- Auf eine Abschätzung der gelösten Schadstoffanteile anhand von Verteilungskoeffizienten oder Ähnlichem 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 E3-Doppelbestimmungsdatensatz für Sedimente ermittelte, erweiterte Messunsicherheit (vgl. Kapitel 5.4.2) verwendet. Verglichen mit der, an den zur Verfügung stehenden Messdaten aus der Wasserphase ermittelten, doppelten Standardabweichung, handelt es sich bei diesem Vorgehen um den konservativeren Ansatz.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bewertung möglicher Auswirkungen der Baggergutverbringung zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ auf die Wassergüte der OWK dargestellt. Die rechnerischen Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Verbringsszenarien (Szenario 1: 100% Bundeswasserstraße, Szenario 2: 50% Bundeswasserstraße und 50% Landeshafengewässer) sind sehr gering und führen nicht zu unterschiedlichen Bewertungsergebnissen. Deshalb wird im Folgenden eine Gesamtbewertung vorgenommen.

Abweichende Ergebnisse von der IST-Zustandsbewertung in Kapitel 4.4 bzw. der dafür herangezogenen Einstufung der OWK gemäß den Entwürfen der OWK-Steckbriefe des 3. Bewirtschaftungszyklus in den folgenden Tabellen kommen ggf. durch Abweichungen in der verwendeten Datenbasis zustande. So sind die für die Bewertung im Rahmen dieser Auswirkungsprognose verwendeten Daten aus dem Zeitraum 2016-2019 größtenteils aus dem Fachinformationssystem (FIS) der FGG Elbe und der Meeresumweltdatenbank des Bundes (MUDAB) entnommen und somit Abweichungen von den, den Ländern für die Bewertung der OWK im Rahmen der 2. Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans vorliegenden Daten nicht auszuschließen.

OWK Tideelbe (DETW_DESH_T1-5000-01)

Es findet keine Verbringung von Baggergut in den OWK Tideelbe statt.

In Tabelle 77 sind die Ergebnisse der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf den WRRL-Wasserkörper Tideelbe im Hinblick auf die Wassergüte dargestellt. Dort geht hervor, dass die anhand der Schwebstoffmodellierung ermittelten verbringungsbürtigen Schwebstofffeinträge und die damit verbundenen Schadstofffeinträge nicht in der Lage sind an den repräsentativen Messstellen und/oder auf Wasserkörperniveau eine weitere mess- und beobachtbarer Konzentrationserhöhung eines Stoffes mit bereits überschrittener UQN oder eine erstmalige UQN-Überschreitung eines anderen Stoffes auszulösen.

Tabelle 77: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte des OWK Tideelbe.

OWK		Tideelbe		
Parameter	Kriterium	Messstelle Cuxhaven	Messstelle Grauer Ort	Messstelle Brunsbüttel
Bromierte Diphenylether (BDE)	ZHK-UQN	keine Daten	-*	(0,052 µg/l 2018)
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	JD-UQN			
	ZHK-UQN			
Quecksilber	ZHK-UQN			
Benzo(a)pyren	JD-UQN			
	ZHK-UQN			
Benzo(b)fluoranthen	ZHK-UQN			
Benzo(ghi)perylen	ZHK-UQN			
Benzo(k)fluoranthen	ZHK-UQN			
Fluoranthen	JD-UQN			
	ZHK-UQN			
Tributylzinnverbindungen	JD-UQN			
	ZHK-UQN	(0,015 µg/l 2019)	(0,015 µg/l 2017)	(0,004 µg/l 2016)
Hexachlorbenzol	ZHK-UQN			-*
Cypermethrin	keine Sedimentdaten, keine Bewertung			
Nicosulfuron	keine Sedimentdaten, keine Bewertung			
Imidacloprid	keine Sedimentdaten, keine Bewertung			
Silber	keine Sedimentdaten, keine Bewertung			

Grüne Signatur: keine UQN-Überschreitung, keine messbare Erhöhung. Hellgrüne Signatur: UQN im IST-Zustand überschritten (verfügbare Daten 2016-2019), keine messbare Erhöhung. In Klammern: Wert und Jahr der Überschreitung im verwendeten Datensatz. -: alle Werte <BG, BG<ZHK-UQN, keine Bewertung

OWK Außenelbe-Nord (DECW_DESH_N3-5000-04-01)

Im OWK Außenelbe-Nord befindet sich die Verbringstelle VS 742.

In Tabelle 78 sind die Ergebnisse der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf den WRRL-Wasserkörper Außenelbe Nord, sowie auf die behelfsmäßig anhand der Daten der Messstelle Norderelbe bewerteten OWK westliches Wattenmeer der Elbe, Hakensand, Dithmarscher Bucht und Piep Tidebecken, im Hinblick auf die Wassergüte dargestellt.

Tabelle 78: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte der OWK Außenelbe Nord, Westl. Wattenmeer der Elbe, Hakensand und Piep Tidebecken.

OWK		Außenelbe Nord		Westl. Watten- meer der Elbe	Hakensand	Dithmar- scher Bucht	Piep Tidebecke n
Parameter	Kriterium	Messstelle Norderelbe	Messstelle OSee_W2	Messstelle Norderelbe	Messstelle Norderelbe	Messstelle Norderelbe	Messstelle Norderelbe
Bromierte Diphenylether (BDE)	ZHK-UQN	-*	-*	-*	-*	-*	-*
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	JD-UQN						
	ZHK-UQN						
Quecksilber	ZHK-UQN	(0,14 µg/l 2018)	-*				
Benzo(a)pyren	JD-UQN						
	ZHK-UQN						
Benzo(b)-fluoranthen	ZHK-UQN		-*				
Benzo(ghi)-perlylen	ZHK-UQN	(0,002 µg/l 2019)	(0,003 µg/l 2019)				
Benzo(k)-fluoranthen	ZHK-UQN		-*				
Fluoranthen	JD-UQN						
	ZHK-UQN						
Tributylzinnverbindungen	JD-UQN						
	ZHK-UQN		(0,0017 µg/l 2017)				
Hexachlobenzol	ZHK-UQN	-*	-*				
Cypermethrin		keine Sedimentdaten, keine Bewertung					
Nicosulfuron		keine Sedimentdaten, keine Bewertung					
Imidacloprid		keine Sedimentdaten, keine Bewertung					
Silber		keine Sedimentdaten, keine Bewertung					

Grüne Signatur: keine UQN-Überschreitung, keine messbare Erhöhung. Hellgrüne Signatur: UQN im IST-Zustand überschritten (verfügbare Daten 2016-2019), keine messbare Erhöhung. In Klammern: Wert und Jahr der Überschreitung im verwendeten Datensatz. -: alle Werte <BG, BG<ZHK-UQN, keine Bewertung

Die baggergutbürtigen Schwebstoffeinträge und der damit verbundene Eintrag von Schadstoffen führt zu keiner weiteren messbaren Erhöhung der Konzentrationen eines Schadstoffes bei dem bereits eine UQN überschritten wird. Auch eine erstmalige UQN-Überschreitung wird durch die Einträge nicht verursacht.

OWK Westliches Wattenmeer Elbe (DECW_DENI_N4-5900-01)

Im OWK Westliches Wattenmeer Elbe findet keine Baggergutverbringung statt. Nach den Ergebnissen der Bewertung kommt es in diesem OWK maßnahmenbedingt weder zu auf Wasserkörperniveau mess- und beobachtbaren Erhöhungen eines Schadstoffes mit bereits überschrittener UQN noch zu einer erstmaligen UQN Überschreitung.

OWK Hakensand (DECW_DESH_N4-5000-04-02)

Eine Verbringung von Baggergut findet im OWK Hakensand nicht statt. Die anhand der Schwebstoffmodellierung prognostizierten Einträge an verbringungsbürtigen Schwebstoffen und die damit verbundenen Schadstoffeinträge sind nicht in der Lage eine mess- und beobachtbare Konzentrationserhöhung eines Stoffes mit bereits überschrittener UQN oder eine erstmalige Überschreitung eines Stoffes mit bisher eingehaltener UQN zu verursachen.

OWK Dithmarscher Bucht (DECW_DESH_N3-9500-03-02)

Im OWK Dithmarscher Bucht findet keine Baggergutverbringung statt. Die baggergutbürtigen Schwebstoffeinträge und der damit verbundene Eintrag von verbringungsbedingt relevanten Schadstoffen führt zu keiner weiteren messbaren Erhöhung der Konzentrationen eines Schadstoffes mit bereits überschrittener UQN. Auch eine erstmalige UQN-Überschreitung wird durch die Einträge nach den Bewertungsergebnissen nicht verursacht.

OWK Piep Tidebecken (DECW_DESH_N3-9500-03-01)

Es findet keine Verbringung von Baggergut in den OWK Piep Tidebecken statt. Die maßnahmenbedingten Schwebstoffeinträge und damit verbundene Einträge baggergutbürtiger Schadstoffe sind nicht in der Lage die Konzentration an Schadstoffen mit bereits überschrittener UQN mess- und beobachtbar zu erhöhen. Auch eine erstmalige UQN-Überschreitung wird nach den Bewertungsergebnissen nicht verursacht.

OWK Küstenmeer Elbe (Hoheitsgewässer) (DETE_DESH_N0-5000)

Im OWK Küstenmeer Elbe findet im Rahmen der geplanten Maßnahme keine Baggergutverbringung statt. Für diesen OWK ist nur der chemische Zustand bewertungsrelevant. In Tabelle 79 sind die Ergebnisse der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf den WRRL-Wasserkörper Küstenmeer Elbe im Hinblick auf die Wassergüte dargestellt.

Tabelle 79: Ergebnis der Bewertung der Auswirkungen auf die Wassergüte des OWK Küstenmeer Elbe.

OWK		Küstenmeer Elbe	
Parameter	Kriterium	Messstelle westl. Süderpiep	Messstelle Osee_W4
Bromierte Diphenylether (BDE)	ZHK-UQN	-*	-*
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	JD-UQN	keine Daten	
	ZHK-UQN	keine Daten	
Quecksilber	ZHK-UQN		
Benzo(a)pyren	JD-UQN		
	ZHK-UQN		
Benzo(b)fluoranthen	ZHK-UQN		-*
Benzo(ghi)perylen	ZHK-UQN	(0,0014 µg/l 2019)	(0,003 µg/l 2017)
Benzo(k)fluoranthen	ZHK-UQN		-*
Fluoranthen	JD-UQN		
	ZHK-UQN		
Tributylzinnverbindungen	JD-UQN	-*	
	ZHK-UQN	-*	
Hexachlorbenzol	ZHK-UQN	-*	-*

Grüne Signatur: keine UQN-Überschreitung, keine messbare Erhöhung. Hellgrüne Signatur: UQN im IST-Zustand überschritten (verfügbare Daten 2016-2019), keine messbare Erhöhung. In Klammern: Wert und Jahr der Überschreitung. -: alle Werte <BG, BG<ZHK-UQN, keine Bewertung

Die mittels Schwebstoffmodellierung ermittelten verbringungsbürtigen Schwebstoffeinträge und die damit verbundenen Schadstoffeinträge in den OWK Küstenmeer Elbe sind nicht in der Lage an den repräsentativen Messstellen und/oder auf Wasserkörperniveau eine weitere mess- und beobachtbarer Konzentrationserhöhung eines Stoffes mit bereits überschrittener UQN oder eine erstmalige UQN-Überschreitung eines anderen Stoffes auszulösen.

Fazit

Durch die Verbringung von Baggergut kommt es zu einem Eintrag von daran gebundenen Schadstoffen. Nach den Ergebnissen der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wassergüte in den möglicherweise betroffenen WRRL-Wasserkörpern, sind die maßnahmenbedingten Schadstoffeinträge jedoch weder in der Lage eine messbare weitere Konzentrationserhöhung eines Stoffes mit bereits überschrittener Umweltqualitätsnorm zu verursachen noch eine erstmalige UQN Überschreitung auszulösen.

5.6 Bioakkumulation

Das Ausmaß der Anreicherung von Schadstoffen in Biota ist von der Höhe der Schadstoffgehalte in der Umwelt und der jeweiligen Nahrung abhängig. Direkte Transferfunktionen für eine Quantifizierung der zu erwartenden Anreicherung von Schadstoffen in Biota als Auswirkung von Baggergutverbringungen bzw. Erhöhung der Schadstoffe in der Umgebung und Sedimenten existieren nicht (BfG 2021). Für eine Abschätzung der Auswirkung der Baggergutverbringung auf das Bioakkumulationspotential in Biota des Elbästuars sollen daher zum einen die tatsächlich erwartbaren Schadstofferhöhungen in den Sedimenten der BZR, die anhand von OSPAR Bewertungskriterien eingeordnet werden (Kapitel 5.4.2) betrachtet werden und zum anderen sollen die Ergebnisse der langjährigen Monitoringuntersuchungen an der Verbringstelle der HPA vor Helgoland (Tonne E3) herangezogen werden.

Bewertung des Bioakkumulationspotentials durch die Baggergutverbringung zur VS „Hamburger Außenelbe“ anhand von Schadstoffgehalten im Sediment

Basierend auf den Ergebnissen des BAW Modells und den Berechnungen zur Schadstoffanreicherung in Sedimenten werden nur wenige BZR von messbar höheren Schadstoffgehalten betroffen sein (siehe Tabelle 67). Eine verbringungsbedingte, weitere Überschreitung der durch OSPAR festgelegten Kriterien für Sedimente, unterhalb derer eine chronische Schädigung mariner Biota nicht (EAC) oder nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit (ERL) auftreten wird, wird in den meisten BZR, in denen signifikante Erhöhungen der Schadstoffgehalte in den Sedimenten prognostiziert werden, nicht ermittelt (Tabelle 69). Eine erhöhte Gefährdung der dort vorkommenden Fauna durch Bioakkumulation ist daher für die meisten BZR nicht zu erwarten.

Verbringungsbedingte, signifikante Überschreitungen der OSPAR Kriterien werden jedoch für BZR 35 (Grimmershörner Bucht) für ppDDD, TBT und Quecksilber sowie für BZR 54 (Cux „Hafen“) für TBT und Quecksilber prognostiziert. Diese BZR besitzen mit 1,1 km² bzw. 0,5 km² nur sehr kleine Flächen und repräsentieren damit 0,034 % des Untersuchungsraums. Daher werden hier lediglich lokal vorkommende Organismen wie das MZB betroffen sein können. Diese BZR stellen entweder ausschließlich Hafenbecken dar (BZR 54) oder die berücksichtigte Sedimentation findet hauptsächlich in Hafenbecken statt (BZR 35). Diese Sedimentationsbereiche werden regelmäßig unterhalten, so dass die Akkumulierung von baggergutbürtigen Sedimenten und die damit einhergehenden Schadstofferhöhungen vermutlich nur von kurzer Dauer sein wird. Eine nachweisbar erhöhte Bioakkumulation der dort vorkommenden Fauna kann daher nicht ausgeschlossen werden, wird in ihrer Höhe aber vermutlich gering ausfallen und darüber hinaus vermutlich nur temporär auftreten.

Direkt auf der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ (BZR 52) wird es wiederholt zu temporären Schadstoffanreicherungen in den Sedimenten kommen, die dem Baggergut selbst entsprechen (Kapitel 5.4.2). So kann eine temporär erhöhte Bioakkumulation für das MZB nicht ausgeschlossen werden. Aber die Sedimente werden sich nach Aussetzen der Verbringung - wie durch das Modell prognostiziert - weiträumig verteilen und mit dem vorhandenen Sediment vermischen (Kapitel 5.1.3). Des Weiteren besitzt die Verbringstelle nur eine sehr kleine Fläche von 0,2 km².

Bei der Betrachtung der Erhöhung der Schadstoffgehalte in den Sedimenten für eine längerfristige Prognose wird ein Rechenansatz angewendet, der ausschließlich die rezente Sedimentation betrachtet. Hier werden zusätzlich für den BZR 39 (Uferbereich SH_Watten p3) signifikante Schadstofferhöhungen für ppDDD berechnet, die das OSPAR Kriterium für Sedimente (ERL-Kriterium) überschreiten (allerdings ist von einer Überschätzung des Baggerguteintrages auszugehen). Das Gebiet wird nur bei Sturmfluten überflutet. Eine Betroffenheit auf marine Organismen wird daher als gering eingeschätzt.

Für eine weitere Bewertung der Baggergutverbringung auf das Bioakkumulationspotential im Untersuchungsgebiet, soll das seit 2005 engmaschig untersuchte Monitoringgebiet der HPA-Verbringstelle bei Tonne E3 als Vergleichsregion herangezogen werden. Hier zeigt sich, dass eine signifikante, baggergutbedingte Akkumulation von Schadstoffen in Biota (Pfeffermuschel, Wellhornschncke, Kliesche, Scholle) lokal auf den Bereich der Baggergutauflage beschränkt ist und bislang keine längerfristigen Auswirkungen der Baggergutverbringung auf Gebiete außerhalb des Einbringbereichs festgestellt werden konnten. Auch deutet der beobachtete Rückgang der Schadstoffanreicherung in den Organismen in den Verbringpausen an, dass die baggergutbedingte Bioakkumulation wahrscheinlich reversibel ist (BfG 2019b). Im Vergleich zwischen der geplanten Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und der Verbringstelle im Schlickfallgebiet bei Tonne E3 wird deutlich, dass sich die jeweiligen Hintergrundbelastungen in den beiden Gebieten unterscheiden. Im Elbmündungsgebiet ist die Hintergrundbelastung im Mittel doppelt so hoch wie die Hintergrundbelastung im Schlickfallgebiet bei Tonne E3 (Tabelle 80). Eine Bioakkumulation in den verschiedenen Organismusgruppen durch die Einbringung des Baggerguts an der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ wird daher voraussichtlich weniger deutlich und messbar sein. Die Modellierungsergebnisse der BAW prognostizieren, dass die Sedimente im Bereich der Außenelbe verteilt, erodiert und aus dem Untersuchungsgebiet ausgetragen werden, wohingegen die verbrachten Sedimente auf der Verbringstelle „Tonne E3“ zu einem großen Anteil akkumulieren und zu einer Erhöhung der Schadstoffgehalte im Bereich der Baggergutauflage führen.

Tabelle 80: Vergleich der Hintergrundbelastung im Schlickfallgebiet bei Tonne E3 (Daten aus AP für E3 der BfG (2019)), Hintergrundbelastung der Hamburger Außenelbe für betroffene BZR (s. Tabelle 67)

Parameter	Einheit	Hintergrundbelastung E3 2018	Hintergrundbelastung HHAE
Cd <20µm	mg/kg	0,4	0,64
Zn <20µm	mg/kg	177	233
Hg <20µm	mg/kg	0,33	0,49
HCB <63µm	µg/kg	0,51	1,49
ppDDD <63µm	µg/kg	1,07	2,06
ppDDE <63µm	µg/kg	0,47	0,82
TBT <2mm	µg OZK/kg	1,1	3,7

Auch vor diesem Hintergrund sind messtechnisch nachweisbare Erhöhungen der Bioakkumulation im Nahbereich der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und angrenzender Gebiete unwahrscheinlich, aber nicht gänzlich auszuschließen. Eine temporäre Bioakkumulation des lokal vorkommenden MZB sowie ggf. einzelner Fische kann für die BZR 35 und BZR 54 sowie die Verbringstelle nicht ausgeschlossen werden, wird aber auf die lokal gut abgrenzbaren Bereiche beschränkt bleiben.

Bewertung eines erhöhten Bioakkumulationspotentials durch die Baggergutverbringung zur VS „Hamburger Außenelbe“ durch Prüfung von OSPAR- Kriterien (EAC, EcoQO, LMHG), Umweltqualitätsnormen (UQN) nach OGewV (2016) und nationalen und europäischen Lebensmittelricht- und Grenzwerten (EC 1881, RHmV, KmV).

Schadstoffgehalte in Biota aus dem Nordostatlantik werden zum einen durch OSPAR Kriterien mit Environmental Assessment Criteria (EAC) und Lebensmittelhöchstgehalten bewertet (OSPAR 2009). Zum anderen gelten für die Küstengewässer die durch die OGewV (2016) vorgegebenen UQN (Umweltqualitätsnormen) mit Konzentrationen, die in Wasser, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden sollten. Die UQN für Biota gelten meist für Fische und/oder Weichtiere, die EAC werden nach OSPAR (2017) für alle Biota angesetzt. Ecological Quality Objectives (EcoQO, OSPAR 2010) für Schadstoffe, die für Flussseeschwalbe und Austernfischer als ökologisches Qualitätsziel entwickelt wurden, werden ebenfalls geprüft. Über die Richtlinien in Küstengewässern hinaus existieren europäische und nationale Lebensmittelricht- und Grenzwerte, die für eine Bewertung von als Lebensmittel dienenden Organismen Anwendung finden. Die Lebensmittelwerte sind den Richtlinien der Europäischen Kommission (EC 1881, 2006), der Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV, 2008) und der Kontaminanten-Verordnung (KmV, 2010) entnommen. Die hier vorliegende Bewertung nach Lebensmittelrecht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Einordnung der OSPAR Kriterien

Im Untersuchungsraum werden Überschreitungen des EAC-Wertes für PCB 118 im Stint, in der Miesmuschel, der Aalmutter sowie der Silbermöwe festgestellt (Tabelle 81). Für den Stint und die Miesmuschel werden ebenfalls Überschreitungen des PCB Kongeners 101 festgestellt. Vor Cuxhaven werden für den Stint und die Miesmuschel zudem Überschreitungen für PCB 138 ermittelt. Beim Austernfischer und der Flusseeschwalbe werden die EcoQO Kriterien für HCB, ppDDE und die Summe der PCB7 überschritten (Tabelle 81, Abbildung 31). Das EcoQO Kriterium für ppDDD wird im Austernfischer gar nicht und in der Flusseeschwalbe im Mittel ebenfalls nicht überschritten. An der Messstation Neufelder Koog (Abbildung 33) weist jedoch die Spanne der ppDDD-Gehalte darauf hin, dass einzelne Überschreitungen des EcoQO aufgetreten sind.

Die Untersuchungen im Rahmen des Monitorings bei Tonne E3 zeigen, dass die Überschreitungen des OSPAR Kriteriums für PCB 118 dort, unabhängig von der Baggergutverbringungen, in allen Gebieten und allen Organismen (bis auf die Pfeffermuschel), auch in zur Elbmündung weiter entfernt liegenden Gebieten, auftreten (Tabelle 44). Überschritten werden ebenfalls die EAC-Werte für die PCB 138 und 153 in der Wellhornschncke sowie der EAC-Wert für Pyren in der Pfeffermuschel. Auch für diese Stoffe kann kein Zusammenhang mit der Baggergutverbringung hergestellt werden (HPA 2018). Die Einordnung der Bleigehalte in der Pfeffermuschel nach dem OSPAR Kriterium für Lebensmittelhöchstgehalte soll hier aus Gründen der Vollständigkeit erwähnt werden. Die Pfeffermuschel wird als bleiakkumulierender Organismus bewertet und dient nicht als Lebensmittel, die Überschreitung der Bleigehalte ist daher für die Bewertung nicht relevant. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Baggergutverbringung bei Tonne E3 und den Bleigehalten in der Pfeffermuschel wurde außerdem bislang nicht festgestellt (HPA 2015-2018).

Der EAC Wert für TBT von 12 µg/kg TS OZK, der für Muscheln und Austern entwickelt wurde (OSPAR, 2009) wird für das Monitoring der Baggergutverbringung bei Tonne E3 behelfsweise für die Wellhornschncke angewendet, da er in der ebenfalls im Rahmen des E3 Monitorings untersuchten Pfeffermuscheln nicht gemessen werden kann. Eine Überschreitung des Kriteriums wird für den betrachteten Zeitabschnitt 2016-2019 in der Wellhornschncke zu keiner Zeit festgestellt. Das zusätzliche Monitoring des Imposex-Phänomens an der Wellhornschncke, das sich durch die Ausbildung eines Penis in weiblichen Tieren ausprägt, wird seit 2007 im Rahmen des E3 Monitorings durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass einhergehend mit dem Verbot von TBT (Anwendung/Präsenz von TBT in Schiffsanstrichen) in 2003/2008 einen stark rückläufigen Trend von 70-40 % zwischen 2007-2010 bis kontinuierlich unter 10% ab 2016 zu beobachten ist. Ein Zusammenhang zwischen einer Ausbildung des Imposex-Phänomens und der Baggergutverbringung zu Tonne E3 wurde zu keinem Zeitpunkt

festgestellt (BioConsult 2019a). Ein schädlicher Einfluss des TBT durch die prognostizierten messbaren Erhöhungen in den BZR 35 und 54, einhergehend mit den festgestellten OSPAR Kriterium nach OSPAR in Sedimenten, wird daher nicht erwartet.

Eine weitere nachweisbare Überschreitung der OSPAR Kriterien für PCB 118 und weiterer PCB-Kongenere sowie für HCB und ppDDE in Flusseeschwalbe und Austernfischer werden durch die Einbringung von Baggergut ebenfalls nicht erwartet, da eine signifikante Erhöhung des PCB 118 in Sedimenten für keinen der BZR nach Verbringung auf die Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ prognostiziert wurde (Tabelle 69). Eine signifikante Erhöhung von HCB und ppDDE in den Sedimenten wurde ausschließlich für den relativ kleinen BZR 35 festgestellt, wobei die EAC Kriterien nach OSPAR für Sedimente für ppDDE nicht überschritten werden. Eine höhere Bioakkumulation in diesem Gebiet wäre demzufolge lokal auf das Makrozoobenthos beschränkt und daher vermutlich nicht in der Lage, die Gehalte in den Eiern der Flusseeschwalbe und dem Austernfischer, die einen relativ großen Radius zur Nahrungssuche nutzen, großflächig zu erhöhen und zu weiteren Überschreitungen der EcoQO zu führen.

Am Neufelder Koog besteht eine Brutkolonie von Flusseeschwalben, die an den BZR 39 angrenzt (Hennig et al. 2016). Die berechneten signifikanten Erhöhungen von ppDDD in den Sedimenten des BZR 39 (Uferbereich SH_Watten p3) liegen in einer Überschätzung des Sedimenteneintrags begründet und haben mit hoher Wahrscheinlichkeit keinen nachweisbaren Einfluss auf die ppDDD Gehalte in den Eiern der Flusseeschwalbe des Neufelder Koogs. Die dort siedelnden Flusseeschwalben besitzen ihr Hauptjagdgebiet im Prielsystem des Neufelder Watts und ernähren sich hauptsächlich vom Stint (Henning et al. 2016). Für das Prielsystem (BZR: 12_SH Watten nördlich) wurden keine signifikanten Erhöhungen der Schadstoffgehalte prognostiziert, so dass eine erhöhte Bioakkumulation durch die Baggergutverbringung zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ in Stint oder Flusseeschwalbe unwahrscheinlich ist.

Tabelle 81: Überschreitungen der OSPAR Kriterien EAC, LMHG, EcoQO sowie der Biota-UQN anhand der verfügbaren Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet

Organismus	Gebiet	UQN _{Biota}						EAC _(OSPAR)					LMHG _(OSPAR)	EcoQO _(OSPAR)				
		Hg	BDE	Hepta-chlor-epoxid	PFOS	HCB	Benz(a)Pyren	Fluoranthen	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	Pyren	Blei	HCB	DDE	DDD	PCB
Stint*	Brunsbüttel						n.a.	n.a.					n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Stint*	Cuxhaven						n.a.	n.a.					n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Miesmuschel*	Cuxhaven	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.								n.b.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Aalmutter**	Meldorf Bucht		n.b.	n.b.									n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Möwe**	Meldorf Bucht	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.					n.a.	n.a.	(x)	(x)		(x)
Austernfischer#	Trischen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.a.	n.a.				
Flussseeschwalbe#	Trischen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.a.	n.a.				
Pfeffermuschel§	Tonne E3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.								(x)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Wellhornschnecke§	Tonne E3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.									n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Kliesche§	Tonne E3						n.a.	n.a.					n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Scholle§	Tonne E3		n.b.	n.b.	n.b.		n.a.	n.a.					n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Krabbe§	nordfr. Küste	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.b.	n.b.					n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Es werden nur Kriterien gelistet, die eine Überschreitung in einem der bewerteten Organismen aufweisen. N.b.: nicht bestimmt, n.a.: nicht anzuwenden, (x): Kriterium wurde nicht für den genannten Organismus entwickelt und ist daher nur ergänzend zu betrachten. Daten: *FGG Elbe 2018, ** UBA 2021, # Dittmann et al. 2021 und WSV Cuxhaven, § HPA 2016-2019, (x): Kriterium wurde nicht für den genannten Organismus entwickelt und ist daher nur ergänzend zu betrachten, n.b.: nicht bestimmt, n.a.: nicht anzuwenden.

Einordnung der Ergebnisse nach den vorliegenden UQN für Biota

Für Weichtiere gelten seit dem Jahr 2018 die UQN für Benz(a)pyren und Fluoranthene (OgewV 2016). Beide UQN werden im Untersuchungsgebiet in den untersuchten Miesmuscheln eingehalten (Tabelle 81). Die UQN, die für den Fischmuskel gelten, sind Quecksilber sowie die weiteren seit dem Jahr 2018 anzuwendenden UQN für HCB, BDE, Heptachlor mit Heptachloepoxid, PFOS, HCBD, HBCDD, Dicofol, Dioxine (s.Tabelle 39, Tabelle 81). Die UQN für Quecksilber wird in den Fischmuskeln von Stint und Aalmutter überschritten, während die UQN für HCB und PFOS in beiden Arten eingehalten wird. Daten für die Einordnung der Bioakkumulationsdaten nach den neuen UQN HCBD, HBCDD, Dicofol, Dioxine, Heptachlor und Heptachlorepoxid und BDE liegen ausschließlich für den Stint aus Brunsbüttel und Cuxhaven vor. Hier werden die UQN für Heptachlorepoxid (cis-Isomer) und BDE weit überschritten (FGG Elbe 2018). Die UQN für HCBD, HBCDD, Dicofol und Dioxine werden im Stint eingehalten (FGG Elbe 2018).

Die Untersuchungen im Rahmen des Monitorings bei Tonne E3 zeigen, dass Überschreitungen der UQN für Fische ebenfalls für Quecksilber in Scholle und Kliesche sowie für BDE und Heptachlorepoxid (cis-Isomer) in der Kliesche vorliegen (Tabelle 44). Die Überschreitungen werden auch in den von der Baggergutverbringung bei E3 unbeeinflussten Referenzgebieten festgestellt, ein Zusammenhang mit der Baggergutverbringung ist daher

nicht gegeben. Überschreitungen der UQN für Benzo(a)pyren und Fluoranthen liegen in den bei Tonne E3 untersuchten Organismen Pfeffermuschel und Wellhornschncke nicht vor. Die Untersuchungen zur Bioakkumulation bei Tonne E3 zeigen, dass eine baggergutbedingte Überschreitung der UQN bislang nicht stattgefunden hat. Auch Hinweise für eine signifikante weitere Erhöhung bereits überschrittener UQN kann anhand der E3 Monitoring Daten nicht abgeleitet werden. Eine durch die Baggergutverbringung verursachte (weitere) Überschreitung der UQN ist daher auch nicht für den Nahbereich der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und angrenzende BZR zu erwarten. Die Gehalte von Heptachlor und Heptachlorepoxyd im Baggergut liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, so dass auch hiernach keine Anhaltspunkte für eine weitere Erhöhung der bereits überschrittenen UQN in Biota durch die Baggergutverbringung gegeben sind. Für die BDE liegen die Gehalte in den Sedimenten im Hamburger Hafen ebenfalls weitgehend unter der Bestimmungsgrenze. Nur die Kongenere BDE 47 und BDE 99 zeigen messbare Schadstoffgehalte in den Sedimenten an. Die Umrechnung der Belastung mit BDE in den Schwebstoffen aus dem Baggergut auf die Wasserphase und die ZHK-UQN in der Tideelbe (Kapitel 5.5.3) zeigt hingegen an, dass die Gehalte im Baggergut nicht dazu geeignet sind, die BDE-Gehalte in der Wasserphase zu erhöhen, so dass auch eine baggergutbedingte weitere nachweisbare Erhöhung der bereits überschrittenen UQN für BDE in Biota unwahrscheinlich ist.

Die UQN für Quecksilber in Biota ist flächendeckend in der deutschen Nordsee überschritten. Die UQN wurde relativ niedrig angesetzt, da sie nach dem Kriterium des „secondary poisoning“ angepasst wurde. Ein Einfluss der Baggergutverbringung bei Tonne E3 auf die Quecksilbergehalte im in Kliese und Scholle ist, wie oben bereits erwähnt, anhand der Monitoringdaten bei E3 hingegen nicht ersichtlich (HPA 2018). Da für die BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und BZR 54 (Hafen Cux) signifikante Erhöhungen der Quecksilbergehalte in den Sedimenten prognostiziert werden, soll die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Erhöhung der Quecksilberwerte in Fischen näher betrachtet werden. So wird die Langzeitentwicklung der Quecksilbergehalte in den Sedimenten bei Cuxhaven (Daten der FGG Elbe und der BfG) den Gehalten von Quecksilber in Biota gegenübergestellt. Langjährige Datenreihen, die eine Korrelation zwischen Sedimentdaten einerseits und Bioakkumulationsdaten andererseits zulassen, liegen für kein abgrenzbares Gebiet vor. Daher werden die Quecksilbergehalte in den Eiern der Silbermöwe, die aufgrund eines großen Jagdreviers großräumige Belastungen anzeigen, exemplarisch ausgewählt. Die Quecksilbergehalte in den Sedimenten bei Cuxhaven nehmen von 1986 bis ca. 1990 rapide ab. Hier zeigen die Gehalte in den Silbermöweneier einen vergleichbaren Trend. Während die Quecksilbergehalte in den Sedimenten seit 1990 weiterhin kontinuierlich abnehmen, verbleibt die Belastung in den Silbermöweneiern auf einem vergleichbaren Niveau (Abbildung 79). Eine messbare Zunahme der Anreicherung mit Quecksilber in Silbermöweneiern durch die

prognostizierte (geringe) Zunahme der Quecksilbergehalte in den Sedimenten wird anhand der aus der langjährigen Datenreihe abzuleitenden Erkenntnisse als unwahrscheinlich eingestuft. Die UQN für Quecksilber gilt für Anreicherungen in Fischen. Der Nahrungsradius von Fischen ist kleiner als der Nahrungsradius von Silbermöwen. Als mobile Organismen decken sie jedoch ein größeres Nahrungsgebiet ab als lokal vorkommendes Makrozoobenthos. Die prognostizierten (geringen) Erhöhungen von Quecksilber in den Sedimenten der beiden kleinen BZR 35 ($1,1 \text{ km}^2$) und 54 ($0,5 \text{ km}^2$) werden daher mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht dazu führen, dass eine messbare weitere Überschreitung der UQN für Quecksilber in Fischen durch die Baggergutverbringung bei der VS „Hamburger Außenelbe“ eintritt. Die Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wassergüte ergab für Quecksilber in der Wasserphase (Kapitel 5.5.3) ebenfalls, dass in dem OWK Tideelbe, in dem die BZR 35 und 54 liegen, keine messbaren Erhöhungen von Quecksilber berechnet werden konnten.

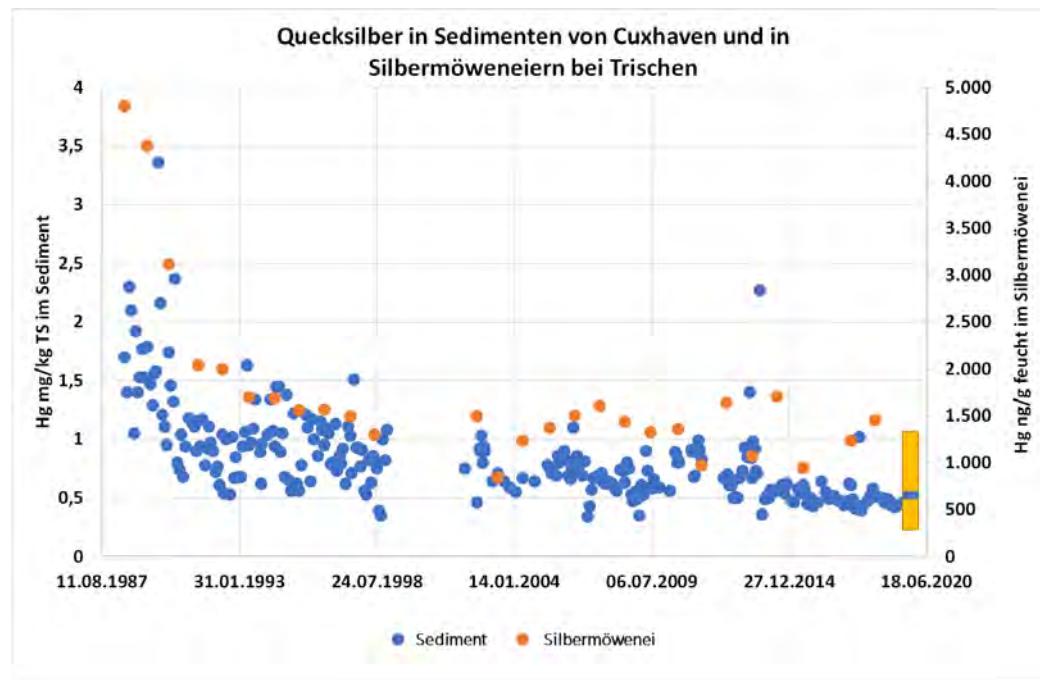


Abbildung 79: Quecksilbergehalt in den Sedimenten vor Cuxhaven (Daten der BfG und der FGG Elbe) und in Silbermöweneiern bei Trischen (UBA) (gelber Balken: Spanne aller für die BZR prognostizierten Quecksilbergehalte, blaue Markierung: Mittelwert der Spanne).

Die nationalen und internationalen Lebensmittelricht- und Grenzwerte der EC 1881 Verordnung, der KmV und der RHmV, für die Ergebnisse aus den Bioakkumulationsdaten der Elbmündung und bei Tonne E3 vorliegen, werden in allen als Lebensmittel dienenden Organismen, eingehalten (Tabelle 82). Eine Überschreitung dieser Werte durch die Baggerguteinbringung bei VS „Hamburger Außenelbe“ ist anhand der Datenlage daher ebenfalls nicht zu erwarten.

Tabelle 82: Angewendete Lebensmittelhöchstgehalte der Verordnungen EC 1881, KmV, RHmV anhand der verfügbaren Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet

	Kriterium	Lebensmittelhöchstgehalte														
		Parameter	Quecksilber	Cadmium	Blei	PCB Summe 6	HCB	a-HCH	b-HCH	g-HCH	DDX	PCB 28_Mu	PCB 52_Mu	PCB 101_Mu	PCB 138_Mu	PCB 153_Mu
	Richtlinie	EC 1881				RHmV				KmV						
Biota	Gebiet															
Wellhorn-schnecke [§]	Tonne E3										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Kliesche [§]	Tonne E3															
Scholle [§]	Tonne E3															
Nordsee-garnelen [§]	Tonne E3										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Aalmutter**	Cuxhaven		n.b.		n.b.						n.b.	n.b.	n.b.			
Miesmuschel*	Cuxhaven	n.b.	n.b.	n.b.							n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Stint*	Cuxhaven										n.b.					
Stint*	Brunsbüttel										n.b.					

Daten: *FGG Elbe 2018, ** UBA 2021, # Dittmann et al. 2021 und WSV Cuxhaven, § HPA 2016-2019, n.b.: nicht bestimmt, n.a.: nicht anzuwenden.

Fazit

Die Einordnung der Bioakkumulationsdaten aus dem Untersuchungsgebiet zeigt, dass der gute chemische Zustand im Untersuchungsgebiet zur Zeit nicht erreicht wird bzw. eine chronische Schädigung der marinen Spezies nicht auszuschließen ist. Anhand der prognostizierten Schadstoffverhöhungen in den Sedimenten des Untersuchungsraums sind jedoch weitere Erhöhungen der bereits überschrittenen UQN und OSPAR Kriterien unwahrscheinlich, aber nicht ausgeschlossen.

Aufgrund fehlender Transferfunktion für eine Quantifizierung von Schadstoffgehalten in Biota durch Erhöhungen von Schadstoffgehalten im Sediment und in der Wasserphase, kann eine erhöhte Bioakkumulation auf der Verbringstelle, im Nahbereich der Verbringstelle und angrenzender BZR nicht eindeutig prognostiziert werden. Die tatsächliche Bioakkumulation von Schadstoffen in Biota ist außerdem abhängig von der Art des Organismus wie auch von dem jeweiligen Alter, Größe, Geschlecht, Lipidgehalt und analysierten Gewebetyp.

Insgesamt gibt es anhand der vorliegenden Daten jedoch keine Hinweise darauf, dass die Baggergutverbringung bei der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ zu einer großräumigen erhöhten Bioakkumulation von Schadstoffen in den Organismen führen wird. Ein temporär und kleinräumig auftretendes erhöhtes Bioakkumulationspotential für das lokal anzutreffende Makrozoobenthos sowie ggf. einzelner Fische für die Verbringstelle selbst sowie für den Sedimentationsbereich in den BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und BZR 54 (Cux_Hafen) kann hingegen nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

5.7 Flora und Fauna

5.7.1 Phytoplankton und Zooplankton

Die relevanten Wirkpfade sind:

- Veränderung der auf den Schwebstoffgehalten basierenden Trübung,
- Freisetzung von Nährstoffen durch die Baggerguteinbringung (Eutrophierung), sauerstoffzehrenden Substanzen und Schadstoffe.

Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse (d.h. Chlorophyll-a Konzentrationen) des **Phytoplanktons** sowie Häufigkeit und Intensität von Phytoplanktonblüten (insbesondere *Phaeocystis*) werden direkt durch den Nährstoffeintrag beeinflusst, der hauptsächlich durch die Flüsse und auch durch die Atmosphäre erfolgt.

Aufgrund des baggergutbedingten Eintrags von Nährstoffen kann das Wachstum des Phytoplanktons gefördert werden und zu Eutrophierung führen. Demgegenüber verhindert eine baggergutbedingte Erhöhung der Trübung auf Grund dadurch verschlechterter Lichtbedingungen das Wachstum des Phytoplanktons. Die in Suspension gebrachten Feinkornfraktionen führen zur Bildung von Trübungsfahnen, welche die Lichtdurchlässigkeit der Wassersäule reduzieren (BfN 2017). Das Phytoplankton hat genug Licht zum Wachstum, solange noch 1% des an der Wasseroberfläche einfallenden Lichtes vorhanden sind. Die Tiefe, in der diese Lichtmenge unterschritten wird, wird als sogenannte Kompensationstiefe bezeichnet. Bei einer Zunahme des Schwebstoffgehaltes verringert sich die Kompensationstiefe und kann eine Lichtlimitierung des Phytoplanktons bewirken. Diese ist beispielsweise für die Messstation „Büsum“ an der schleswig-holsteinischen Wattenmeerküste dokumentiert (Ladwig 2010). Dort überschritt das Lichtangebot in den Jahren von 1994 bis einschließlich 2007 nur an insgesamt 605 Tagen die Sättigungslichtintensität, wobei die Tage ausreichender Lichtversorgung vorwiegend zwischen Anfang Mai und Mitte August lagen. Eine Verschlechterung der Wachstumsbedingungen (Verringerung der Photosyntheseleistung und damit der Primärproduktion) kann sich auf die Nahrungskette auswirken, d.h. die Nahrungsverfügbarkeit für Zooplankton und Makrozoobenthos beeinträchtigen (Tillin & Tyler-Walters 2014 in BfN 2017). Die geplante Verbringstelle sowie die Bereiche, die durch die Baggergutverbringung aufgrund eines erhöhten Schwebstoffgehaltes bzw. erhöhten Trübung (mittlere, vorhabensbedingte erhöhte Trübungswerte von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%) betroffen werden können, liegen im Küstengewässer und/oder im Küstenmeer (BZR 13, 15, 21, 24, 48, 49, 51, 52 und 63) und damit im Geltungsbereich der WRRL sowie MSRL. Die OWK „Piep Tidebecken“ (BZR 20) und „Dithmarscher Bucht“ (BZR 10) sowie des Übergangsgewässers „Tideelbe“ (BZR 04, 06, 08,

35 und 54) werden nicht durch eine erhöhte Trübung betroffen. Des Weiteren findet eine Bewertung des Phytoplanktons im WRRL OWK „Übergangsgewässer Elbe“ keine Anwendung und wird daher an dieser Stelle nicht betrachtet.

Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung

Auf der Verbringstelle (BZR 52), mit einer Größe von etwa 0,2 km² könnte eine Lichtlimitierung auftreten durch maximale Trübungserhöhungen von bis zu ca. 50%. Trübungserhöhungen von 20-30% ergeben sich in den BZR 51 (Nahbereich), 24 (Fahrwasser, grüner TS) und 13 (Scharhörn), für alle anderen oben genannten BZR liegt die berechnete Erhöhung gegenüber dem Hintergrund zwischen 10 und 18% (s. Anhang 6). Jedoch soll die Baggergutverbringung in phytoplanktonarmen Monaten von Anfang November bis Mitte März mit gemittelten Biomassewerten von 2,1-7,0 µg/l Chlorophyll-a (im Vergleich zu Sommermittelwerten von 9,8-24,7 µg/l (s. Kap. 4.10.1 und BfG 2021)) stattfinden, so dass somit nur ein sehr kleiner Anteil des Planktons betroffen wäre. Des Weiteren besteht in dieser Zeit u.a. durch das erhöhte Auftreten von Stürmen und damit verbundener Sedimentremobilisierung eine natürliche Schwebstofferhöhung (Abbildung 26). Vor diesem Hintergrund fällt der Rückgang der euphotischen Tiefe des Phytoplanktons durch eine Baggergut bedingte Erhöhung der Schwebstoffgehalte also gering aus. Außerdem sind die aufgeführten BZR flächenmäßig sehr klein (BZR 13: ca. 3,9 km², BZR 24: ca. 4,6 km², BZR 51: 2,5 km²; s . Anhang 17). Es wird daher nur ein geringer Teil der betreffenden Oberflächenwasserkörper (OWK „Außenelbe-Nord“ ca. 362 km², OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“ ca. 118 km² ,OWK Hakensand ca. 44 km² groß) betroffen.

Eutrophierung

Auch nach einer längeren Nutzung der Verbringstelle werden keine ökologisch relevanten und messtechnisch nachweisbaren Veränderungen der Nährstoffkonzentrationen erwartet (s. Kapitel 5.5.2). Für die an Phytoplankton armen Monate des geplanten Verbringzeitraum des Baggerguts sind daher keine eutrophierenden Effekte bzw. Zunahme der Phytoplanktonbiomasse und somit Verschlechterung zu erwarten, weil in diesen Monaten die geringe Wassertemperatur und die geringe Lichtverfügbarkeit natürliche limitierende Faktoren für das Algenwachstum sind. Zusätzliche Nährstoffe können dann vom Phytoplankton nicht ausgenutzt werden, da zu diesem Zeitpunkt keine Nährstofflimitierung der Algen vorliegt und eine geringe Erhöhung der Nährstoffgehalte durch den Eintrag von Baggergut so nicht wirksam wird. Darüber hinaus wird Frühjahrsentwicklung durch Diatomeen dominiert, deren Wachstum durch Temperatur bzw. Silikat und auch Licht limitiert wird (Käse et al. 2020). Erst im Anschluss kommen weitere Algen auf, u.a. die Schaumalge *Phaeocystis* sp. (Hanslik et al. 2014). Auch über diesen Zeitraum hinaus sind keine Effekte über diesen Wirkpfad zu erwarten,

da das Phytoplanktonwachstum durch das dann aufkommende Zooplankton (Käse et al. 2020) kontrolliert wird.

Freisetzung von sauerstoffzehrenden Substanzen und Schadstoffen

Durch die Verbringung von Baggergut kommt es zu einem Eintrag von daran gebundenen Schadstoffen. Aber nach den Ergebnissen der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wassergüte in den möglicherweise betroffenen WRRL-Wasserkörpern, kommt es maßnahmenbedingt weder zu einer weiteren Überschreitung bereits überschrittener Umweltqualitätsnormen noch zu einer erstmaligen UQN Überschreitung (vgl. Kapitel 5.5.3). Ein Risiko einer Beeinträchtigung des Planktons durch die Freisetzung baggergutbürtiger Schadstoffe in die Wasserphase besteht daher nicht. Eine messbare Sauerstoffzehrung durch eine Erhöhung von zehrungsfähigen organischen Verbindungen in den Schwebstoffen wird ebenfalls als nicht wahrscheinlich angesehen.

Das **Zooplankton**, das eine wichtige Rolle im Nahrungsnetz spielt, kann im Verbringungsbereich (BZR 52), und in den BZR 51 (Nahbereich), 24 (Fahrwasser, grüner TS) und 13 (Scharhörn) durch den Eintrag von Schwebstoffpartikeln in die Wassersäule geschädigt werden, indem Filtrierer eine mechanische Schädigung ihrer Filtrationsorgane erfahren (maximale Trübungserhöhungen von 20 bis zu ca. 50%, s.o.). Zudem können die mit dem Baggergut eingebrachten Partikel eine Beeinträchtigung bei der Nahrungsaufnahme bewirken, da das geeignete Futter (meist Phytoplankton) unter höheren Sortieraufwand aufgenommen werden muss. Aber da die Verbringung von Baggergut nur in der Zeit von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird und sich so höchstens geringfügig auf die Nahrung „Phytoplankton“ sowie Nahrungsaufnahme des Zooplanktons selbst in einem flächenmäßig kleinen Gebiet (s.o.) auswirkt, werden auch die Auswirkungen auf das Zooplankton als gering eingeschätzt.

Fazit

Da die Verbringung von Baggergut außerhalb der Vegetationsphase in den 4 ½ Monaten von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird, wird insgesamt nur von geringfügigen Auswirkungen auf das Plankton ausgegangen, die keine Verschlechterung des aktuellen Zustands bewirken.

5.7.2 Makrophyten

Für die Bewertung der Auswirkungen auf Seegras und weitere Makrophyten sowie Makroalgen werden aufgrund der oben genannten Kriterien bezüglich Sedimentbedeckung und Trübung

sowie Vorkommen die BZR 01 (Wattenmeer Weser), 02 (Duhner Watt), 25 (Hamburgisches Wattenmeer) und 63 (Neuwerk) betrachtet. Für die Makrophyten der Vorländer sind die BZR 01 (Wattenmeer_Weser), 02 (Duhner Watt), 08 (Tideelbe_vor_Brunsbüttel) und 35 (Grimmershörner Bucht) relevant, wobei die beiden letzteren mit ihren weitaus höheren berechneten Sedimentationsraten in den Hafenanlagen – die wegen der regelmäßigen Unterhaltung nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmen – Sonderfälle sind (s. Kapitel 5.2) und daher wie die anderen BZR ausgeschlossen werden, da keine Auswirkungen erwartet werden. Beeinträchtigungen für die Makroalgen und Makrophyten, insbesondere die Seegräser durch die geplante Baggergutverbringung können über folgende Wirkpfade erfolgen:

- Sich verändernde Schwebstoffgehalte und damit verbundene Trübungsverhältnisse bei der Einbringung von Baggergut können über eine resultierende Lichtlimitierung zu geringeren Photosyntheseraten und somit zu einer verminderten Biomasseproduktion der Pflanzen führen.
- Eine mögliche vorübergehende oder dauerhafte Überlagerung des Meeresbodens oder der Pflanzen selbst mit Sediment kann eine Veränderung des Habitats sowie eine Schädigung und Reproduktionsminderung der Pflanzen bedeuten.
- Erhöhte Nährstoffstoffeinträge können zu einem stärkeren Algenwachstum und einem (damit verbundenen) räumlichen Rückgang und zur Ausdünnung von Seegrasvorkommen führen.

Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung

Für die Bewertung der Auswirkungen einer erhöhten Trübung auf Makrophyten, insbesondere Seegras, und Makroalgen sind potenziell die BZR 01 (Wattenmeer Weser), 02 (Duhner Watt), 25 (Hamburgisches Wattenmeer) und 63 (Neuwerk) aufgrund ihres Vorkommens relevant. Von diesen BZR ist lediglich der BZR 63 von einer errechneten Trübungserhöhung von ca. 13% im Verbringzeitraum von Anfang November – Mitte März betroffen. Im Neuwerker Watt bzw. im OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (BZR 25 und 63) konnten 2019 allerdings lediglich einige Einzelvorkommen von *Z. marina* und *Z. noltii* festgestellt werden (Umland 2020). Daher ist bei diesem Vorkommen nicht von einem Biotoptyp „Seegraswiesen“ im Sinne von Küfog et al. (2014) oder von Drachenfels (2020) auszugehen. Der Zustand wurde gemäß WRRL als „schlecht“ eingestuft. Die Seegrasvorkommen in den anderen BZR werden weder durch erhöhte Schwebstoffgehalte oder Sedimentationsraten beeinflusst. Des Weiteren befinden sich die Hauptvorkommen von Seegras im nördlichen, nicht durch die Verbringung betroffenen Teil des schleswig-holsteinischen Nationalparks.

Da die Verbringung von Baggergut jedoch außerhalb der Vegetationsphase in den 4 ½ Monaten von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird, können die Auswirkungen über

den Wirkpfad „erhöhte Trübung“ auf Seegräser und andere Makrophyten ausgeschlossen werden.

Überdeckung durch Sedimentation

Eine Beeinträchtigung der Seegräser und weiteren Makrophyten sowie Makroalgen der oben genannten BZR über die Verdriftung des Sediments, d.h. Sedimentbedeckung wird nur geringfügig sein. Denn es ergibt sich in den oben genannten BZR im Verbringzeitraum zum einen rechnerisch nur eine mittlere verbringungsbedingte Sedimentauflage von weniger als maximal 1 cm, der zum anderen in die Zeit der höchsten natürlichen Sedimentdynamik und Winterstürme fällt und somit schwerlich abgrenzbar ist von natürlichen Prozessen. Denn das umgelagerte Sediment unterliegt denselben Transportbedingungen wie die vorhandenen Sedimente, und sammelt sich daher in Bereichen in denen auch Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt. Eine Verschlickung zusätzlicher Flächen wird nicht erwartet, da sich die für die Sedimentation maßgeblichen hydrologischen Parameter (insb. Strömungsgeschwindigkeiten und Seegang) vorhabensbedingt nicht verändern.

Da die berechneten Sedimentauflagen der BZR 01, 02 und 63, in dem Vorländer mit u.a. dem LRT 1330 (Atlantische Salzwiesen (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) potenziell vorkommen, ebenfalls unter 1 cm/Jahr (entspricht jährlichen Maximaleintrag von 10 kg/m², 95. Perzentil) liegen und sich mit dem Hintergrundsediment vermischen werden (BAW 2021), wird nicht von einer Betroffenheit von Salzwiesen durch eine Überdeckung außerhalb der natürlichen Variation ausgegangen. Des Weiteren sind die Pflanzen, die größtenteils oberhalb MThw wachsen und im Winterhalbjahr im Tidezyklus schon im IST-Zustand – periodisch – überflutet und mit Sediment überdeckt werden, an diese Bedingungen angepasst.

Im Zeitraum von Mitte März bis Anfang November (d.h. in der Vegetationsphase von Mitte April bis Oktober) gibt es keinen Eintrag von Baggergut.

Die BZR 08 (Tideelbe vor Brunsbüttel) und 35 (Grimmershörner Bucht) werden nicht weiter betrachtet, da die z.T. weitaus höheren Sedimentationsraten Sonderfälle sind, da diese BZR jeweils einen Teil der Hafenanlagen von Cuxhaven und Brunsbüttel beinhalten. Deren Hafenbecken und Zufahrten sind Sedimentationsschwerpunkte und weisen im Modell einen entsprechend hohen Sedimenteneintrag auf. Dort stattfindende Unterhaltungsarbeiten sind im Modell jedoch nicht berücksichtigt. In den anderen Teilbereichen dieser BZR ist die Sedimentation wesentlich geringer. Daher wird vorsorglich höchstens mit einer kleinräumigen und geringfügigen Beeinträchtigung gerechnet.

Eutrophierung

Eine winterliche Verbringung wird nicht zu einer Zunahme der Phytoplanktonbiomasse führen, da dann keine Nährstofflimitierung der Algen vorliegt und eine geringe Erhöhung der

Nährstoffgehalte durch den Eintrag von Baggergut so nicht wirksam wird. Zudem bewirkt die sehr geringe Erhöhung der Trübung eine weitere Lichtlimitierung des Phytoplanktons und damit ein geringes Algenwachstum. Auswirkungen auf das Seegras und weiterer Makrophyten über den Wirkpfad „Eutrophierung“, welche zu einer Zunahme der um Licht konkurrierenden Algenbiomasse führt, sind somit ebenfalls nicht zu erwarten.

Fazit

Da die Verbringung von Baggergut außerhalb der Vegetationsphase in den 4 ½ Monaten von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird, können mehr als geringfügige und kleinräumige Auswirkungen auf Makroalgen, Seegräser und weitere Makrophyten mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden.

5.7.3 Makrozoobenthos

Artenverteilung und Besiedlungsdichte des Makrozoobenthos unterliegen im Wattenmeer und Elbe-Ästuar grundsätzlich einer hohen Dynamik von wechselnden Wasserständen und Strömungsverhältnissen und damit verbundenen Erosions- und Sedimentationsprozessen, Schwankungen von Salzgehalt, Temperatur, Lichtintensität, Schwebstoff- und Sauerstoffgehalt. Relevante Wirkpfade für eine mögliche Beeinträchtigung des Makrozoobenthos durch die Baggergutverbringung sind:

- Überdeckung durch Sedimentation,
- Störung der Nahrungsaufnahme von filtrierenden Makrozoobenthosarten durch erhöhte Schwebstoffgehalte,
- Freisetzung von Schadstoffen und sauerstoffzehrenden Substanzen (Entstehung von Sauerstoffdefiziten) und Bioakkumulation.

Die geplante Verbringstelle (BZR 52) sowie die Bereiche, die durch die Baggergutverbringung aufgrund einer erhöhten Sedimentation von mehr als 10 kg/m² was rechnerisch ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil) und/oder eines erhöhten Schwebstoffgehaltes bzw. erhöhten Trübung (mittlere, vorhabensbedingte erhöhte Trübungswerte von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%) betroffen werden können (BZR 04, 06, 08, 13, 15, 21, 24, 35, 48, 49, 51, 54 und 63, s. Tabelle 61), liegen in Wasserkörpern des Übergangsgewässers „Elbe“, des Küstengewässers und/oder des Küstenmeers und damit im Geltungsbereich der WRRL sowie MSRL. Die BZR 04 (Uferbereich Cuxhaven), 06 (Uferbereich Tideelbe Ni p1), 08 (Tideelbe vor Brunsb.), 35 (Grimmershörner Bucht) und BZR 54 (Cux_Hafen) werden jedoch wie eher beschrieben, nicht weiter betrachtet, da die z.T. weitaus höheren Sedimentationsraten Sonderfälle sind, da diese BZR jeweils einen Teil der

Hafenanlagen von Cuxhaven, Brunsbüttel und Bützfleth/Stade beinhalten. Deren Hafenbecken und Zufahrten sind Sedimentationsschwerpunkte und weisen im Modell einen entsprechend hohen Sedimenteintrag auf. Dort stattfindende Unterhaltungsarbeiten sind im Modell jedoch nicht berücksichtigt. Darüber hinaus ist dort nicht mit einem Vorhandensein von störungsempfindlichen Arten zu rechnen, da die Hafenbecken durchgängig im Jahr durch Wasserinjektion unterhalten werden (mündl. Mitteilung WSA). In den anderen Teilbereichen dieser BZR ist die Sedimentation wesentlich geringer (Abbildung 77).

Für eine Bewertung der Auswirkungen gemäß des in Kap. 5.2.1 beschriebenen Bewertungsansatzes werden für das Makrozoobenthos die BZR 01, 02, 13, 15, 21, 24, 25, 32, 48, 49, 51, 52 und 63 herangezogen.

Überdeckung durch Sedimentation

Negative Auswirkungen durch Überdeckung mit Sediment sind insbesondere bei sessilen, wenig mobilen und endobenthischen Arten zu erwarten, direkt durch Überdeckung und dadurch verursachtes Absterben. Des Weiteren kann es indirekt über die Beeinflussung der Habitateignung zu einer Veränderung der substratgebundenen Artenzusammensetzung kommen. Die Empfindlichkeit gegenüber einer Überdeckung ist artspezifisch und abhängig von der Korngröße des Sediments. Die Empfindlichkeit gegen Überdeckung ist art- und altersspezifisch, aber auch von der Überdeckungshöhe und dem Sedimenttypus des nativen und des aufgebrachten Sediments abhängig (Abbildung 80). Je mobiler eine Art ist, desto größer ist deren Chance, sich freizugraben bzw. einer Überdeckung durch Flucht/Ausweichen zu entgehen. Die tolerierbare Überdeckungshöhe kann je nach Art von wenigen Millimetern bis mehrere Zentimeter zusätzliche Sedimentauflagerung betragen (Bijkerk 1988 in Essink 1999). Große, wühlende Gruppen wie die Nereidae (*Neanthes succinea*, *Hediste diversicolor*) können selbst bis 90 cm hohe Aufschüttung von sandigen Sedimenten durchdringen (Essink 1996). Die Polychaeten *Arenicola marina* und *Heteromastus filiformis* können sich laut Essink (1999) durch Sedimentdicken von 30 bzw. 4 cm/Jahr durcharbeiten. Der Autor gibt an, dass Nematoden, die im Ästuarbereich vorkommen, eine Überdeckung von 10 cm überleben, vorausgesetzt das Sediment ähnelt der natürlichen Zusammensetzung, während sessile benthische Organismen (z. B. Muscheln) nur mit einer Sedimentüberlagerung von 1-2 cm (bei einem Vorgang) zureckkommen. Dabei gibt es einen Unterschied zwischen Molluskenarten: *Mya arenaria* ist empfindlicher als *Cerastoderma edule*.

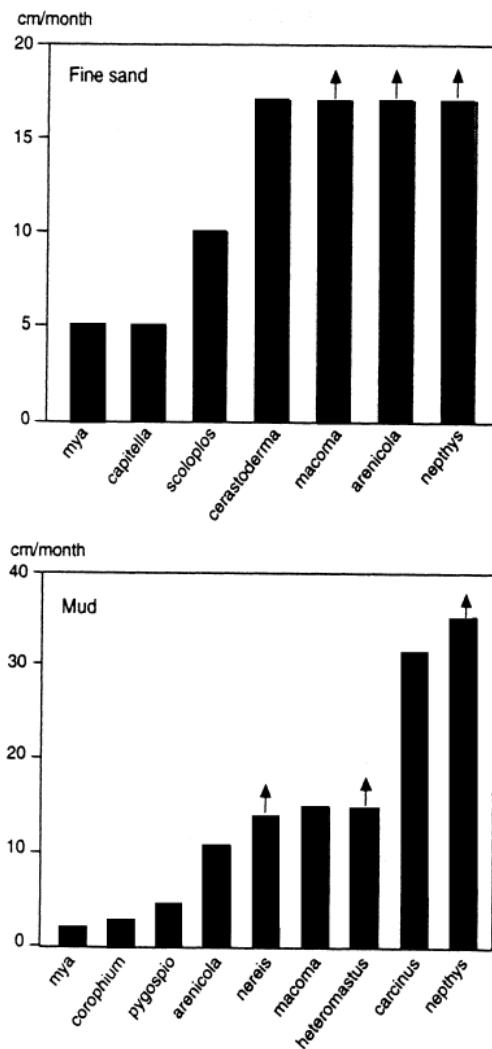


Abbildung 80:Tolerable anhaltende Überdeckungsdicke (cm/Monat) von Feinsand und Schlick für Makrozoobenthosarten (nach Bijkerk et al. 1988, zitiert in Essink 1999)

Verbringstelle und Nahbereich

Die betroffenen BZR erhalten im Laufe der geplanten Verbringungen unterschiedliche dicke Auflagen durch sedimentierendes Baggergut. Der BZR 52, in dem insbesondere das sessile Makrozoobenthos durch eine wesentlich erhöhte, maximale Überdeckung in der Größenordnung von 6 m (im 95. Perzentil) Baggergut betroffen werden kann, ist die 0,2 km² große geplante Verbringstelle. Aber dabei handelt es sich um eine „worst case“ Betrachtung unter Annahme des zu Modellierungsbeginn vollständig auf der Verbringstelle vorhandenen Jahresbudgets des Baggergutes, während in der Realität die Ablagerungsmengen bei der über einen größeren Zeitraum geplanten Verbringung wesentlich kleiner sind.

In dem Nahbereich (BZR 51) kann von einer berechneten maximalen Sedimentation in der Größenordnung von lokal ca. 4 cm (im 95. Perzentil) zu Beginn des Verbringungszeitraums ausgegangen werden („worst case“ Betrachtung, s. o.) und in den BZR 24 bzw. 49 im mm

Bereich (95. Perzentil). Da das umgelagerte Sediment mit einem mittleren Feinkornanteil aus 66-76%

- a) bei dem Einbringvorgang „sortiert“ wird (d.h. sandiges Material sinkt im Vergleich zu feinkörnigem schneller zu Boden, da es aus größeren Partikeln besteht, die eine höhere Dichte aufweisen und damit schwerer ist, während feineres Material länger in Schwebefluss bleibt) und
- b) denselben Transportbedingungen unterliegt wie die vorhandenen Sedimente und beide sich im Lauf der Zeit vermischen, wird sich Sediment aus der Verbringung in Bereichen sammeln, in denen auch Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt.

Eine Verschlickung wird daher nicht erwartet, und der an diesen Orten dominierende Sedimenttyp, der über 60% aus Mittelsanden besteht, wird sich aufgrund des Verbringvorgangs nicht verändern. Grundsätzlich steht dieser Bereich den bodenlebenden Arten auch weiterhin als Lebensraum zur Verfügung, da die Fauna im Gegensatz zu der Einbringung von festen Strukturen wie z.B. der Installation von Offshore-Windrädern in der verbringungsfreien Zeit von Mitte März bis Anfang November Gelegenheit zur Regeneration bzw. Wiederbesiedlung hat. Nach Störungen, wie sie auch eine Unterbringung von Baggergut darstellt, sind artabhängige Regenerationszeiten von Zönosen zwischen wenigen Wochen und mehreren Jahren dokumentiert (Newell et al. 1998). Die derzeit vorliegenden langjährigen Datenreihen der Untersuchungen zu Auswirkungen der Baggergutverbringung zur Verbringstelle bei Tonne E3 auf das Makrozoobenthos (BioConsult 2019b) zeigen, dass die Baggergutverbringungen zu Veränderungen in der Benthosgemeinschaft (geringere Artenzahl, geringere Besiedlungsdichte, veränderte Dominanzstruktur), jedoch „*nicht zu einer faunistischen Verödung im unmittelbaren Verbringungsbereich K geführt haben*“ (BioConsult 2019b, S. 61).

Die geplante Verbringstelle und deren Nahbereich zeichneten sich laut BioConsult (2021) bereits aktuell mit einer relativ geringen Artenvielfalt aus, denn der vergleichsweise geringe Salzgehalt in der Elbmündung sowie die hohen Strömungsgeschwindigkeiten und die damit verbundene natürliche Sedimentumlagerung erlauben nur wenigen Meerestieren eine dauerhafte Ansiedlung. Die Benthosfauna besteht hauptsächlich aus Oligochaeten, Crustaceen-, Bivalvia- und Polychaetenarten. Zu den fünf dominanten Arten der Infauna im Teilgebiet „Verbringstelle“ gehörten der Amphipode *Bathyporeia elegans*, die Polychaeten *Nephtys cirrosa*, *Ophelia borealis* und *Scoloplos armiger* sowie die Schwebegarnele *Gastrosaccus spinifer* (BioConsult 2021). Laut BfN (2017) sind kleine, mobile Infaunaarten (*Spiophanes bombyx*, *Bathyporeia*-Arten, *Spio filicornis*, *Scoloplos armiger*) an mobile, instabile Sedimente adaptiert und kurzlebig, mit einem hohen Wiederbesiedlungspotential nach Störungen (< 1 Jahr). *Spiophanes bombyx*, *Scoloplos armiger* und *Spio* spp. sind zudem

in der Lage bei Sedimentüberdeckung mit einer Aufwärtswanderung zu reagieren. Oligochaeten sind allgemein als tolerant gegenüber anthropogenen Einflüssen wie verbringungsbedingte Überdeckung, erhöhte Nährstoffgehalte des Baggerguts, erhöhter Trübung in der Wassersäule oder geringem Sauerstoffgehalt in der Wassersäule bekannt. Im Verbringgebiet (BZR 52) bzw. dem Nahbereich (BZR 24, sowie teils 49 und 51) wurden durch BioConsult (2021) auch Arten der Roten Liste (Rachor et al. 2013) nachgewiesen: auf der geplanten Verbringstelle die Hydrozoe *Sertularia cupressina* sowie die Muschel *Donax vittatus* und zusätzlich im Nahbereich noch die Muschel *Spisula solidula* (alle Kategorie G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes). In einem ca. 5 km westlich der Verbringstelle gelegenen Bereich „R-Gebiet“ mit feineren Sedimenten (BZR 24) wurden der Vielborster *Sigalion mathildae* (Kategorie 3 =gefährdet), sowie *Leuckartiara octona* und *Scruparia chelata* (Kategorie R=extrem selten, geografische Restriktion) detektiert. Insgesamt waren die mittleren Abundanzen von Rote-Liste-Arten im Verbringgebiet und Nahbereich sehr gering mit weniger als 1 Ind./m².

Abgesehen von der ca. 0,2 km² großen, am Rande der Fahrinne gelegenen Verbringstelle ist die berechnete Sedimentation in den anderen westlich und östlich davon gelegenen BZR 51 (Nahbereich) und in den BZR 24 bzw. 49 sehr gering (s.o.) und schwer von den natürlich stattfindenden Prozessen abgrenzbar (s. auch Abbildung 19). Es ist also lokal auf der ohnehin durch tolerante und an die dynamischen Verhältnisse angepasste Arten besiedelten Verbringstelle dauerhaft mit einer Verarmung der Benthosgemeinschaft, d.h. niedrigerer Artenzahl, Abundanz und Artenvielfalt bis zu einem vollständigen Bestandsverlust einiger Arten und der dort in kleinen Abundanzen vorkommenden Rote Liste-Arten zu rechnen. Dieser findet jedoch im ökologisch weniger sensitiven Winterhalbjahr statt; im Sommerhalbjahr kann eine Regeneration und Wiederbesiedlung durch aktive Immigration vagiler Arten oder über passiven Transport von Organismen (pelagischen Larven) durch Strömung stattfinden.

Neuwerker und Scharhörner Watt

Die herangezogene Datenlage zum Makrozoobenthos, u.a. die nur qualitative Erfassung des Miesmuschelvorkommen im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ wird als ausreichend angesehen, da die errechnete Sedimentation von 1 cm /Jahr (95. Perzentil) in den BZR 01 (Wattenmeer Weser), 02 (Duhner Watt) sowie BZR 25 (Hamburgisches Wattenmeer_SO) und BZR 27 (Hamburgisches Wattenmeer_NW) nicht überschritten wird (s. Anhang 6). Dennoch werden diese BZR vorsorglich in die Betrachtung einbezogen, da ein Vorkommen von *Mytilus edulis* und anderen Mollusken dokumentiert wurde (Umland 2020, Marine.Daten.Infrastruktur.Niedersachsen (<http://www.mdi.niedersachsen.de/>, s. Kap. 4.10.3). U.a. können bei der Überdeckung Riffstrukturen verloren gehen, was nicht nur Siedlungssubstrat für Arten wie *Mytilus edulis* betrifft, sondern die vor allem im LRT „Riffe“

vorkommenden filtrierenden (*Mytilus edulis*, Balaniden) und im LRT „Sandbänke“ suspensionsfressenden Vertreter (*Spisula solidia*, *Spisula elliptica*) des Makrozoobenthos, die empfindlich auf Trübungsfahnen reagieren (Tillin & Tyler-Walters 2014, zitiert in BfN 2017). Da es sich bei den dokumentierten Muschelvorkommen (Umland 2020) jedoch nur um eine kleine, relativ gering mit lebenden Miesmuscheln besiedelte Fläche handelt (s. auch Kapitel 4.10.3), wird nicht von einem Vorhandensein des LRT 1170 „Riffe“ ausgegangen, da nach von Drachenfels (2020) der Deckungsgrad der Muschelansammlungen >5 % des Meeresbodens betragen sollte.

Die in Abbildung 48 gezeigten Miesmuschelvorkommen in der Nähe des Altoxstedter Tiefs befinden sich in dem BZR 01 (Wattenmeer Weser), in dem die verbringungsbedingte Zunahme der Sedimentablagerung wie bereits oben angegeben im rechnerisch nicht nachweisbaren Bereich lag (s. Anhang 6) und somit die Muscheln nicht beeinträchtigen wird.

Die dokumentierten Miesmuschelvorkommen in BZR 02 und BZR 25 stimmen meistens nicht mit den dargestellten „Sedimentations-Hotspots“ überein. Auf der Wattwasserscheide zwischen Neuwerk und Festland scheinen sich allerdings Miesmuschelvorkommen und Sedimentansammlungen zu überschneiden. Aber auch dort ist die vorhabensbedingte Sedimentation gering (BZR 02 und 25: maximal im mm Bereich, 95. Perzentil) und auf den Zeitraum von Anfang November bis Mitte März beschränkt. In der Untersuchung von Umland (2020) wurden keine Rote Liste Arten nachgewiesen, bei den gefundenen Arten handelte es sich um ungefährdete, häufig vorkommende Arten wie *Arenicola marina*, *Heteromastus filiformis*, *Cerastoderma edule*, *Pygospio elegans*, *Hediste diversicolor*, *Hydrobia ulvae* und *Macoma balthica* (s. Tabelle 47). Für einige dieser Organismen sind tolerable anhaltende Überdeckungsdicken im Zentimeterbereich pro Monat durch Sediment publiziert (Abbildung 80).

Übergangsgewässer Elbe

Wie bereits ausgeführt, entspricht die im Modell errechnete Sedimentation nicht der in Wirklichkeit zu erwartender Entwicklung in den BZR 04, 06, 08, 35 und 54. Außerdem ist wegen der vorhandenen Vorbelastung durch die andauernde, regelmäßige Unterhaltung in den Häfen mit einer artenarmen und kürzeren Lebensspanne umfassenden Makrozoobenthosgemeinschaft mit einem hohen Regenerationspotential zu rechnen (BfG 2019). Daher wird insgesamt höchstens von einer geringen Betroffenheit des dort vorkommenden Makrozoobenthos durch die geplante Aktivität ausgegangen.

Im Bereich von Elbe-km 713- 723 konnte BioConsult (2015) keine Rote Liste-Arten mit einem höheren Gefährdungsgrad (Kategorie 1 – 3) nachweisen.

Bei den durch BioConsult (2015) untersuchten Miesmuschelvorkommen im Uferbereich stromauf von Cuxhaven bei km 718-723 (Lage in BZR 04 und 32) handelt es sich um

sublitorale Vorkommen, die im Flusslauf des Brackwasser- Ästuars auftreten und daher nicht unter die bei von Drachenfels (2020) genannte Definition fallen.

Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung

Vor allem die Unterbringung feinkörniger Sedimente kann zu einer kurzfristigen Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen bzw. Trübungsverhältnisse auf der Verbringstelle, aber auch in weiter entfernten Gebieten führen. Die Ausbreitung und Intensität von Trübungsfahten hängt unter anderem von der Menge des umgelagerten Materials, der Korngröße des suspendierten Sediments und der vorherrschenden Strömung ab (s. auch Kap. 5.1.4). Grundsätzlich zeigt sich beim Schwebstoff folgendes Verteilungsmuster: Material aus der Verbringstelle verteilt sich insbesondere entlang der tiefen Rinne der Elbe und in den daran angrenzenden Sublitoral-, Watt- und Uferbereichen. Im Mittelwert treten Erhöhungen über 10 g/m³ (entspricht 10 mg/l) nur an der Verbringstelle und im umgebenden Sublitoral auf, vorhabensbedingte Erhöhungen zeigen sich nur in einigen BZR (Tabelle 61).

Zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos kann es vor allem bei Muscheln als filtrierende Organismen kommen. Das Filtrieren dient zum einen der Nahrungsaufnahme, zum anderen der Respiration der Muscheln. Wenn der Filterapparat nicht mehr an die Änderungen des Schwebstoffregimes angepasst werden kann, kommt es zu einer geringeren und ineffizienten Ausnutzung des Nahrungsangebotes und damit zu einer geringeren Kondition oder Vitalität der Muscheln. Bei einem Schwebstoffgehalt von über 80 mg/l kann das Wachstum der Miesmuscheln beeinträchtigt werden, bei Konzentrationen von 150 mg/l wird die Nahrungsaufnahme eingeschränkt. Erst ab Konzentrationen über 250 mg/l stellen 3 cm große Muscheln ihre Filtration ein, während dies bei 7 cm großen Muscheln erst bei 350 mg/l der Fall war (Collison & Rees 1978 in BfG 2021). Kurze Perioden erhöhter Trübung von wenigen Stunden bis zu einem Tag ebenso wie Trockenfallen im Litoralbereich kann die Muschelart überstehen, indem sie die Filtration und damit die Nahrungsaufnahme und Atmung einstellt. Das kurzzeitige Auftreten erhöhter Schwebstoffkonzentrationen scheint für adulte Muscheln nicht schädlich zu sein, Larven und Eier hingegen können empfindlicher reagieren (BSH 2021).

Miesmuscheln wurden an der geplanten Verbringstelle (BZR 52) und im Nahbereich (BZR 24, sowie teils 49 und 51), wo es bei dem Verbringvorgang zu einer prozentualen Zunahme der Schwebstoffe von 48% (Verbringstelle) bzw. 24-28% (Nahbereich) kommen kann, nicht nachgewiesen (BioConsult 2021).

Vereinzelt waren Miesmuscheln hingegen im Neuwerker bzw. Duhner Watt (BZR 25 und 02) mit einer mittleren Hintergrundtrübung von 26 mg/l bzw. 49,2 mg/l und einer berechnete Zunahme 7,8% bzw. 8,7% sowie in der Außenelbe stromauf von Cuxhaven (BZR 04 und 32) anzutreffen. Der mittlere Schwebstoffgehalt beträgt in den Wattgebieten sowie den

Flussmündungsgebieten im Mittel 50 mg/l, aber es können auch Extremwerte von > 150 mg/l vorkommen (BSH 2021, und Abbildung 25). Durch das BAW Modell wurden für die BZR 04 und 32 Hintergrundtrübungswerte von im Mittel ca. 133 bzw. 252 mg/l berechnet, so dass es durch die geplante Verbringung lediglich zu einer berechneten Zunahme von 5,6% in BZR 04 und 1,6 % in BZR 32 kommen würde. Da ein Miesmuschelvorkommen in der Elbmündung mit der dort vorherrschenden relativ hoher natürlicher Trübung (s. Abbildung 25 und Abbildung 26) schon vor einigen Jahren dokumentiert worden ist (BioConsult 2015), ist davon auszugehen, dass sie sich den dynamischen Umgebungsbedingungen angepasst haben. Auch stellt laut Essink (1999) eine 10-20% Erhöhung des Schwebstoffgehalte in Ästuaren kein Problem für das Wachstum von Miesmuscheln dar.

Angesichts der vorherrschenden Schwebstoffgehalten und der geringfügigen verbringungsbedingten Erhöhung (s.o.) wird davon ausgegangen, dass eine Erhöhung der Trübung von 5-8 % während der Verbringzeit von Anfang November bis Mitte März, d.h. außerhalb der Reproduktionszeit, nur geringfügige Auswirkungen auf die filtrierenden Organismen, insbesondere die empfindliche Miesmuschel hat.

Freisetzung von Schadstoffen und Bioakkumulation

Das Ausmaß der Anreicherung von Schadstoffen in Biota ist von Art, Alter, Größe, Geschlecht, Lipidgehalt und analysiertem Gewebe des Organismus wie auch von der Höhe der Schadstoffgehalte in der Umwelt und der jeweiligen Nahrung abhängig. Direkte Transferfunktionen für eine Quantifizierung der zu erwartenden Anreicherung von Schadstoffen in Biota als Auswirkung von Baggergutverbringungen bzw. Erhöhung der Schadstoffe in der Umgebung und Sedimenten existieren jedoch nicht (BfG 2021).

Eine Abschätzung der Auswirkung der Baggergutverbringung auf Wassergüte bzw. das Bioakkumulationspotential in Biota im Untersuchungsbereich wird in Kapitel 5.5.3 bzw. Kapitel 5.6. vorgenommen. An dieser Stelle werden zusammengefasst die Aussagen für das Makrozoobenthos präsentiert:

Nach den Ergebnissen der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wassergüte in den möglicherweise betroffenen WRRL-Wasserkörpern, kommt es maßnahmenbedingt weder zu einer weiteren Überschreitung bereits überschrittener Umweltqualitätsnormen noch zu einer erstmaligen UQN Überschreitung (vgl. Kapitel 5.5.3). Ein Risiko einer Beeinträchtigung des Makrozoobenthos durch die Freisetzung der untersuchten baggergutbürtigen Schadstoffe in die Wasserphase ist daher nicht gegeben. Eine messbare Sauerstoffzehrung durch eine Erhöhung von zehrungsfähigen organischen Verbindungen in das Sediment wird in dem gut durchmischten Wasserkörper ebenfalls als nicht wahrscheinlich angesehen.

Basierend auf den Ergebnissen des BAW Modells und den Berechnungen zur Schadstoffanreicherung in Sedimenten werden nur wenige BZR von messbar höheren Schadstoffgehalten betroffen sein. Eine verbringungsbedingte, weitere Überschreitung der durch OSPAR festgelegten Kriterien für Sedimente wurde in den meisten BZR, in denen signifikante Erhöhung der Schadstoffgehalte in den Sedimenten prognostiziert werden, nicht festgestellt. Es werden lediglich für die BZR 35 (Grimmershörner Bucht) für TBT, ppDDD und Quecksilber sowie für BZR 54 (Cux_Hafen) für TBT und Quecksilber signifikante Überschreitungen der OSPAR Kriterien prognostiziert. Beide BZR stellen entweder ausschließlich Hafenbecken dar (BZR 54) oder die berücksichtigte Sedimentation findet hauptsächlich in Hafenbecken statt (BZR 35), die regelmäßig unterhalten werden, so dass die Akkumulierung von baggergutbürtigen Sedimenten und die damit einhergehenden Schadstofferhöhungen vermutlich nur von kurzer Dauer sein werden. Eine nachweisbar erhöhte Bioakkumulation des dort vorkommenden Makrozoobenthos kann daher nicht ausgeschlossen werden, wird in ihrer Höhe aber vermutlich gering ausfallen und nur temporär auftreten. Die BZR besitzen mit 1,1 km² bzw. 0,5 km² jedoch nur sehr kleine Flächen und repräsentieren damit 0,034 % des Untersuchungsraums.

Direkt auf der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ (BZR 52) wird es wiederholt zu temporären Schadstoffanreicherungen in den Sedimenten kommen, die dem Baggergut selbst entsprechen (Kapitel 5.4.2). Die Verbringstelle besitzt nur eine sehr kleine Fläche von 0,2 km². An dieser kann ebenfalls eine temporär erhöhte Bioakkumulation für das Makrozoobenthos nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt gibt es jedoch keine Hinweise darauf, dass die Baggergutverbringung bei der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ zu einer großräumigen erhöhten Bioakkumulation von Schadstoffen in den Organismen führen wird. Die Sedimente werden sich nach Aussetzen der Verbringung – wie durch das Modell prognostiziert – weiträumig verteilen (Kapitel 5.1.3). Daher wird mit nicht mehr als geringfügigen Auswirkungen auf das Makrozoobenthos gerechnet.

Fazit

Für die Wirkpfade „Störung der Nahrungsaufnahme von filtrierenden Makrozoobenthosarten durch erhöhte Schwebstoffgehalte“ und „Freisetzung von schwebstoffgebundenen Schadstoffen und Bioakkumulation“ kann nicht von mehr als geringfügigen Auswirkungen ausgegangen werden.

Lediglich für den Faktor „Überdeckung durch Sedimentation“ ist aufgrund verschiedener, im Folgenden zusammenfassend dargestellten Aspekten davon auszugehen, dass insgesamt nur kleinräumig, d.h. begrenzt auf der Verbringstelle (BZR 52:0,2 km²) mit langfristigen Auswirkungen auf Anzahl und Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos durch die

Überdeckung zu rechnen ist. Langfristig und somit nachteilig sind die Auswirkungen anzusehen, da sie wiederkehrend sind, auch wenn sie jährlich nur auf den Zeitraum von Anfang November bis Mitte März begrenzt sind. Die Auswirkungen werden abgemildert durch folgende Umstände:

- a) In den 7½ Monaten außerhalb des Verbringzeitraums werden keine Beeinträchtigungen durch das Vorhaben auftreten. Es kann eine Regeneration und Wiederbesiedlung durch aktive Immigration vagiler Arten oder über passiven Transport von pelagischen Larven erfolgen.
- b) Es handelt sich bei der auf der Verbringstelle detektierten Arten in den meisten Fällen um tolerante und an die vorherrschenden dynamischen Umstände angepasste Arten. Individuenverluste können nach Beendigung der Verbringungen durch viele Artengruppen wie Oligochaeten und Polychaeten (Ausnahme Bivalvia) wieder ausgeglichen werden.
- c) Die Verbringstelle befindet sich in einem natürlicherweise morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem die Organismen ständig Erosions- und Sedimentationsprozessen, also Überdeckung, ausgesetzt sind, die nicht von den Auswirkungen des Vorhabens abgegrenzt werden können.
- d) Mit der 0,2 km² großen Verbringstelle ist nur ein sehr kleiner Teil des WRRL Oberflächenwasserkörpers OWK „Außenelbe-Nord“ (362 km²) betroffen und großflächige – von Baggergutverbringungen nicht beeinflusste Biotope – sind in der Außenelbe, Küstengewässern und Wattenmeer vorhanden.
- e) In anderen BZR ist die Überdeckung sehr gering und liegt rechnerisch unter 1 cm/Jahr. Bis auf die Verbringstelle selbst kann die verbringungsbedingte Sedimentbedeckung durch das Makrozoobenthos durchdrungen werden (s. Abbildung 80), dies gilt auch für den Nahbereich BZR 51 mit lokal maximal ca. 4 cm („worst-case“, im 95. Perzentil) zu Beginn des Verbringungszeitraums. Die Auswirkungen sind dort daher höchstens geringfügig anzusehen.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die zu verbringenden Sedimente denselben Transportbedingungen unterliegen wie die vorhandenen Sedimente und beide sich im Lauf der Zeit vermischen, so dass eine mögliche Substratveränderung ausbleiben wird (s. auch Kap. 5.1.3). Schlussendlich ist für alle BZR zu beachten, dass es sich bei der Modellierung um eine „worst case“ bzw. auf der „sichereren Seite liegende“ Betrachtung unter Annahme des zu Modellierungsbeginn vollständig auf der Verbringstelle vorhandenen Jahresbudgets des Baggergutes handelt, während in der Realität die Ablagerungsmengen bei der über einen größeren Zeitraum geplanten Verbringung wesentlich kleiner sind und somit nicht der in Wirklichkeit zu erwartenden Entwicklung in den BZR mit einer für das Makrozoobenthos relevanten Sedimentation entsprechen.

5.7.4 Fische und Neunaugen

Die Fischzönose im Untersuchungsgebiet ist allgemein an die dynamischen Umweltbedingungen von Küstengewässern und Wattenmeer angepasst und nutzt das Gebiet permanent oder nur zum Durchzug – ein Aspekt, der bei der Beurteilung der Effekte berücksichtigt werden muss. Die relevanten Wirkpfade für eine mögliche Beeinträchtigung der Fischzönose sind:

- Überdeckung von Bodenfischen, Eiern oder Larven durch Sedimentation von Baggergut,
- Zusetzen der Kiemen von Fischen durch erhöhte Schwebstoffmenge und Behinderung von Sichtjägern,
- Veränderung des Nahrungsangebotes,
- Freisetzung von Schadstoffen, sauerstoffzehrenden Substanzen (Entstehung von Sauerstoffdefiziten) und Bioakkumulation,
- Störungen/Vergrämung durch Lärm.

Die geplante Verbringstelle (BZR 52) sowie die Bereiche (BZR 04, 06, 08, 13, 15, 21, 24, 35, 48, 49, 51, 54 und 63) können durch die Baggergutverbringung aufgrund eines Maximaleintrages von 10 kg/m² was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil), eines erhöhten Schwebstoffgehaltes bzw. erhöhten Trübung (mittlere, vorhabensbedingte erhöhte Trübungswerte von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%) betroffen werden (Tabelle 61). Davon sind die BZR 04, 06, 08, 35, 51, 52 und 54 aufgrund ihrer Sedimentbelastung und die BZR 13, 15, 21, 24, 48, 49, 51, 52 und 63 aufgrund erhöhter Schwebstoffkonzentrationen gelistet, wobei die BZR 04 (Uferbereich_Cux), 06 (Uferbereich Tideelbe Ni_p1), 08 (Tideelbe vor Brunsb.), 35 (Grimmershörner Bucht) und BZR 54 (Cux_Hafen) wie bereits beschrieben nicht weiter betrachtet werden (s. Kapitel 5.1.2 und Ausführungen zum Makrozoobenthos oben).

Überdeckung durch Sedimentation

Durch das Thünen Institut wurden westlich und östlich der Verbringstelle 26 Fischarten zwischen 2018 und 2020 nachgewiesen (s. Beschreibung IST-Zustand basierend auf Datenlieferung durch das Thünen Institut, Tabelle 48). Dabei wurde nur 2020 eine Art der Roten Liste (Thiel et al. 2013) bzw. FFH Art nachgewiesen, die anadrome Wanderart Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis*, RL-Gefährdungskategorie 2, günstiger Erhaltungsstatus (Freie und Hansestadt Hamburg 2019b)) in sehr geringfügiger Anzahl (0,2 Ind. auf 1000m²). Die mit Abstand häufigsten Arten waren Scholle und Wittling, gefolgt durch Hering. Des Weiteren traten Sandgrundel, Roter Knurrhahn, Limande, Kliesche und Kleine Seenadel relativ häufig auf. Auch ältere Untersuchungen (Thiel & Thiel 2015), deren Angaben auf mit einer

Baumkurre im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ und mit dem Hamen in der Elbmündung erhobenen Befischungen basieren, beschreiben als häufigste Arten u.a. Scholle, Flunder, Kliesche, Seezunge, Steinpicker, Aalmutter, Kleine Seenadel sowie Sand- und Strandgrundeln. In der Wassersäule dominierten eher die weit verbreiteten und mobilen Arten Hering und Sprotte, während z.B. die FFH- Art Finte seltener auftrat – was dadurch zu erklären ist, dass sie wie die Neunaugen und andere durch die FFH Richtlinie geschützten Fischarten eine Wanderart ist, die zum Laichen elbaufwärts zieht und sich nur kurz im Vorhabengebiet aufhält.

Grundsätzlich weisen die demersalen Fischarten wie u.a. Kabeljau, Scholle, Seezunge, Flunder, Kliesche, Sandaal, die in dem durch verbringungsbedingter erhöhter Sedimentation betroffenen Verbringbereich (BZR 52), im Nahbereich gelegenen BZR 51 und Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ (keine durch erhöhte Sedimentation betroffenen BZR) sowie der Elbmündung - die alle durch eine hohe morphologische Dynamik geprägt sind – anzutreffen sind (s.o.) eine gewisse natürliche Toleranz gegenüber einer Sedimentüberlagerung sowie einer erhöhten Sedimentfracht in der Wassersäule auf. Außerdem können Fische durch ihre ausgeprägten sensorischen Fähigkeiten (Seitenlinie) und ihre hohe Mobilität Störungen ausweichen, sodass für adulte Fische Beeinträchtigungen durch Überdeckung mit Baggergut sehr unwahrscheinlich sind. Die Gefahr einer kleinräumigen und kurzeitigen Störung oder Tötung von einzelnen Individuen oder Teilen von deren Brut durch den im Zeitraum von Anfang November bis Mitte März stattfindenden jährlich wiederkehrenden Verbringvorgang, d.h. infolge einer Überdeckung kann nicht ausgeschlossen werden, aber mehr als geringfügige Auswirkungen auf Populationsniveau sehr wohl.

Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung

Die Empfindlichkeit von Fischen gegenüber Trübungsfahnen ist artspezifisch und abhängig von ihrer jeweiligen Lebensphase. Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung können zum Zusetzen der Kiemen von Fischen durch erhöhte Schwebstoffmenge und zur Behinderung von Sichtjägern führen. Bei pelagischen Fischarten wie dem Hering besteht bei hohen Schwebstoffkonzentrationen die Gefahr, dass der Kiemenapparat geschädigt wird und aufgrund dessen die Effizienz der Atmung verringert wird. Daher verlassen diese Arten in der Regel trübe Wasserkörper. Bodennah lebende Arten wie zum Beispiel der Kabeljau sind eher an erhöhte Trübung gewöhnt und reagieren weniger empfindlich auf Sedimentaufwirbelungen (Ehrich & Stransky 1999 in BfN 2017). Die nachgewiesenen Arten wie Kliesche, Zwergzunge oder Scholle (s.o.) halten sich natürlicherweise auf dem Boden beziehungsweise in den oberen Sedimentschichten auf. Es wird daher angenommen, dass sie an hohe Schwebstoffanteile im Wasser adaptiert sind, so dass auftretende Trübungsfahnen diese Arten

weniger beeinflussen. Bei den Plattfischen wurde nach sturmbedingten Sedimentaufwirbelungen zwar eine erhöhte Schwimmaktivität beobachtet, die jedoch nicht als Reaktion auf eine Stresssituation, sondern als Nahrungssuche bei verminderter Prädationsdruck durch fischfressende Räuber interpretiert wurde (Ehrich & Stransky 1999 in BfN 2017). In Bezug auf die Nahrungsaufnahme stellte Arcadis (2015) fest, dass eine Unterwasseraufspülung auf viele der Fischarten, die durch optisches Aufspüren jagen, keine negativen Auswirkungen gehabt habe.

Empfindlich auf Trübungsfahnen reagieren allerdings Fischlaich und Fischlarven verschiedener benthischer und pelagischer Fischarten. Das Anlagern von suspendierten Partikeln auf die abgelegten Eier in der Wassersäule führt zu deren Absinken und gegebenenfalls ihrer Überdeckung und Schädigung. Fischlarven reagieren laut Keller et al. (2006) auf erhöhte Schwebstoffkonzentration mit verminderter Wachstum bis hin zur Mortalität.

Da sich die erhöhten Schwebstoffgehalte auf den Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März und wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben auf einen sehr kleinen Raum im Vergleich zum gesamten Verbreitungsgebiet der Fischarten in der Nordsee (FIUM 2021) beschränken, wird davon ausgegangen, dass es durch die Baggergutverbringung allenfalls zu geringen Auswirkungen auf Individuen- aber nicht auf Populationsniveau kommen kann. Dies gilt insbesondere für die beiden durch die FFH-RL geschützten anadromen Wanderfische wie Finte und Flussneunauge, die sich nur kurz im Untersuchungsgebiet aufhalten. Vom Stint ist bekannt, dass der Aufstieg der Art in die Flüsse bei 3-6 °C Wassertemperatur beginnt, und sich die Art von November an in hohen Dichten in der Elbe zwischen Cuxhaven und Brunsbüttel aufhält (BioConsult 2019c). Somit befindet sich ein Großteil der Fische in der geplanten Verbringzeit hauptsächlich außerhalb der Verbringstelle und dessen naher Umgebung.

Veränderung des Nahrungsangebotes

Durch Ablagerung von Baggergut und Sedimentation muss während des Verbringzeitraums mit einer wiederkehrenden Verschlechterung der Verbringstelle als Nahrungsgebiet für die Fischfauna gerechnet werden, da das Makrozoobenthos als Nahrungsgrundlage überschüttet wird (s. Abschnitt Makrozoobenthos). Aber es ist davon auszugehen, dass durch die hohe Mobilität der Fische der lokale Entzug dieses Nahrungsgebietes kompensiert werden kann, indem die Tiere auf angrenzende Meeresgebiete ausweichen. Sie sind daher potentiell in der Lage, ihren Nahrungsbedarf in umliegenden Gebieten zu decken. Außerdem steht das Gebiet von Mitte März bis Anfang November nach der (teilweisen) Wiederbesiedlung durch das Makrozoobenthos wieder zur Verfügung. Alle anderen, umliegenden Bereiche werden durch die Sedimentation nur geringfügig betroffen. Daher wird über diesen Wirkpfad höchstens eine

geringe, kleinräumige und (wiederkehrende) temporäre Beeinträchtigung einzelner Individuen erwartet.

Schadstoffe und Bioakkumulation

Schadstoffeinträge stellen für Fische eine Gefährdungsursache dar (Thiel et al. 2013; Zidowitz et al. 2017), weil sie akkumulieren und unterschiedlichste toxische Wirkungen haben, u. a. Wachstumshemmungen (Pinkney et al. 1990), Störungen in der Gonadenentwicklung (Scholz und Klüver 2009) sowie Störungen im Lipidstoffwechsel (Belpaire und Goemans 2007). Dies kann in der Konsequenz wiederum den Reproduktionserfolg der Fische negativ beeinträchtigen. Das Ausmaß der Anreicherung von Schadstoffen ist von Art, Alter, Größe, Geschlecht, Lipidgehalt und Gewebe wie auch von der Höhe der Schadstoffgehalte in der Umwelt und der jeweiligen Nahrung abhängig. Direkte Transferfunktionen für eine Quantifizierung der zu erwartenden Anreicherung von Schadstoffen in Biota als Auswirkung von Baggergutverbringungen bzw. Erhöhung der Schadstoffe in der Umgebung und Sedimenten existieren jedoch nicht (BfG 2021).

Eine Abschätzung der Auswirkung der Baggergutverbringung auf Schadstoffe in der Wasserphase und das Bioakkumulationspotential in Biota im Untersuchungsbereich wird in den Kapiteln 5.5.3 und 5.6. vorgenommen. An dieser Stelle werden zusammengefasst die Aussagen für Fische und Neunaugen präsentiert. Durch die Verbringung von Baggergut kommt es zu einem Eintrag von daran gebundenen Schadstoffen. Aber nach den Ergebnissen der Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf die Wassergüte in den möglicherweise betroffenen WRRL-Wasserkörpern, kommt es maßnahmenbedingt weder zu einer weiteren Überschreitung bereits überschrittener Umweltqualitätsnormen noch zu einer erstmaligen UQN Überschreitung (vgl. Kapitel 5.5.3). Ein Risiko einer Beeinträchtigung von Fischen durch die Freisetzung der untersuchten baggergutbürtigen Schadstoffe in die Wasserphase besteht daher nicht. Eine messbare Sauerstoffzehrung durch eine Erhöhung von zehrungsfähigen organischen Verbindungen in den Schwebstoffen wird ebenfalls als nicht wahrscheinlich angesehen.

Basierend auf den Ergebnissen des BAW Modells und den Berechnungen zur Schadstoffanreicherung in Sedimenten werden nur wenige BZR von messbar höheren Schadstoffgehalten betroffen sein. Es werden lediglich für die BZR 35 (Grimmershörner Bucht) für TBT, ppDDD und Quecksilber sowie für BZR 54 (Cux_Hafen) für TBT und Quecksilber signifikante Überschreitungen der OSPAR Kriterien prognostiziert. Daher wurde die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Überschreitung der UQN für die oben genannten Stoffe in Fischen näher betrachtet. Als mobile Organismen decken sie ein größeres Nahrungsgebiet ab

als lokal vorkommende Makrozoobenthos. Eine nachweisbar erhöhte Bioakkumulation für einzelne Fische in den BZR 35, 52 (Verbringstelle) und 54 kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden (s. auch Makrozoobenthosabschnitt), aber die prognostizierten (geringen) Schadstoffverhöhen in den Sedimenten dieser kleinen BZR (35: 1,1 km², 52: 0,2 km², 54: 0,5 km²) werden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht dazu führen, dass eine messbare weitere Überschreitung dieser UQN in Fischen durch die Baggergutverbringung bei der VS „Hamburger Außenelbe“ eintritt.

Vergrämung durch visuelle Störung bzw. Licht und/oder Lärm

Fische können durch anthropogenen Unterwasserschall belastet werden BfN (2017). Sie nehmen Geräusche und Druckwellen durch das Gehörsystem und das Seitenlinienorgan auf. Fischarten, die eine Schwimmblase aufweisen wie beispielsweise der Hering, besitzen in der Regel ein besseres Hörvermögen als Arten ohne Schwimmblase wie zum Beispiel Kabeljau, Scholle, Kliesche, Steinbutt, Grundeln und Sandale sowie Flussneunaugen. Diese gelten deshalb als vergleichsweise wenig schallempfindlich. Der Frequenzbereich, in dem Fische empfindlich reagieren, umfasst in der Regel die Spanne zwischen 30 Hz und 3 kHz. Dauerschall und die damit verbundenen Vibrationen können zu artspezifisch unterschiedlich ausgeprägten Scheuchwirkungen und damit verbundenen Stress führen. Dauerschall im unmittelbaren Umfeld von Fischen kann zur Schädigung der Hörorgane und der Schwimmblase, zu inneren Blutungen und offenen Wunden führen (Knust et al. 2003 in BSH 2021). Allerdings bestehen nach den bisherigen Literaturstudien noch große Unsicherheiten bei der Bestimmung von Grenzwerten, ab denen eine Hörschädigung bei Fischen eintritt (Hasting & Popper 2005, Thomsen et al. 2006). Da der durch Baggerschiffe kurzfristig erzeugte Lärm jedoch durch die Vorbelastungen durch den bereits existenten Schiffsverkehr überdeckt wird, und sich auf einen sehr kleinen Raum, der Verbringstelle, in Bezug auf das gesamte Verbreitungsgebiet sowie auf den Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März beschränkt, wird davon ausgegangen, dass es durch die Baggergutverbringung am Rand einer vielbefahrenen Fahrrinne höchstens zu sehr geringen Auswirkungen kommen kann.

Künstliches Licht kann vor allem das Verhalten phototaxischer Arten wie Hering beeinflussen und durch Beleuchtung anlocken. Die dadurch bedingte Auswirkung für diese Arten wird ebenfalls als sehr gering angesehen, da sich das Verbringgebiet am Rand einer vielbefahrenen Fahrrinne befindet und damit schon einer Vorbelastung unterliegt.

Fazit

Naturgemäß werden Fische, die sich langfristig im Bereich der geplanten Verbringstelle aufhalten, stärker durch mögliche Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung betroffen als Wanderfische, die das Gebiet relativ schnell wieder verlassen, wie z.B. die

anadrome Wanderart Flussneunauge, eine Rote Liste- bzw. FFH-Art, die 2020 durch das Thünen Institut in der näheren Umgebung der geplanten Verbringstelle nachgewiesen wurde. Dies gilt auch für die vier durch das Messprogramm der FGG nachgewiesenen, durch die FFH-Richtlinie geschützten Arten Flussneunauge, Meerneunauge, Finte und Lachs, die sich als Wanderfische zeitweise im Übergangsgewässer Tideelbe aufhalten. Allerdings stellen die bodenlebenden Arten die „Zielarten“ dar – unter der Annahme, dass diese durch die Verbringungen deutlicher betroffen sein werden als pelagische Spezies (BfG 2019). Erfahrungen mit der Verbringstelle bei der Tonne „E3“ zeigen, dass temporäre Effekte (Vergrämung der Fische und damit zeitweilige Verringerung der Artenzahl) in einzelnen Jahren, die sich aber auf den Bereich der Verbringstelle beschränken, nicht auszuschließen sind (BioConsult 2018). Jedoch ergaben sich keine Hinweise auf „Funktionseinschränkungen“ wie ein genereller oder Teilverlust von Attraktivität als Aufenthalts- oder Nahrungsareal. Da

- a) die Verbringung sich jedoch auf 4 ½ Monate im Zeitraum von Anfang November bis Mitte März reduziert und das Gebiet danach wieder vollständig zur Verfügung steht,
- b) nur ein sehr kleiner Teil (für Größe der betroffenen BZR s. Anhang 17) des potenziellen Aufenthaltsgebietes Nordsee und umliegender Ästuare betroffen ist, und
- c) davon auszugehen ist, dass es in den umliegenden Schutzgebieten zu keiner Beeinträchtigung durch die geplante Aktivität – weder durch Überdeckung noch erhöhte Schwebstoff- oder Schadstoffgehalte kommt und somit genügend Ausweichmöglichkeiten für geschützte und kommerziell befischte und durch das jährliche Monitoring des Thünen Instituts und durch Thiel & Thiel (2015) beschriebene, weit in der Nordsee verbreiteten Arten (FIUM 2021) bestehen, bei denen es sich „*in der Regel nicht um reproduktiv abgeschlossene Bestände, sondern um regionale Populationsteile*“ (Thiel & Thiel 2015, S. 153) von großräumig verteilten Populationen handelt, wird davon ausgegangen, dass insgesamt höchstens geringfügige Auswirkungen für einzelne Individuen, aber nicht auf Populationsniveau zu erwarten sind. Die Verbringstelle befindet sich außerdem in einem natürlicherweise morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem die Organismen ständig Erosions- und Sedimentationsprozessen ausgesetzt sind, die nicht von den Auswirkungen der Baggergutsedimentation abgegrenzt werden können.

5.7.5 Meeressäuger

Die deutschen Nordseegewässer sind ein wichtiger Lebensraum für Meeressäugetiere. Kegelrobben und Seehunde zeigen einen insgesamt positiven Entwicklungstrend und haben in prüfungsrelevanten FFH-Gebieten einen günstigen Erhaltungszustand erreicht. Die Schweinswale befinden sich laut Umweltbundesamt (2018) in einem ungünstigen - aber günstigen Erhaltungszustand im Nationalpark Wattenmeer (IBL Umweltplanung 2021).

Die relevanten Wirkpfade für eine mögliche Beeinträchtigung der Meeressäuger sind:

- Veränderung des Nahrungsangebotes durch Überdeckung von Fischen,
- Bioakkumulation,
- Störungen/Vergrämung durch Lärm und Unterwasserschall,
- Kollision mit Baggerschiffen.

Der Wirkpfad einer erhöhten Trübung in der Wassersäule ist nicht relevant für die Meeressäuger, da Schweinswale vor allem ihr Sonar und Seehunde oder Kegelrobben ihre Vibrissen („Schnurbarthaare“) (Dehnhardt & Bleckmann 1998, zitiert in Koschinski 2007) zur Orientierung und zum Beutefang einsetzen.

Veränderung des Nahrungsangebotes

Über die Nahrungskette können auch die Meeressäuger durch die Verbringaktivität betroffen werden, indem infolge der Einbringung des Baggerguts auf der Verbringstelle (BZR 52) Beutefische betroffen werden können (s.o.). Meeressäuger gelten jedoch als Nahrungsopportunisten, d.h. sie erbeuten die Nahrung, die im Lebensraum gerade verfügbar ist und haben ein breites Nahrungsspektrum von pelagischen und am Boden lebenden Fischen (Gellermann et al. 2003). Die hoch mobilen Tiere haben ein großes Jagdrevier. So unternehmen laut FFH-Steckbrief (NLWKN 2011) Kegelrobben, die nicht mit der Pflege des Nachwuchses beschäftigt sind, unabhängig von der Jahreszeit meist mehrtägige Beutezüge, auf denen sie größere Strecken in die Nordsee hinaus zu ihren Jagdrevieren schwimmen.

Aufgrund der Mobilität, des breiten Beutespektrums und der Entfernung der Hauptverbreitungsgebiete vom Verbringgebiet (s. Kapitel 4.10.5) sowie der zeitlich beschränkten Verbringzeit von Anfang November bis Mitte März werden mögliche Effekte dieses Wirkpfades höchstens vereinzelte Meeressäuger betreffen und daher als vernachlässigbar angesehen.

Bioakkumulation

Die Anrainerstaaten der Nordsee haben sich im Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt für den gesamten Nordost-Atlantik (OSPAR) darauf geeinigt, die Umweltkonzentrationen von gefährlichen Stoffen zu verringern, also von Stoffen, die toxisch und in der Umwelt persistent sind und die dazu neigen, sich in Organismen anzureichern. An dieser Stelle soll eine Einschätzung der Auswirkungen auf Meeressäuger durchgeführt werden. Sie basiert auf der Bewertung des bioakkumulativen Potenzials der Baggergutverbringung auf Biota im Untersuchungsbereich in Kapitel 5.6. sowie der vorangegangenen Abschnitte zum Makrozoobenthos und Fischen.

Eine nachweisbar erhöhte Bioakkumulation für einzelne Fische in den BZR 35 (Grimmershörner Bucht), 52 (Verbringstelle) und 54 (Cux_Hafen) und kann nicht gänzlich

ausgeschlossen werden, werden in ihrer Höhe aber vermutlich gering sein und zwar wiederkehrend, aber temporär auf den Verbringzeitraum begrenzt auftreten (s. Abschnitt „Fische“, S. 329/330). Die prognostizierten (geringen) Erhöhungen in BZR 35 für TBT, ppDDD und Quecksilber sowie für BZR 54 für TBT und Quecksilber in den Sedimenten dieser kleinen BZR werden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht dazu führen, dass eine messbare weitere Überschreitung der UQN in Fischen durch die Baggergutverbringung bei der VS „Hamburger Außenelbe“ eintritt. Daher kann nicht von einer begründeten Annahme ausgegangen werden, dass nachteilige Auswirkungen auf die sich von Fischen ernährenden Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde zu erwarten sind. Die Tiere haben ein breites Nahrungsspektrum von pelagischen und benthischen Fischarten, sind sehr mobil und ihr Hauptverbreitungs- und Nahrungsgebiet liegt weit entfernt von den beiden BZR.

Vergrämung durch visuelle Störung bzw. Licht und/oder Lärm

Geräuschentwicklungen unter Wasser können generell zu einer Vergrämung von Meeressäugern führen (Schwarz & Heidemann 1994) sowie Verhalten, Habitatnutzung, Nahrungsaufnahme, Energiebedarf und Kommunikation (z. B. durch Maskierung von Soziallauten) negativ beeinflussen (Koschinski 2007, Wisniewska et al. 2018, Mikkelsen et al. 2019), was potenziell langfristige Folgen auf das Populationsniveau haben kann. Die besonders sensiblen und störungsanfälligen Zeiten für Schweinswale und Robben sind die Wurf- und Säuge- bzw. Haarwechselzeiten für Kegelrobben und Seehunde. Für Schweinswale und Seehunde liegen diese außerhalb des Verbringzeitraums im späten Frühjahr – Sommer. Kegelrobben werfen ihre Jungen von November bis Januar und die Zeit ihres Haarwechsels liegt im März bis April. In der Zeit verbringen die Tiere viel ihrer Zeit auf den Liegeplätzen. Von Schiffen emittierter Schall durch Schraubengeräusche sowie Pump- und Maschinengeräusche stellt eine der Hauptgefährdungen für marine Säugetiere dar (Richardson et al. 1995 in Koschinski 2007). Besonders niedere Frequenzanteile erreichen unter Wasser große Reichweiten. Unterwasserlärm im Bereich von 20Hz – 1kHz ist bis zu 25 km messbar. Der Schiffslärm, der durch Hopperbagger erzeugt wird, liegt im Bereich eines durch andere Frachtschiffe erzeugten niedrigem Frequenzbereich von < 500 Hz mit nur diskreten Hochfrequenzanteilen und erreicht bis 185 dB (re 1 µPa @ 1m) (Koschinski 2007, CEDA 2011). Allerdings liegen die Emissionen in einem anderen Frequenzbereich als die hochempfindlichen Bereiche der Säuger. Die größte Hörempfindlichkeit der Schweinswale liegt bei einer Frequenz von >100 kHz, Seehunde können in dem Bereich von 6-32 kHz gut hören, bei Kegelrobben liegt ihre höchste Empfindlichkeit an der Luft bei 4 kHz. Die schiffsinduzierten Geräuschemissionen der Bagger können vorübergehend zu potenziellen Störungen von Schweinswalen führen. Daten über Lärmemissionen des Verbringvorgangs selbst sind nicht bekannt. Allerdings umfasst der Vorgang nur die wenigen Minuten (ca. 5

Minuten), in denen die Ladeklappen geöffnet werden und beschränkt sich auf die 4 ½ Monate von Anfang November bis Mitte März. Die Auswirkungen der Schallemissionen der Bagger beschränken sich räumlich auf einen korridorartigen Bereich entlang der Route der Schifffahrt. Im Vergleich zu der bereits bestehenden Vorbelastung durch den bereits existenten Schiffsverkehr führt die vorübergehende Mehrbelastung durch den Baggerverkehr, die zusätzlich zum regelmäßigen Schiffsverkehr erfolgt, nicht zu einer maßgeblichen Erhöhung der akustischen Störkulisse.

Wie Kapitel 4.10.5 beschrieben, liegen die Hauptaufenthaltsgebiete „Sylter Außenriff“ und „Borkum Riffgrund“ des Schweinswals weit entfernt von der Verbringstelle und den oben genannten betroffenen BZR. Auch die Hauptverbreitungsgebiete von Kegelrobben liegen in weiter entfernten Schutzgebieten (Helgoland). Neben küstennahen Vorkommen von Seehunden vor Sylt, Spiekeroog und Wangerooge wurde ein Schwerpunkt deutlich küstenfern nordwestlich des Gebiets „Östliche Deutsche Bucht“ festgestellt, während im niedersächsischen bzw. hamburgischen Wattenmeer die größten Seehund-Ansammlungen an den in die Till entwässernden Prielsystemen und im Bereich Robbenplate und Wittsandloch angetroffen wurden. Auf den höher gelegenen Liegeplätzen des niedersächsischen bzw. hamburgischen Wattenmeers wurden auch einige Kegelrobben gesichtet.

In Bezug auf visuelle Störungen reagieren die Tiere eher auf Segel- und Motorboote als auf große sich regelmäßig fortbewegende Schiffe, zumal es sich bei letzteren um eine bereits bestehende Aktivität handelt. Es ist daher damit zu rechnen, dass die akustischen Wirkfaktoren visuelle Faktoren überlagern. Im Ergebnis ist davon auszugehen, dass es in den Schutzgebieten aufgrund des Abstands und der unterschiedlichen Frequenzen von Hörempfindlichkeiten der Säuger und den Schiffsemissionen zu keiner Beeinträchtigung kommt. Lediglich auf der Verbringstelle und deren näheren Umgebung können temporäre, auf den Verbringzeitraum beschränkte Störungen einzelner Tiere nicht ausgeschlossen werden.

Kollisionen

Kollisionen von Seehunden, Kegelrobben und Schweinswalen mit Schiffen sind grundsätzlich nicht ausgeschlossen (Brasseur et al. 2016). Schnell fahrende Wasserfahrzeuge, die häufig die Richtung wechseln, stellen hierbei ein höheres Risiko dar als langsam fahrende Fahrzeuge auf konstantem Kurs. Ab einer Schiffsgeschwindigkeit von 14 kn (25,9 km/h) erhöht sich das Kollisionsrisiko von Walen mit Schiffen (Laist, Knowlton, Mead, Collet, & Podesta 2001 in BfG 2019). Baggertschiffe sind i. d. R. mit einer Geschwindigkeit von maximal 18-20 km/h langsamer und halten einen relativ konstanten Kurs, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Tiere diese erkennen und ggf. ausweichen können. Die Verbringstelle liegt am Rande der Fahrrinne, weist also schon eine Vorbelastung durch die Schifffahrt auf. In Gebieten, in denen ein hohes Schiffsverkehrsaufkommen herrscht, wird der

Baggerschiffverkehr das Kollisionsrisiko mit Meeressäugern daher nicht relevant erhöhen (Todd et al. 2015 in BfG 2019). Tötungen und/ oder Verletzungen durch die Verbringung per se und den Transport des Baggerguts sind nach derzeitiger Kenntnislage auszuschließen.

Fazit

Schweinswal, Kegelrobbe und Seehund sind sehr mobile Arten und ihre Hauptverbreitungs-, Wurf-, Aufzucht- und Nahrungsgebiete liegen weit entfernt von der Verbringstelle (s. Kap. 4.10.5). Aufgrund dieser Entfernung kann für keinen der oben beschriebenen Wirkpfade davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen der Baggergutverbringung über eine zwar wiederkehrende, aber auf den Verbringzeitraum von 4 ½ Monaten von Anfang November bis Mitte März und auf die Verbringstelle begrenzte Beeinträchtigung einzelner Tiere hinausgehen.

5.7.6 Vögel

Das Wattenmeer und die Tideelbe sind nicht nur ein bedeutendes Brutgebiet, sondern auch Rast-, Mauser- und Überwinterungsgebiet für viele Wat- und Wasservögel des ostatlantischen Zugwegs (East Atlantic Flyway) und beherbergen viele Arten, die Arten die nach Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie sowie der Ramsar- Konvention von 1971 geschützt sind. Die relevanten Wirkpfade für eine mögliche Beeinträchtigung von Gast- oder Brutvögeln sind:

- Veränderung des Nahrungsangebotes durch Überdeckung von Makrozoobenthos und Fischen,
- Behinderung von auf Sicht jagenden Vogelarten durch erhöhte Trübung,
- Bioakkumulation,
- Störungen/Vergrämung durch Lärm und Licht,
- Kollision mit Baggerschiffen.

Die geplante Verbringstelle (BZR 52) sowie die Bereiche, die durch die Baggergutverbringung aufgrund jährlicher Maximaleinträge von mehr als 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil), eines erhöhten Schwebstoffgehaltes bzw. erhöhten Trübung (mittlere, vorhabensbedingte erhöhte Trübungswerte von > 10mg/l und/oder anteilig im Vergleich zum Hintergrund von > 10%) betroffen werden können sind folgende: BZR 04, 06, 08, 13, 15, 21, 24, 35, 48, 49, 51, 54 und 63 (Tabelle 61), s. zu BZR 04, 06, 08, 35 und 54 auch Anmerkungen in 5.2). Von diesen liegen die BZR 13 und 63 im Vogelschutzgebiet „Hamburgisches Wattenmeer“ und BZR 21 im VSG Gebiet „Ramsar Gebiet SH Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“. Das Vogelschutzgebiet „Seevogelschutzgebiet Helgoland (1813-491)“ umfasst die BZR 29, 30, 42

und 44, in denen die verbringungsbedingte Sedimentation und Schwebstoffgehalte z. T. weit unter den oben angegebenen Werten liegen (Abbildung 10 und Anhang 6). Dies Gebiet wird daher nicht betrachtet.

Eine Beeinträchtigung des Brutgeschäftes ist wegen der Beendigung der Verbringaktivität bis Mitte März, d.h. vor dem Eintreffen von z.B. der Brandseeschwalben sowie der Entfernung der Verbringstelle von den Brutgebieten nicht wahrscheinlich.

Veränderung des Nahrungsangebotes

Tauchende (See)Vögel

Durch die geplante Verbringung sind hauptsächlich das Makrozoobenthos und einzelne Fische der am Rand der Fahrrinne gelegenen Verbringstelle (BZR 52) und des sich daran anschließenden Nahbereich (BZR 51) betroffen, s. Ausführungen zum Makrozoobenthos (S. 314/315) und Fischen (S. 319/320). Vogelarten, die sich hauptsächlich von Makrozoobenthos oder Bodenfischen ernähren und die in der Lage sind, den Grund in diesem Gebiet zu erreichen, verlieren durch die Überdeckung der Bodenfauna und Fischen einen Teil ihres Nahrungshabitats, bis es möglicherweise zu einer Wiederbesiedlung nach Beendigung der Sedimentverbringung Mitte März kommt.

Dies würde zum einen nach Muscheln tauchende Arten wie z.B. die Eider- und Trauerente, zum anderen auch auf demersal lebende Fische wie z.B. Sandale spezialisierte Vögel wie z.B. die Dreizehenmöwe betreffen. Letztere hat ihren Verbreitungsschwerpunkt jedoch weit entfernt von der Verbringstelle, bei Helgoland.

Andere Fischjäger wie Seetaucher, Möwen, Alkenvögel, Seeschwalben – für Beschreibung ihrer Ernährungs- bzw. Jagdweise s.u. – sind im Winter relativ regelmäßig in der Nordsee und Küsten-/Wattenmeer verbreitet oder haben ihre Hauptverbreitungsgebiete weiter entfernt von der Verbringstelle wie z.B. Helgoland (Alkenvögel) oder Elbmündung/Neufelder Vorland (Fluss- und Lachseeschwalbe) bzw. Küstenmeer und Neuwerk (Brandseeschwalbe).

Das Hauptverbreitungsgebiet der Trauerente liegt im schleswig-holsteinischen Wattenmeer, in Höhe der Halbinsel Eiderstedt und nördlich davon (Guse et al. 2018), also weit entfernt vom Verbringort.

Die Hauptverbreitungsgebiete der Brutvogelpopulation der Eiderente liegen laut Koffijberg et al. (2020) im westlichen Wattenmeer, aber die Vögel kommen auch im hamburgischen Wattenmeer vor (Tabelle 53-Tabelle 55, Abbildung 60). Ein Vorkommen von Gastvögeln dieser Art, die im hamburgischen und niedersächsischen Wattenmeer einen abnehmenden Trend zeigen, ist auch für den Bereich der Inseln Scharhörn und Nigehörn dokumentiert.

Die Verbringstelle (BZR 52) liegt allerdings ca. 1,2 km nördlich der Insel Scharhörn und ca. 5 km nordwestlich von Neuwerk entfernt. Sie ist mit 0,2 km² verhältnismäßig klein im Vergleich zum Untersuchungsgebiet bzw. deutschen Teil der Nordsee mit einer räumlichen Ausdehnung

von 40.459 km² (Eionet 2019) und befindet sich des Weiteren in einem natürlicherweise morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem die Organismen ständig natürlichen Erosions- und Sedimentationsprozessen ausgesetzt sind. Darum siedeln sich dort eher bedeckungstolerante Arten wie Oligochaeten an und weniger die empfindlicheren Muscheln, welche sich auch nicht unter den durch BioConsult (2021) im Herbst 2020 dokumentierten 5 dominanten Arten befanden (Abbildung 45, Abbildung 46). Zusammenfassend ist jedoch mit langfristigen Auswirkungen auf Anzahl und Artenzusammensetzung des Makrozoobenthos durch die Überdeckung zu rechnen. Für demersale Fische besteht die Gefahr einer kleinräumigen und kurzeitigen Störung oder Tötung lediglich für einzelne Individuen oder Teilen von deren Brut im Zeitraum von Anfang November bis Mitte März.

Es wird davon ausgegangen, dass durch den Verlust dieses vergleichsweise kleinen Nahrungshabits während der in den Wintermonaten stattfindenden Verbringung nicht mehr als geringfügige Auswirkungen auf einzelne tauchend jagende Seevögel zu erwarten sind.

Watvögel

Auch Watvögel, die sich auf Muscheln, Würmer und andere Makrozoobenthosarten der Wattgebiete in den Nationalparks und der (Außen)Elbe spezialisiert haben, können durch die Überdeckung ihres Nahrungsangebotes negativ beeinflusst werden. Hier muss ein Unterschied gemacht werden zwischen muschelfressenden Arten wie Knut oder Eiderenten, deren Beute empfindlicher auf Überdeckung reagiert (s.o.), und Würmer- und andere invertebratenfressende Arten wie Austernfischer, Säbelschnäbler, Regenpfeifer- und Strandläuferarten.

In den VSGs „Hamburgisches Wattenmeer“ und „Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer“ kommt es zu einer verbringungsbedingten geringfügigen Sedimentauflage, die nicht von der natürlichen Sedimentation des morphologisch sehr dynamischen Gebietes abzugrenzen ist, z.B. ergab sich für den BZR 13 bei Scharhörn eine rechnerische Sedimentbeaufschlagung im niedrigen mm Bereich (Anhang 6). Da das umgelagerte Sediment bei dem Einbringvorgang „sortiert“ wird und denselben Transportbedingungen unterliegt wie die vorhandenen Sedimente und beide sich im Lauf der Zeit vermischen, wird sich Sediment aus der Verbringung in Bereichen sammeln, in denen Sediment aus anderen Quellen, aber mit ähnlichen Eigenschaften, verbleibt. Der an diesen Orten dominierende Sedimenttyp wird sich aufgrund des Verbringvorgangs nicht verändern. Daher wird davon ausgegangen, dass es in dem Gebiet nicht zu Nahrungsengpässen für die sich von Invertebraten ernährenden Vogelarten kommen wird (s. auch entsprechende Bewertung im Makrozoobenthosteil) und somit nicht zu mehr als geringfügigen Beeinträchtigungen.

Erhöhte Schwebstoffgehalte bzw. Trübung

Erhöhte Schwebstoffkonzentrationen können optisch jagende, fisch- oder benthosfressende Vogelarten (z. B. Seetaucher, Seeschwalben, Basstölpel, Eiderenten) in ihrer Nahrungssuche beeinflussen, da das optische Auffinden von Beute erschwert wird. Inwieweit eine erhöhte Trübung den Jagderfolg beeinflusst, hängt von zahlreichen abiotischen Faktoren ab, wie z. B. Intensität und Dauer der Trübung, Wellenhöhe, Windgeschwindigkeit, aber auch artspezifische Adaptionen an Trübung (Verhalten, Sensorik u. ä.) sowie Reaktion der Beutetiere. Arten, die in den oberen Bereichen der Wassersäule jagen, sind dabei weniger betroffen als die mit größeren Tauchtiefen.

- Seetaucher ernähren sich hauptsächlich tauchend von Fischen, wobei diese in den oberen Wasserschichten (2-9 m) erbeutet werden (Mendel et al. 2008). Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt im schleswig-holsteinischen Teil der Nordsee und bei Helgoland. Rothalstaucher halten sich in Mauser- und Zugzeiten sowie im Winter in deutschen Küstengewässern vor Schleswig-Holstein und vor den Ost- und Westfriesischen Inseln sowie im Bereich der Elbmündung auf.
- Eissturmvögel sind über die Nordsee verbreitet und ernähren sich hauptsächlich von an der Meeresoberfläche befindlichen Objekten, können aber auch stoßtauchend Fische bis in eine Tiefe von ca. 3 m erbeuten.
- Trottellumme und Tordalk sind im Winter relativ gleichmäßig in den küstennahen Gewässern der AWZ mit Schwerpunkten bei Helgoland bzw. den ostfriesischen Inseln ernähren sich hauptsächlich tauchend von Fischen. Die Trottellumme erbeutet diese vor allem in den oberen Wasserschichten (2-4 m) (Mendel et al. 2008), wohingegen der Tordalk bis in Tiefen bis 43 m zur Jagd geht.
- Die verschiedenen Möwenarten ernähren sich hauptsächlich durch Aufnahme von Fischen, Invertebraten oder Partikeln an der Wasseroberfläche bzw. durch flaches Sturztauchen. Sie zeigen z.T. kleptoparasitisches Verhalten in Bezug auf andere Seevogelarten wie Tauchenten, Seeschwalben und Alken (z.B. die Lachmöwe, Mendel et al. 2008) bzw. nutzen als Nahrungsquelle den Discard der Fischerei. Für einige Arten wie z.B. die Heringsmöwe wurde weiterhin eine zunehmend starke Nutzung terrestrischer Nahrungshabitate festgestellt. Möwen halten sich in den küstennahen Gewässern, u.a. verbreitet im Elbe-Weser-Ästuar, Ems-Ästuar.
- Die einzelnen Seeschwalbenarten zeigen eine unterschiedliche Verbreitung mit einem Hauptvorkommen in der Elbmündung (Neufelder Vorland (BZR 12) und Uferbereich SH Watten p3 (BZR 39): Flussseeschwalbe, Lachseeschwalbe) und Schleswig-Holstein (Küstenseeschwalbe), bzw. relativ gleichmäßig verteilt im Wattenmeer (Zergseeschwalbe), aber auch bei/auf Neuwerk. Sie ernähren sich hauptsächlich

stoßtauchend von kleinen pelagischen Fischen, wobei diese vor allem in den oberen Wasserschichten, d.h. in ca. 1-2m (Brandseeschwalbe) und bis 0,5 m Tiefe (Küsten- und Flusseeschwalben) erbeutet werden (Mendel et al. 2008). Dabei haben Küstenseeschwalben laut NLWKN (2011) einen engeren Aktionsradius als die Flusseeschwalbe. Kommen beide Arten nebeneinander im gleichen Habitat vor, nutzen sie unterschiedliche Nahrungsreviere, die sich in einem Radius von 9 km um die Brutkolonie befinden.

- Beide Meeresenten Eider- und Trauerente ernähren sich gründelnd oder tauchend von benthisch vorkommenden Muscheln, wobei die Trauerente abhängig von der vorhandenen Wassertiefe bis zu 30 m tief tauchen kann (Besprechung s.o.).

Grundsätzlich zeigt sich in den Modellierungen der BAW (2021) beim Schwebstoff folgendes Verteilungsmuster: Material aus der Verbringstelle verteilt sich insbesondere entlang der tiefen Rinne der Elbe und in den daran angrenzenden Sublitoral-, Watt- und Uferbereichen. Die Ausbreitung der Schwebstoffe und die damit verbundene Intensität von Trübungsfahten hängt unter anderem von der Menge des umgelagerten Materials, der Korngröße des suspendierten Sediments und der vorherrschenden Strömung ab (s. auch 5.1.4). Es kommt zu einer kurzfristigen Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen bzw. Trübungsverhältnisse auf der Verbringstelle (BZR 52) selbst von ca. 48% (27 mg/l) und ca. 28% (15 mg/l) in deren Nahbereich (BZR 51), aber auch in weiter entfernten Gebieten (BZR 13 und 63 im VSG „Hamburgisches Wattenmeer“ und BZR 21 im VSG Gebiet „Ramsar Gebiet SH Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete“. In den in den Vogelschutzgebieten liegenden BZR 13 und 63 beträgt die prozentuale Trübungserhöhung 13-21%. Die absolute mittlere Erhöhung des Schwebstoffgehaltes lag in allen Gebieten, inklusive der laut festgelegter Kriterien auch betroffenen BZR 21, 24, 48 und 49 zwischen 3-26 mg/l.

Der durch BSH (2021) und FGG Hubschrauberbefliegung (BfG 2021) (Kapitel 4.7) dokumentierte mittlere Schwebstoffhintergrund bedeutet für die im Bereich der Außenelbe vorkommenden Vögel, z.B. die Seeschwalben im Neufelder Vorland (BZR 12), in dem es zu ca. 3% verbringungsbedingter Schwebstofferhöhung kommt, dass sich die Vögel bereits an eine aktuell sehr hohe Schwankungsbreite des Schwebstoffgehaltes angepasst haben müssen.

Da eine Erhöhung der Trübung nur in begrenztem räumlichen und zeitlichen Umfang (Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März) in einem Gebiet mit geringer Individuendichte von Seevögeln und Enten (s. Abbildung 53, Abbildung 54, Abbildung 55, Abbildung 56, Abbildung 60 der IST-Zustandsbeschreibung) auftreten wird und großflächige Ausweichflächen in den Küstengewässern bzw. Wattenmeer vorhanden sind, wird davon ausgegangen, dass durch den Verlust dieses vergleichsweise kleinen Nahrungshabitats der Verbringstelle und ggfs. des Nahbereiches (BZR 52:0,2 km², BZR 51: 2,5 km²) für die z.T. sehr

mobilien Arten während der wiederkehrend in den Wintermonaten stattfindenden Verbringung nicht mehr als geringfügige Auswirkungen zu erwarten sind.

Bioakkumulation

Seit dem Jahr 1986 werden regelmäßig Schadstoffgehalte in Meerestieren und -pflanzen, z.B. in Miesmuscheln, der Muskulatur von Aalmuttern sowie Silbermöweneiern bestimmt. Die Proben werden in den Wattenmeer-Nationalparks genommen, und zwar im Sylt-Römö-Watt und Meldorf-Bucht in Schleswig-Holstein sowie im Jadebusen in Niedersachsen ([Schadstoffkonzentrationen in Organismen der Nordsee | Umweltbundesamt](https://www.Umweltbundesamt.de) (<https://www.Umweltbundesamt.de>)). Des Weiteren werden im Rahmen des Wattenmeermonitorings TMAP Vogeleier von Austernfischern und Flusseeschwalben an verschiedenen Stellen des Wattenmeers und Organochloriden beprobt. Die Vögel ernähren sich von kleinen Fischen und Crustaceaen (Seeschwalben) bzw. Muscheln und Würmer (Austernfischer) und stehen hinsichtlich der Untersuchung von Schwermetallen somit am Ende der Nahrungskette. Die Ergebnisse des letzten TMAP Monitoringberichtes (Mattig 2017) zeigen, dass im Allgemeinen die Kontamination von Austernfischereiern niedriger war als die der Flusseeschwalbeneier, was durch ihre Nahrungspräferenzen begründet wird.

Die Einschätzung der Auswirkungen des bioakkumulativen Potenzials der geplanten Baggergutverbringung auf Vögel im Untersuchungsbereich stützt sich auf die Ausführungen in Kapitel 5.6. sowie der vorangegangenen Abschnitte zum Makrozoobenthos und Fischen. Im Untersuchungsraum werden bereits aktuell Überschreitungen der der OSPAR EAC- Kriterien für Quecksilber und einige PCB Kongenere u.a. in Eiern von fischfressenden Silbermöwen festgestellt (Zitat, s. Kapitel 5.6).

Hennig et al. (2016) berichten ebenfalls von hohen Belastungswerten für z.B. Hexachlorbenzol (HCB) und Quecksilber (Hg) in Seeschwalbeneiern bei Neufeld (BZR 39). Die Schlupferfolge der Flusseeschwalben Neufelds lagen laut Hennig et al. (2016) allerdings im Rahmen anderer Flusseeschwalbenkolonien, ein negativer Einfluss durch die toxikologische Belastung wurde daher nicht attestiert. Auch Muñoz Cifuentes (2004, zitiert in Mattig (2017, S. 13)) stellte fest, dass die aktuellen Levels der meisten Schadstoffe in Vogeleiern unter den bekannten Grenzwerten liegen, die die Reproduktion von Vögeln beeinflussen.

Zwar erfährt das im BZR 39 gelegene Brutgebiet (Salzwiesen oder -marschen) natürlicherweise durch periodisch im Winter stattfindende Überspülung mit natürlichem Sediment auch einen verbringungsbedingten Sedimenteintrag mit daran assoziierten Schadstoffen, aber dieser Wirkpfad führt nicht zu einer Beeinträchtigung der Flusseeschwalbe über die Nahrungskette.

Eine durch die Baggergutverbringung verursachte (vermutlich geringe) Bioakkumulation für einzelne Fische kann in den BZR 35 (Grimmershörner Bucht), 52 (Verbringstelle) und 54

(Cux_Hafen) nicht gänzlich ausgeschlossen werden, aber das Jagdgebiet der Seeschwalben liegt im Prielsystem vor Neufeld (Abbildung 59, Hennig et al. 2016) in dem BZR 12 bzw. 34 (Neufeld Sand), der weit entfernt von den BZR 35 (Grimmershörner Bucht), 52 (Verbringstelle) und 54 (Cux_Hafen) liegt. Messbare Auswirkungen auf Vögel werden daher nicht angenommen.

Vergrämung durch visuelle Störung bzw. Licht und/oder Lärm

Von den zu betrachtenden Rastvögeln gelten Seetaucher, Trottellumme und Tordalke als gegenüber Schiffen besonders störungsempfindliche Arten.

- Der Sterntaucher zeigt nach Bellebaum et al. (2006), Mendel & Garthe (2010) und IBL Umweltplanung (2012) eine hohe Empfindlichkeit gegen visuelle und akustische Störungen (Meidedistanz bis zu 2 km gegenüber im Rastgebiet auftretenden Schiffen). Das Hauptverbreitungsgebiet der Taucher liegt im schleswig-holsteinischen Teil der Nordsee und bei Helgoland. Rothalstaucher halten sich in Mauser- und Zugzeiten sowie im Winter in deutschen Küstengewässern vor Schleswig-Holstein und vor den Ost- und Westfriesischen Inseln sowie im Bereich der Elbmündung auf.
- Eiderenten haben mäßig hohe Fluchtdistanzen von 208 m und Trauerenten sehr hohe (804 m, Median aller Messungen) (Schwemmer et al. 2011). Das Hauptverbreitungsgebiet der Trauerente liegt im schleswig-holsteinischen Wattenmeer, in Höhe der Halbinsel Eiderstedt und nördlich davon; die Hauptverbreitungsgebiete der Brutvogelpopulation der Eiderente liegen im westlichen Wattenmeer, aber ein Vorkommen von Gastvögeln ist auch für den Bereich der Inseln Scharhörn und Nigehörn dokumentiert.
- Für rastende Trottellummen und Tordalke werden nach IBL Umweltplanung (2012) eine mittlere Empfindlichkeit bzw. Meidedistanz von 1 km gegenüber visuellen und akustischen Störungen (z. B. durch Schiffe) im Rastgebiet angenommen. Die in Abbildung 54 gezeigten Hauptaufenthaltsgebiete liegen weit entfernt von der Verbringstelle.
- Von Sturmmöwe, Dreizehenmöwe, Mantelmöwen, Herringmöwe und Zwergmöwe sowie Brand-, Küsten- und Flussseeschwalbe ist bekannt, dass sie sog. „Schiffsfolger“ durch erhöhten Schiffsverkehr angelockt werden und keine bzw. nur geringe visuelle oder akustische Störanfälligkeit zeigen.
- Auch Basstölpel und Eissturmtaucher sind als „Schiffsfolger“ vor allem von Fischereifahrzeugen bekannt (Mendel et al. 2008).

Zusätzliche Mehrbelastungen im Verbringgebiet selbst sind von kurzer Dauer, finden – zwar wiederkehrend – nur im geplanten Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März statt und tragen im Vergleich zu der bereits bestehenden Vorbelastung durch den Schiffsverkehr

nicht zu einer maßgeblichen Erhöhung der visuellen und akustischen Störkulisse bei; zumal Möwen- und Seeschwalbenarten als relativ wenig störanfällig bezeichnet werden (s.o.). Es könnte grundsätzlich lediglich zu Beeinträchtigungen einzelner Individuen störempfindlicher Seetaucher, Trottellummen und Tordalken kommen.

Der geplante Verbringzeitraum wird sich zumindest teilweise mit dem Aufenthalt vieler Gastvögel im Bereich der Inseln Scharhörn (z.B. der Scharhörnplate) und Neuwerk, die am dichtesten an der Verbringstelle liegen (Lage ca. 1,2 km nördlich der Insel Scharhörn und ca. 5 km nordwestlich von Neuwerk, s. Abbildung 6) überschneiden. Dort wurde das Ramsar-Kriterium der 20.000 simultan anwesenden Individuen mehrfach überschritten (Umland 2020). Die am häufigsten Gastvogelarten waren 2019: Austernfischer (max. 18.100), Kiebitzregenpfeifer (max. 12.650), Knutt (max. 20.000) und Alpenstrandläufer (max. 21.525). Auch Brandente, Eiderente, Austernfischer, Alpenstrandläufer, Großer Brachvogel und Lachmöwe erreichten Mindestbestände von über 1.000 Individuen. Auch von Ringelgans, Pfeifente, Sandregenpfeifer, Kiebitzregenpfeifer, Knutt, Sanderling, Pfuhlschnepfe, Herings- und Silbermöwe wurden über 1.000 Individuen gezählt. Außerdem ist das Gebiet in der Außenelbe westlich der Oste für diverse Gastvogelarten ein Gebiet (inter)nationaler Bedeutung, insbesondere der „Belumer Aussendeich“.

Die Mauserzeit mit der einhergehenden Flugunfähigkeit ist als besonders sensible Zeiten für einige Gastvogelarten, die als sehr störungsempfindlich bekannt sind, anzusehen.

- Sie liegt beim Sterntaucher im Zeitraum zwischen Mitte September und Anfang Dezember, wobei die Flugunfähigkeit nach Mendel et al. (2008) Mitte November endet. Beim Prachttaucher liegt die Flugunfähigkeitsphase in den Monaten Februar bis April.
- Bei der Eiderente erstreckt sich die Zeit der Flugunfähigkeit auf Juli bis September und bei der Trauerente auf Mitte Juni bis Mitte November (Mendel et al. 2008).
- Brandgänse mausern in den Sommermonaten (Kempf 2020).

Zwar kann sich die geplante Verbringzeit mit Mauserzeiten einiger Arten überlappen, aber Störungen können trotzdem mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden, da die Rast- und Mausergebiete bzw. die höchsten Bestände von Brandgänsen, Sterntauchern, Trauerenten weit entfernt von der Verbringstelle liegen, z.B. der Bereich nördlich bzw. um „Gelbsand“ für die Brandgänse. Auf Wattflächen oder Salzwiesen fressende, mausernde oder rastende Vögel sind auch zu weit entfernt von der nördlich von Scharhörn am Fahrinnenrand gelegenen Verbringstelle (Lage ca. 1,2 km nördlich von Scharhörn und ca. 5 km nordwestlich von Neuwerk). Sie werden durch die Baggergutverbringung nicht vergrämt.

Des Weiteren ist anzumerken, dass durch die Schifffahrt Vorbelastungen vorliegen, welche die Eignung des Gebietes für die Vögel herabsetzt, und dass kein (visueller) Unterschied zwischen den Baggerschiffen und den übrigen Schiffen besteht, die in der Fahrinne verkehren.

Fazit Vögel

Aufgrund verschiedener, im Folgenden zusammenfassend dargestellten Aspekten ist davon auszugehen, dass es höchstens kleinräumig und im Verbringzeitraum wiederkehrend in geringfügigem Maße zu einer Störung einzelner Individuen kommen kann, aber die Populationen der wertbestimmenden Vogelarten nicht beeinträchtigt werden:

- a) Die geplante Baggergutverbringung soll in den Monaten Anfang November bis Mitte März stattfinden und umfasst vor Ort nur die wenigen Minuten des Entladungsvorgangs, d.h. in den übrigen 7½ Monaten werden keine Beeinträchtigungen durch das Vorhaben auftreten.
- b) Aufgrund des Zeitraums der geplanten Baggergutverbringung werden das Brutgeschehen und die Aufzucht der Jungvögel nicht betroffen.
- c) Der geplante Verbringzeitraum überlappt sich nicht mit den durchzugsstarken Zugmonaten von (Ende) August bis einschließlich Oktober (Umland 2020).
- d) Die Größe des Verbringgebietes (0,2 km²) und der betroffenen BZR ist im Vergleich zu dem für die Nahrungssuche zur Verfügung stehenden, nicht durch das Vorhaben betroffene Lebensraum des Küstenmeers und Wattenmeers sehr klein (Ausweichmöglichkeiten), und liegt zudem am Rand einer bereits aktuell stark befahrenen Wasserstraße.
- e) Einige Makrozoobenthos- und Fischarten der Verbringstelle, die als Nahrung für die Vögel dienen, können sich in der verbringfreien Zeit regenerieren bzw. die Verbringstelle, aber auch andere geringfügig betroffene Gebiete neu besiedeln.
- f) Das Vorhabengebiet und die betroffenen BZR liegen teilweise weit entfernt von den Vogelschutzgebieten und somit den Hauptverbreitungsgebieten der wertbestimmenden Arten der Schutzgebiete und Nationalparke.

5.8 Abschließende Bewertung der Auswirkungen

Die nachfolgende Tabelle 83 fasst die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung zusammen.

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die vorliegende Bewertung auf zwei unterschiedlichen Modellierungsannahmen beruht: Einerseits wurde bzgl. der Sedimentverdriftung die gesamte zu bewertende Baggergutmenge im Bereich der Verbringstelle zum Modellierungsstart abgelegt (maximale Verfügbarkeit des Sedimentes am Boden). Andererseits wurden in einem zweiten Ansatz ein zweimonatiger Zeitraum mit intensivsten Baggerguteinbringungen in die Wassersäule (maximale Verdriftung) modelliert. Das bedeutet, dass die Bewertungen auf „worst case“ Betrachtungen beruhen.

Eine Bewertung der Auswirkungen auf die Verträglichkeit mit den Schutzzielen der WRRL, MSRL, des gesetzlichen Biotop- und Artenschutzes und Natura 2000 (FFH-Verträglichkeitsuntersuchung) findet in separaten, auf dieser Auswirkungsprognose aufbauenden Fachbeiträgen statt (IBL Umweltplanung 2022).

Tabelle 83: Zusammenfassende Bewertung der Auswirkungen der Baggergutverbringung auf Habitate und Flora und Fauna.

Parameter	Bemerkungen	Auswirkungen
Morphologie	<p>Die Menge des eingetragenen Sediments aus der Verbringung ist bezogen auf die Fläche gering und liegt bis auf der Verbringstelle selbst in der Größenordnung von Millimetern bis wenigen Zentimetern/Jahr: jährliche Maximaleinträge überschreiten nur selten 10 kg/m², was rechnerisch einer Sedimentauflage von ca. 1 cm/Jahr entspricht (95. Perzentil). In weiten Bereichen sind diese Einträge nicht dauerhaft, da das Sediment in Phasen mit stärkerem Seegang remobilisiert wird. Eine Verschlickung zusätzlicher Flächen wird nicht erwartet, da sich die für die Sedimentation maßgeblichen hydrologischen Parameter vorhabensbedingt nicht verändern. Vorhabensbedingte Veränderungen der Schwebstoffgehalte betreffen vor allem die Verbringstelle und deren nahe Umgebung. Im sonstigen Wirkraum sind sie vor dem Hintergrund der vorhandenen Schwebstoffgehalte unauffällig.</p>	Geringfügig
Hydrologie und Salzgehalt	<p>Die Verbringung hat keine Auswirkungen auf Strömung, Wasserstände oder Salzgehalt.</p>	Keine.

Parameter	Bemerkungen	Auswirkungen
Sauerstoff, Nährstoffe und Schadstoffe der Wassersäule	<p>Sauerstoff: keine Verbringungsbedingt höhere Sauerstoffzehrung.</p> <p>Nährstoffe: keine ökologisch relevanten und messtechnisch nachweisbaren Veränderungen.</p> <p>Schadstoffe: keine maßnahmenbedingte messbare Konzentrationserhöhung von Schadstoffen, mit bereits überschrittener UQN; keine erstmalige Überschreitung der ZHK-UQN oder der JD-UQN.</p>	Keine.
Sauerstoff, Nährstoffe und Schadstoffe des Sedimentes	<p>Da die meisten Sedimente im Elbmündungsbereich oberflächennah aerobe Zonen aufweisen, ist eine Freisetzung von Nährstoffen über den Wirkpfad Sedimente in die Wasserphase nicht zu erwarten.</p> <p>Bei der Verbringung im Winterhalbjahr wird eine zusätzliche Sauerstoffzehrung im Elbmündungsbereich als gering eingeschätzt und es werden aufgrund des stabilen Sauerstoffhaushaltes auch keine Auswirkungen erwartet.</p> <p>Nur in wenigen Bilanzierungsräumen kann es rechnerisch zu nachweisbaren Erhöhungen elbtypischer Schadstoffgehalte kommen, aber sind bei einer Verbringung während der Sturmflutsaison gänzlich unwahrscheinlich. Langfristig ist mit einer Verschlechterung der Sedimentqualität, einhergehend mit der Überschreitung von ökologisch abgeleiteten Richtwerten, lediglich in den unterhaltenen Hafenbereichen des BZR 35 (Grimmershörner Bucht) und des BZR 54 (Cux_Hafen) zu</p>	<p>Sauerstoff und Nährstoffe: keine.</p> <p>Schadstoffe: Verbringstelle, BZR 35 und 54: Langfristig wiederkehrend.</p>

Parameter	Bemerkungen	Auswirkungen
	rechnen. Dazu kommt die temporäre Anreicherung an der Verbringstelle BZR 52 infolge unvollständiger Entmischung des Baggergutes.	
Habitate/Lebensräume	Auf der 0,2 km ² großen Verbringstelle wird der Lebensraum durch die verbringungsbedingte Sedimentation nachteilig beeinflusst. Allerdings kann in der verbringfreien Zeit von Mitte März bis Ende Oktober eine Regeneration stattfinden. Insgesamt wird außerhalb der Verbringstelle und BZR 51 (rechn. 4 cm Sedimentation) nicht von einer mehr als geringfügigen und kleinräumigen Sedimentauflage der Habitate in der Verbringzeit ausgegangen, die nicht von der vorherrschenden natürlichen Sedimentation abzugrenzen ist.	Verbringstelle: Stetig wiederkehrend nachteilig über 4,5 Monate und kleinräumig. Außerhalb der Verbringstelle: Geringfügig, temporär und kleinräumig.
Phytoplankton und Zooplankton	Da die Verbringung von Baggergut außerhalb der Vegetationsphase von Anfang November bis Mitte März stattfinden wird, sind nur geringfügige Auswirkungen auf das Plankton zu erwarten, die keine Verschlechterung des aktuellen Zustands bewirken.	Geringfügig.
Makrophyten	Wegen der Verbringung von Baggergut außerhalb der Vegetationsphase von Anfang November bis Mitte März werden nicht mehr als geringfügige und kleinräumige Auswirkungen auf Makroalgen, Seegräser und weitere Makrophyten erwartet.	Geringfügig.
Makrozoobenthos	Es wird mit geringfügigen Auswirkungen über die Wirkpfade „Störung der Nahrungsaufnahme von filtrierenden Makrozoobenthosarten“ gerechnet.	Verbringstelle: Stetig wiederkehrend nachteilig über 4,5 Monate und kleinräumig.

Parameter	Bemerkungen	Auswirkungen
	<p>durch erhöhte Schwebstoffgehalte“ und „Freisetzung von schwebstoffgebundenen Schadstoffen und Bioakkumulation“ gerechnet. Bzgl. der „Überdeckung durch Sedimentation“ erfolgen kleinräumig begrenzt auf der Verbringstelle (0,2 km²) wiederkehrende, nachteilige Auswirkungen, die jährlich auf den Zeitraum von Anfang November bis Mitte März begrenzt sind. Die Auswirkungen werden jedoch durch verschiedene Aspekte abgemildert, u.a. mögliche Wiederbesiedlung in der verbringfreien Zeit.</p> <p>Außerhalb der Verbringstelle ist die Überdeckung sehr gering und liegt unter 1 cm/Jahr, bis auf den Nahbereich BZR 51 mit lokal maximal ca. 4 cm (95. Perzentil). Die verbringungsbedingte Sedimentbedeckung kann durch das Makrozoobenthos durchdrungen werden.</p>	<p>Außerhalb der Verbringstelle: höchstens geringfügig, temporär und kleinräumig.</p>
Fische und Neunaugen	<p>Da während der 4½ Monate andauernden Verbringzeit ausreichend Ausweichmöglichkeiten für geschützte und kommerziell befischte Arten bestehen, wird davon ausgegangen, dass insgesamt höchstens geringfügige Auswirkungen für einzelne Individuen, aber nicht auf Populationsniveau zu erwarten sind. Dies gilt insbesondere für die Wanderfische, die sich nur kurz im Verbringgebiet aufhalten. Die Verbringstelle befindet sich außerdem in einem natürlicherweise morphologisch sehr dynamischen Gebiet, in dem die Organismen</p>	Geringfügig.

Parameter	Bemerkungen	Auswirkungen
	ständig Erosions- und Sedimentationsprozessen ausgesetzt sind, die nicht von den Auswirkungen des Vorhabens abgegrenzt werden können.	
Meeressäuger	Schweinswal, Kegelrobbe und Seehund sind sehr mobile Arten und ihre Hauptverbreitungs-, Wurf-, Aufzucht- und Nahrungsgebiete liegen weit entfernt von der Verbringstelle. Daher ist nicht davon auszugehen, dass die Auswirkungen der Baggergutverbringung über eine Beeinträchtigung einzelner Tiere hinausgehen.	Geringfügig.
Vögel	Es ist davon auszugehen, dass es höchstens kleinräumig und im Verbringzeitraum von Anfang November bis Mitte März (wiederkehrend) in geringfügigem Maße zu einer Störung einzelner Individuen kommen kann, aber die Populationen der wertbestimmenden Vogelarten nicht beeinträchtigt werden.	Geringfügig.

6 Betroffenheit von Belangen Dritter

Zusätzlich zu den ökologischen Auswirkungen der geplanten Baggergutverbringung wurden auch die Auswirkungen auf menschliche Nutzungen betrachtet. Insbesondere die Fischerei und der Tourismus nehmen als wichtige Nutzungen einen besonderen Raum ein, u.a. da auf deren Bedeutung bereits im Forum Tideelbe hingewiesen wurde (s. auch Kap. 2.4).

6.1 Fischerei

Die HPA hat im Januar 2021 das Institut für Fisch und Umwelt (FIUM GmbH und Co. KG Rostock) beauftragt, ein fischereiwirtschaftliches Gutachten zur Betroffenheit der Fischerei zu erstellen. Die Gutachter haben dazu die Fischeraktivitäten im Bereich der Verbringstelle und im weiteren Umfeld untersucht und Fischereidaten aus den ICES-Rechtecken 36F8 und 37F8 analysiert (FIUM 2021). Der Zeitraum der Analyse umfasst die Jahre 2018 bis 2020. Aus Sicht der Fischerei wurden die folgenden Betroffenheiten bzw. Nutzungskonflikte zu betrachtet:

1. Betroffenheit beim Fischvorgang selbst,
2. Auswirkungen auf Fische und Fischbestände,
3. Auswirkungen auf Erlöse.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Gutachtens (FIUM 2021) zusammengefasst:

Aus den Meldungen kommerzieller Fangbetriebe an die Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE) über angelandete kommerzielle Arten ergibt sich laut FIUM (2021), dass aus dem ICES-Rechteck 36F8, in dem das Verbringgebiet angesiedelt ist, zu über 98 % Nordsegarnelen (*Crangon crangon*) angelandet wurden. Andere Arten, wie Kabeljau, Flunder, Steinbutt, Rote Garnele und Taschenkrebs wurden nur in Kleinmengen (kg) angelandet. Allerdings kann noch der Stint bei einer guten Bestandssituation in größeren Mengen auftreten.

Das Gutachten bewertet die Auswirkungen, die die Verbringung von Baggergut in dieses Gebiet haben kann, insbesondere auf die Fang- und Erlössituation der Krabben-Fischereibetriebe.

Zu 1.

Die Nahbereich bei der Verbringstelle ist durch eine sporadisch dort stattfindende Garnelen- bzw. Krabbenfischerei gekennzeichnet, d.h. es wird mit Baumkurrenfahrzeugen gefischt. Im Zeitraum 2018 bis 2020 operierten dort 27 Fahrzeuge, die Anlandungen im Bereich von 60 bis 3.140 kg je Unternehmen meldeten. Die Hauptfangmonate erstrecken sich über den Zeitraum von April bis November, haben also wenn überhaupt nur eine sehr kurze Überschneidungszeit mit dem geplanten Vorhaben. Dort sind hauptsächlich Betriebe aus Friedrichskoog und Cuxhaven tätig.

Für die Hamenfischerei werden keine Auswirkungen erwartet, da die einzige, ehemals genutzte Hamenstelle in der Nähe der Tonne 30 nicht mehr genutzt wird (Aussage Hamenfischer).

Miesmuschel-Aquakulturflächen sind nicht vorhanden und eine gemischte Fischerei auf Seefische ist in dem Gebiet sehr selten. Die deutsche Muschelfischerei (Muschel-Aquakulturwirtschaft) ist auf das schleswig-holsteinische und das niedersächsische Wattenmeer beschränkt. Im Hamburger Wattenmeer gibt es keine Muschel-Aquakulturwirtschaft.

Für das Meeresangeln ist das Gebiet aufgrund der Nähe zur Seewasserstraße Elbe unattraktiv.

Zu 2.

Die Bestandsentwicklung für die bedeutenden kommerziellen Fischarten Hering, Dorsch, Scholle, Kliesche, Flunder und Aal der deutschen Fischerei in der Ökoregion Nordsee werden hauptsächlich über die Nachwuchsproduktion auf den Laichplätzen der Arten, die dortige Nahrungsverfügbarkeit, die hydrographischen Bedingungen und die fischereiliche Sterblichkeit, also die Entnahme aus dem System durch alle Nordseefischereien gesteuert. Für Seefische stellt die Verbringstelle und nahe Umgebung kein bekanntes Laichgebiet dar. Das Gebiet ist zu klein, um negative Effekte auf die Bestände in der Ökoregion Nordsee ausüben zu können. Auswirkungen auf die Gesamtsituation der Nordseebestände werden ausgeschlossen.

Wegen ihrer hohen Abundanz sind Nordseegarnelen ein Schlüsselement der flachen Küstenregionen der Ökoregion Nordsee. Die Nordseegarnele ist ein Nahrungsopportunist und gleichzeitig eine bedeutende Nahrungsquelle für einige Fischarten.

Auf Grund der geringen Größe der Verbringstelle spielt diese für die Reproduktion der Bestände an der deutschen Nordseeküste keine Rolle. Auswirkungen werden daher nicht erwartet.

Zu 3.

Die Erlöse in der Ökoregion Nordsee betrugen 2019 etwa 95,5 Mio. € und damit etwa 49 % der Gesamterlöse der deutschen Fischerei. Davon wurden ca. 43 Mio. € durch den Fang von Knochenfischen, ca. 28 Mio. € durch den Fang von Krebsen und ca. 24,4 Mio. € durch die Miesmuschelernte erzielt.

Nach der Fangstatistik 2019 und den Preisen für verkaufte Ware erlösten die in den ICES-Rechtecken 36F8 und 37F8 operierenden Fischereibetriebe in der Krabbenfischerei einen Wert von ca. 15,3 Mio. €. Dies bedeutet ca. 16% vom Gesamterlös in der Ökoregion Nordsee.

Die Fangerlöse von 2020 und 2021 konnten nicht ausgewertet werden, aber die Gutachter gehen aufgrund der drastisch gesunkenen Quoten von einem deutlich kleineren Umfang aus. Um eine Annäherung an die Aktivitäten im Nahgebiet der Verbringstelle (S 2) zu erreichen haben die Gutachter die Anlandungen und die Vessel Monitoring System (VMS)- Signale der dort operierenden Fahrzeuge mit den Daten der gleichen Fahrzeuge eines größeren Teilgebietes der ICES-Rechtecke 36F8 und 37F8 (S 1) ins Verhältnis gesetzt (Abbildung 81), und den Preis pro Tonne herangezogen, um einen groben Anhaltspunkt für die mögliche finanzielle Betroffenheit der Krabbenfischerei zu erhalten.

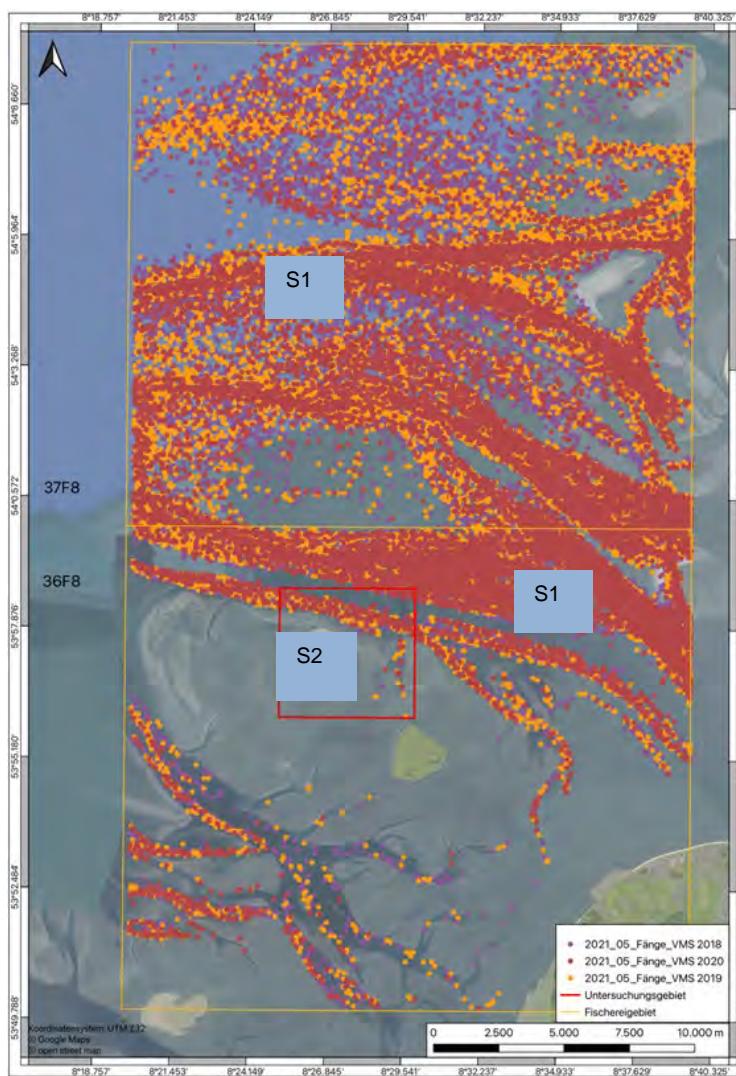


Abbildung 81: Darstellung der Selektionsgebiete S 1 und S 2 in den ICES-Rechtecken 36F8 und 37F8 (aus FIUM 2021)

Laut VMS -Signalen und Anlandemeldungen wurde durch die Krabbenfischerei von 2018 – 2020 aus dem Gebiet S1 etwa 16,1 Mio. € Erlös erzielt und aus dem Gebiet S2 nur ca. 68.764 €. Aufgrund der Anzahl der VMS-Signale betragen die Erlöse aller im Umfeld der Verbringstelle fischenden Krabbenkutter, d.h. zwischen Hamburger Wattenmeer und Elbe Fahrwasser, 2018

ca. 39.300 € 2019 etwa 13.500 € und 2020 etwa 16.000 €, auf der geplanten Verbringstelle von 2018 bis 2020 ca. 3.100 €

Grundsätzlich wird die Fischerei während der Verbringphase auf der unmittelbaren Verbringstelle beeinträchtigt sein. Diese bleibt jedoch, mit Einschränkungen während der unmittelbaren Verbringung, prinzipiell weiter befischbar, denn der Verbringvorgang dauert nur wenige Minuten, bevor das Baggerschiff die Stelle wieder verlässt.

Außerdem ist zu beachten, dass die Erlöse der Krabbenfischerei von verschiedenen Einflussfaktoren (u.a. Preis, Absatzmöglichkeiten und jährlich schwankenden Populationsgrößen) bestimmt werden. Diese haben einen wesentlich höheren Einfluss auf die Erlössituation der Fischereibetriebe als die Auswirkungen aus der Verbringstelle, solange diese den Bestand nicht schädigt.

Die Auswirkungen auf die Fischerei im eigentlichen Verbringgebiet, aber auch im weiteren Umfeld werden als marginal eingeschätzt. Eine Prognose für die kommenden Jahre ist nicht möglich, da Fangaktivitäten auch durch die oben beschriebenen Faktoren gesteuert werden.

6.2 Erholung & Tourismus

Um mögliche Auswirkungen auf Belange des Tourismus prüfen zu lassen, hat die HPA das Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH (NIT, Kiel) beauftragt ein Gutachten zur möglichen Betroffenheit tourismuswirtschaftlicher Belange durchzuführen, basierend auf Ergebnissen der Verdriftungsmodellierung der BAW (2021) für folgende Bereiche: Insel Neuwerk sowie die schleswig-holsteinischen Gemeinden Friedrichskoog, Kaiser-Wilhelm-Koog, Neufelder Koog und Neufeld, und auf niedersächsischer Seite die Stadt Cuxhaven und die Kleinstadt Nordseebad Otterndorf.

Das Gutachten umfasst

1. eine umfangreiche Situationsanalyse der touristischen Strukturen der Zielorte im Untersuchungsraum, u.a. eine Bestandserfassung des touristischen Angebots der Zielorte und der jeweiligen touristischen Schwerpunktzonen, eine generelle Analyse der ökologischen Voraussetzungen für das touristische Angebot im Bereich der Außenelbe, eine Analyse der touristischen Nachfrage und Marktentwicklung sowie eine Analyse der kleinräumlichen ökonomischen Effekte des Tourismus.
2. Diese wird dann abgeglichen mit den zentralen morphologisch-sedimentologischen Prozesse im Wattenmeer der Außenelbe und den Ergebnissen zum Sedimenttransport der BAW (2021).
3. Daran schließt sich eine Effektanalyse an, um die Folgen des Vorhabens auf das touristische Angebot und die tourismuswirtschaftlichen Wirkungen einzuschätzen. Analysiert wurde der tourismusökonomische Anteil des Wattenmeers an der

Gesamtwertschöpfung, d.h. die jeweilige Summe der regionalwirtschaftlichen Effekte des Tourismus in den Orten des Untersuchungsraums.

Wertschöpfungsanteil

In den kleineren Gemeinden (Kaiser-Wilhelm-Koog, Neufelderkoog und Neufeld) ist der Tourismus ein wichtiges Zusatzeinkommen zu den Existenzgrundlagen Landwirtschaft und Energiewirtschaft.

In Cuxhaven liegt der Wertschöpfungsanteil des (Wattenmeer-) Tourismus 2019 bei ca. 16%, in Otterndorf bei ca. 13%, und in Friedrichskoog bei ca. 26%. Dies kann eingeordnet werden als Stellenwert einer Leitökonomie (NIT 2021). In Neuwerk stellt der (Wattenmeer-) Tourismus mit einem Einkommensanteil von sicher mehr als 90% den existenziellen Wirtschaftssektor dar, ohne den die Insel ökonomisch als nicht überlebensfähig gelten dürfte.

Kommunikation

Unabhängig von der tourismusfachlichen Bewertung der möglichen direkten Beeinflussung der Tourismuswirtschaft durch veränderte Angebotsfaktoren aufgrund von verbringungsbedingten Sedimentverlagerungsprozessen wurde festgestellt, dass von allen Seiten Mutmaßungen über die Wirkungen der Sedimentverbringung auf die touristische Qualität im Raum der Außenelbe geäußert werden.

So befürchten die im Untersuchungsbereich gelegenen Kommunen, dass die Unterbringung von Baggergut zu einer Beeinträchtigung der Küste und der Elbmündung als Tourismusregion durch eine verstärkte Verschlickung von Freizeithäfen, Stränden und anderen touristisch wertvollen Bereichen führen kann. Insbesondere wird die zukünftige Erreichbarkeit der Insel Neuwerk (per Schiff, Wattwagen und zu Fuß) mit Besorgnis gesehen.

Diese geäußerten Sorgen können zu einer ungünstig indirekten Wirkung auf das Image der Reiseziele führen, und tourismuswirtschaftliche Effekte nach sich ziehen, die die direkten Wirkungen der Baggergutverbringung bei Weitem übertreffen.

Zusammenfassend nennen die Autoren die folgenden potenziellen tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen durch das geplante Vorhaben für die oben angegeben touristischen Schwerpunktzonen (NIT 2021), wobei festzuhalten ist, dass die folgenden Einschätzungen auf einer ganzjährigen Verbringung beruhen – und nicht wie geplant auf 4 ½ Monate im Zeitraum Anfang November – Mitte März beschränkt sind.

- Cuxhaven – Häfen und Grünstrand „Grimmershörner Bucht“

Die küstennahen Bereiche der Außenelbe vor Cuxhaven sind als Folge der geplanten Baggergutverbringung im Vergleich zu vielen anderen Standorten an der Außenelbe deutlicher von Sedimentauflagen (s. auch Kap. 5.1.3) betroffen. Dies ist prinzipiell ein Risiko für

tourismuswirtschaftliche Nutzungen in dieser touristischen Zone. Allerdings ist die Wirkung auf die touristischen Angebote eher gering, d. h. weder fällt eine aktuelle touristische Nutzung vollständig aus, noch werden eher wahrscheinliche Veränderungen der touristischen Angebote zu einer geringeren Nutzung führen. Infolgedessen gibt es in dieser touristischen Schwerpunktzone je nach Angebotsfaktor keine oder eher geringe tourismuswirtschaftliche Auswirkungen.

- Cuxhaven/Duhner Watt und Sahlenburger Watt, Sandstrände Sahlenburg bis Duhnen/Döse (unterbrochen von dem Bereich Duhner Anwachs)

Für den Tourismus im Nordseeheilbad Cuxhaven sind die Sandstrände vor Sahlenburg bis nach Duhnen/Döse und die Wattgebiete des Duhner und des Sahlenburger Watts von einem herausragenden touristischen Stellenwert. Verbringungsbedingte zusätzliche Sedimentauflagen im Wattbereich im Abschnitt Duhnen/Döse sowie im Abschnitt Sahlenburg werden für Zeiten ruhigen Wetters und ruhigen Seegangs in eher in geringem Ausmaß, d. h. im niedrigen Millimeterbereich prognostiziert. In den Strandbereichen von Duhnen, Döse und Sahlenburg sind keine zusätzlichen Auflagen zu erwarten. Die Wirkung der Baggerschuttverbringung auf die touristischen Angebote in den betrachteten Zonen und auf deren touristischen Angebote ist daher gering. Somit werden für die Badestrände im Bereich Duhnen/Döse wie auch für Sahlenburg keine tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen erwartet.

Gesamtkommunale tourismuswirtschaftliche Auswirkungen wird es – separat als Folge des Verbringvorhabens – trotz der oben genannten Wirkungen im Bereich der Wattbereiche vor Sahlenburg und Duhnen/Döse für Cuxhaven nicht, schlimmstenfalls in eher geringem Ausmaß geben. Lediglich kleinteilige, einzelbetriebliche Auswirkungen für strandnahe Gastronomien und Dienstleistungen können nicht ausgeschlossen werden.

- Otterndorf/Sportboothafen, Otterndorfer Watt und Badestrand

Die touristischen Schwerpunktzonen Sportboothafen, Otterndorfer Watt und Badestrand an der Wasserkante Otterndorfs sind neben den Innenstadtqualitäten, dem Beherbergungs- und Freizeitangebot etc. die Aushängeschilder des Nordseeurlaubs in dem Nordseebad.

Als Folge einer Sedimentverbringung ergibt sich, dass die küstennahen Bereiche vor Otterndorf im Vergleich zu anderen Orten des Untersuchungsraums wenig von Sedimentauflagen betroffen sein werden, und zwar im (sehr geringen) Millimeterbereich. Grundsätzlich sind Risiken für tourismuswirtschaftliche Nutzungen in den Zonen Otterndorfer Watt, Otterndorfer Badestrand und Sportboothafen Otterndorf nicht vollständig auszuschließen, aber die Wirkung dieser Änderungen ist als gering einzustufen. Demzufolge

sind die tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen des Verbringvorhabens in Otterndorf als eher gering zu bewerten.

- Friedrichskoog/ Badestrand, Trischendamm und Friedrichskooger Watt

Die touristischen Schwerpunktzonen Badestrand, Trischendamm und Friedrichskooger Watt in der Gemeinde Friedrichskoog stellen als Eingangstore zum Nationalpark und UNESCO Weltnaturerbe Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer das Rückgrat des Tourismus im Ort dar. Es ist davon auszugehen, dass die küstennahen Bereiche der Außenelbe vor Friedrichskoog im Vergleich zu anderen Standorten an der Außenelbe noch weniger von verbringungsbedingten Sedimentauflagen betroffen sein werden, die sich (ganzjährig) im sehr geringen Millimeterbereich bewegen. Da angesichts der Grenzen der räumlichen Auflösung der Modellierung eine kleinräumliche Sedimentauflage am Rande des sehr langen Trischendamms nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, werden die Auswirkungen des Verbringungsvorhabens auf Friedrichskoog als eher gering bewertet.

- Kaiser-Wilhelm-Koog /Watt

Das Watt im Küstenbereich der Nationalparkanrainergemeinde Kaiser-Wilhelm-Koog hat eine Bedeutung als Landschaftsbildfaktor sowie als Standort von geführten Wattwanderungsaktivitäten, die jedoch im Vergleich zu dem Bereich Neuwerk nur in geringer Häufigkeit im Wochen- und Jahresverlauf stattfinden. Durch das sehr weitläufige Vorland ist die individuelle Erkundung des Watts weniger attraktiv als in z. B. Friedrichskoog und tourismuswirtschaftlich für die Gemeinde Kaiser-Wilhelm-Koog vor allem als Kulisse bedeutend.

Durch die Baggergutverbringung werden hier die küstennahen Bereiche im Vergleich zu anderen Standorten an der Außenelbe deutlich weniger von Sedimentauflagen betroffen sein und die Auswirkungen als eher gering bewertet.

- Neufelderkoog/Watt

Das Watt im Küstenbereich der Nationalparkanrainergemeinde Neufelderkoog ist vorrangig als Landschaftsbildfaktor wichtig für die Gäste, weniger als Aktivitätsraum. Davon abgesehen ist dieser Bereich in Bezug auf den Tourismus für die Gemeinde von nachgeordneter Bedeutung. Im Vergleich zu anderen in der Studie betrachteten Standorten wird das Gebiet deutlich weniger von Sedimentauflagen betroffen sein werden und keine tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen erfahren.

- Neufeld/ Hafenbereich und Watt

Touristischer Schwerpunkt in der Gemeinde Neufeld ist der Hafenbereich und Wohnmobilstellplätze sowie Gastronomie, der Bereich des Watts vor dem Küstenabschnitt Neufelds ist nur nachrangig, da er lediglich als Landschaftsbildattraktion vom Deich funktioniert, aber als Aktivitätsraum nur wenig touristische Bedeutung innehat.

Es wird davon ausgegangen, dass die küstennahen Bereiche vor Neufeld möglicherweise im Jahresverlauf von Sedimentauflagen im Millimeterbereich betroffen sein können. Tourismuswirtschaftlich sind diese aber in Neufelds Wattzone aufgrund fehlender umsatzrelevanten Nutzungen nicht von Bedeutung. Im Hafen inklusive seines Fahrwassers kann es im geschilderten Ausmaß zu Veränderungen des touristischen Angebots geben, die ein Risiko darstellen, eher wahrscheinlich sind und sich eher hoch tourismuswirtschaftlich auswirken können. Auswirkungen auf die Wohnmobilstellplatzauslastung und/oder die ansässige Gastronomie sind nicht bewertbar.

- Neuwerk/ Fahrwasser und Anleger, Neuwerker Watt (inkl. Südseite der Insel / Segelhafen), Scharhörner Watt und Kleiner Vogelsand

Der Tourismus auf Neuwerk ist mit nahezu 100% Wertschöpfungsanteil der zentrale Wirtschaftsfaktor auf der Insel und ein sehr sensibles Gesamtsystem aus verschiedenen touristischen Schwerpunktzonen: Fahrwasser und Anleger, Neuwerker Watt (inkl. Südseite der Insel / Segelhafen), Scharhörner Watt und Kleiner Vogelsand, die voneinander (teilweise nahezu vollständig) abhängig sind. Bereits aktuell ist der Tourismus auf Neuwerk aufgrund aktuell stattfindender morphodynamischer Prozesse in Bezug auf die Erreichbarkeit in seiner ökonomischen Funktionsfähigkeit stark gefährdete Prozesse. Betroffen sind sowohl das Fahrwasser für die Schiffsverbindung als auch die Prielquerungen der Wattwege nach Cuxhaven, sowohl nach Duhnen als auch nach Sahlenburg.

Es ist davon auszugehen, dass es verbringungsbedingte Sedimentauflagen in den touristischen Schwerpunktzonen um Neuwerk mit hoher Wahrscheinlichkeit geben wird, welche vom Grundsatz her ein Risiko für das touristische Angebot darstellen. Allerdings sind die möglichen Betroffenheiten in Folge des Verbringvorhabens isoliert betrachtet eher wenig wirkungsvoll und würden für sich genommen nicht zu existenziellen tourismuswirtschaftlichen Auswirkungen führen. Zusammen mit der bestehenden Querungsproblematik der Wattwege, können allerdings mögliche ganzjährige und seewetterbedingt schwankende Sedimentauflagen zu einer theoretischen, faktisch aber nicht im messbaren Umfang auftretenden weiteren Verschärfung der Erreichbarkeit Neuwerks führen.

6.3 Schifffahrt

Die geplante Verbringstelle Hamburger Außenelbe befindet sich südlich neben der Fahrrinne bzw. eines Hauptverkehrsweges für die (Groß)Schifffahrt. Eine Sperrung der Verbringstelle für den Schiffsverkehr ist nicht vorgesehen.

Eine direkte Beeinträchtigung des durchgehenden Schiffsverkehrs durch die Einbringung von Baggergut an der Verbringstelle ist bei einem Betrieb von bis zu zwei Laderaumsaugbaggern pro Tag nicht zu erwarten. Aufgrund der vorherrschenden Dynamik des Gebietes (Erosions- und Sedimentationsprozesse) und basierend auf den Ergebnissen der BAW (2021) wird langfristig nicht mit einer Akkumulation von umgelagertem Sediment auf der Verbringstelle und im Bereich der Fahrrinne gerechnet. Beim weiteren Transport vermischt sich das verbrachte Baggergut mit dem vorhandenen Sediment und wird weitläufig verteilt. Im Bereich „Neuwerk-Reede“ ist kurzfristig mit einer zeitlich und örtlich begrenzten Sedimentauflage zu rechnen. Langfristig wird aufgrund der vorherrschenden Strömungsverhältnisse kein schluffiges Baggergut verbleiben, lediglich sandiges Material kann zur Ablagerung kommen, aber aufgrund der starken morphodynamischen Aktivität ist keine vorhabensbedingte Erhöhung der Sohle, die über wenige Zentimeter hinaus geht, zu erwarten. In bereits bestehenden Sedimentationsschwerpunkten lagert sich mit dem Hintergrundsediment anteilig auch Sediment aus der Verbringung ab und wird, wenn diese Bereiche von der Schifffahrt genutzt und unterhalten werden, wieder mobilisiert und entfernt. Dies ist z.B. bei den tideoffenen Hafenbecken in Cuxhaven sowie die Einfahrten in den Nord-Ostsee-Kanal der Fall: Für diese Bereiche zeigt das hydrodynamisch-numerische Modell eine Akkumulation von Sediment aus der Verbringung. Diese Bereiche unterliegen jedoch intensiver nautischer Nutzung und einer regelmäßigen Unterhaltung, was bei der Modellierung nicht berücksichtigt wird. In der Realität wird diese Sedimentation deshalb nicht wirksam.

Des Weiteren befindet sich die Fahrrinne, die zu der Insel Neuwerk führt, in der Nähe der geplanten Verbringstelle. In diesem Bereich ist infolge der geplanten Sedimentverbringungen mit Ablagerungen im Millimeterbereich zu rechnen. Selbst wenn diese in der nautisch genutzten Rinne auftreten würden (eine derart kleinräumige Prognose ist nicht möglich) entstünde daraus keine Minderung der Nutzbarkeit.

6.4 Hochwasser- und Küstenschutz

Aus Sicht des Küstenschutzes könnte sich theoretisch eine Betroffenheit aus der Verdriftung von Feinsedimenten in Richtung der Küstenbereiche ergeben und Maßnahmen des Küstenschutzes betreffen, wie

- Küstenschutzdünen
- Wellenbrecher (Buhnen, Tetrapoden)
- Deckwerke
- Absperrbauwerke

Alle diese Elemente sind jedoch äußerst robust konzipiert und ein Effekt auf Funktion oder Verschleiß durch das maßnahmenbedingte minimale Mehrangebot feiner Sedimente daher allenfalls hypothetisch.

Grundsätzlich positiv, wenn auch aufgrund der geringen Mengen ebenfalls eher hypothetisch, ist die Bereitstellung von Sediment in Bezug auf das Mitwachsen der Vorländer und Watten zu bewerten.

7 Auswirkungen für das Weltnaturerbe

Das Wattenmeer in den Niederlanden, Dänemark und Deutschland wurde in den Jahren 2009 bis 2014 als UNESCO Welterbe ausgewiesen. In Deutschland ist das Welterbe Wattenmeer weitgehend deckungsgleich mit den Nationalparken „Niedersächsisches, Schleswig-Holsteinisches und Hamburgisches Wattenmeer“. Die Nationalparkverwaltungen sind jeweils auf Bundesländerebene angesiedelt. Für die trilaterale Kooperation (NL, DK, D) wurde bereits 1987 das „Gemeinsame Wattenmeersekretariat“ in Wilhelmshaven gegründet, das heute für die grenzüberschreitenden Belange des Welterbes Wattenmeer zuständig ist.

Die „*Richtlinien für die Durchführung des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturbes der Welt*“ legen die Kriterien fest, die ein Welterbe erfüllen muss:

- (viii) außergewöhnliche Beispiele der Hauptstufen der Erdgeschichte darstellen, einschließlich der Entwicklung des Lebens, wesentlicher im Gang befindlicher geologischer Prozesse bei der Entwicklung von Landschaftsformen oder wesentlicher geomorphologischer oder physiographischer Merkmale;
- (ix) außergewöhnliche Beispiele bedeutender im Gang befindlicher ökologischer und biologischer Prozesse in der Evolution und Entwicklung von Land-, Süßwasser-, Küsten- und Meeres-Ökosystemen sowie Pflanzen- und Tiergemeinschaften darstellen;
- (x) die für die In-situ-Erhaltung der biologischen Vielfalt bedeutendsten und typischsten Lebensräume enthalten, einschließlich solcher, die bedrohte Arten enthalten, welche aus wissenschaftlichen Gründen oder ihrer Erhaltung wegen von außergewöhnlichem universellem Wert sind. (Richtlinien, Rn. 77)

Dabei muss eine Welterbestätte „...auch die Bedingungen der Unversehrtheit und/oder Echtheit erfüllen“ (Richtlinien, Rn. 78)

Der „Außergewöhnliche Universelle Wert des Welterbes Wattenmeer“ wird für die drei oben genannten Kriterien aus den Richtlinien folgendem Dokument beschrieben:

<https://www.auswaertiges-amt.de/blob/2295386/578e2eb8e998d837eb04bc3008480f1f/33-wattenmeer-data.pdf>

Die konkreten Regeln zum Schutz der Welterbestätten ergeben sich aus Gesetzen und sonstigen Vorschriften auf nationaler und lokaler Ebene (Richtlinien, Rn. 98).

98. Maßnahmen durch Gesetze und sonstige Vorschriften auf nationaler und lokaler Ebene sollten den Schutz des Gutes vor gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und anderen Belastungen oder Veränderungen gewährleisten, die nachteilige Auswirkungen auf den außergewöhnlichen universellen Wert einschließlich der Unversehrtheit und/oder der Echtheit des Gutes haben könnten. Die Vertragsstaaten

sollten ferner die vollständige und wirksame Umsetzung dieser Maßnahmen sicherstellen.

Im Fall des deutschen Teils des Welterbes Wattenmeer sind das die jeweiligen Nationalparkgesetze und ggf. ergänzend der Trilaterale Wattenmeerplan.

In Bezug auf das geplante Vorhaben der Baggergutverbringung in die Hamburger Außenelbe besteht keine rechtliche Anforderung einer Prüfung durch bzw. zur Information der UNESCO. Für die Erreichung des Zwecks der Welterbekonvention sind im Einzelfall die jeweils geltenden naturschutzrechtlichen Bestimmungen des Bundes bzw. landesrechtliche Bestimmungen maßgeblich. Da die Nationalparke auch das nationale Schutzregime für die jeweiligen EU-FFH-Gebiete darstellen, basieren der Schutz des UNESCO-Welterbes Wattenmeer und der Schutz der FFH-Gebiete auf derselben Grundlage. Daraus ergibt sich, dass die FFH-Verträglichkeitsuntersuchung bzw. Voruntersuchung auch die „UNESCO-Verträglichkeit“ mit abdeckt. Können erhebliche Beeinträchtigungen der FFH-Gebiete ausgeschlossen werden, gilt das automatisch auch für das Welterbe. Können sie nicht ausgeschlossen werden, wäre allerdings gesondert zu klären, ob auch die Erfüllung der viel allgemeiner formulierten UNESCO-Welterbekriterien gefährdet ist.

Daher hat die HPA die IBL Umweltplanung GmbH beauftragt, ein Fachgutachten zu erstellen, in dem die Vereinbarkeit der geplanten Baggergutverbringung mit

- nicht nur der Verträglichkeit von Projekten nach § 34 BNatSchG, sondern auch
- den Bewirtschaftungszielen nach § 44 i.V.m. § 27 WHG und nach § 45a WHG,
- dem Biotopschutz nach § 30 Abs. 2 BNatSchG,
- dem Artenschutz nach § 44 Abs. 1 BNatSchG, sowie
- der Eingriffsregelung nach § 14 f. BNatSchG

untersucht werden sollte.

Die Ergebnisse des Fachbeitrages (IBL Umweltplanung 2022) werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

EU-FFH-Richtlinie und Vogelschutz-Richtlinie

Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens sind für acht EU-FFH-Gebiete und sieben EU-VS-Gebiete in einer weitergehenden FFH-Voruntersuchung bezüglich der vorhabendingen Verträglichkeit gegenüber den Erhaltungszielen und maßgeblichen Bestandteilen der angrenzenden Gebiete gemeinschaftlicher Bedeutung und besonderen europäischen Schutzgebiete der Natura 2000-Gebietskulisse untersucht worden. Im Ergebnis der Natura 2000-Verträglichkeitsuntersuchung sind weder direkte noch indirekte negative Auswirkungen

auf Schutzgegenstände aller untersuchten FFH- und EU-VS-Gebiete, auch im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten (Summation), über geplante Verbringdauer von 5 Jahren zu erwarten, die offensichtlich geeignet sein können, erhebliche Beeinträchtigungen zu verursachen.

Besonderer Biotop- und Artenschutz

Weder die Verbringstelle noch der sublitorale Nahbereich weisen Strukturen oder Artvorkommen auf, die faktisch oder nach Verdacht einem der betroffenen Flächen, den nach § 30 Absatz 2 BNatSchG gesetzlich geschützten sublitoralen Biotopen zugeordnet werden können. Auch werden die Watten vorhabenbedingt nicht strukturell verändert und bleiben somit funktional wie strukturell erhalten. Der gesetzliche Biotopschutz ist vorhabenbedingt nicht betroffen.

Mangels vorhandener Standorte und Vorkommen, können aus dem Vorhaben keine Zugriffsverbote für streng geschützte Pflanzenarten eintreten. Verbotstatbestände des § 44 BNatschG hinsichtlich streng geschützter Tierarten (wie z.B. Europäische Vogelarten und Schreiswal) werden ausgeschlossen.

Eine Verletzung der Verbotstatbestände des § 44 Abs.1, Nr. 1, 2 und 3 BNatSchG kann für alle betrachteten Pflanzen und Tiere ausgeschlossen werden.

WRRL

Für die zu untersuchenden biologischen und chemischen Qualitätskomponenten aller untersuchten Oberflächenwasserkörper (OWK) wurde dargelegt, dass vorhabenbedingt keine veränderte Zustandsbewertung zu erwarten ist. Für die direkt betroffenen OWK „Außenelbe Nord“ (N3-5000-04-01), OWK „Westliches Wattenmeer der Elbe“ (N4-5900-01) und OWK „Küstenmeer Elbe“ (N0-5000) ergibt sich eine vorhabenbedingt veränderte Gesamtbewertung des ökologischen und chemischen Zustands demnach nicht.

MSRL

Durch das geplante Vorhaben der Nutzung des Verbringstellenbereichs „Hamburger Außenelbe“ ist keine Verschlechterung des Zustands der Meeresgewässer zu erwarten. Des Weiteren sind keine vorhabenbedingten Veränderungen zu erwarten, die die Zielerreichung (guter Zustand der Meeresgewässer) erschweren. Die Zulassung einer Ausnahme von den Zielen zur Erreichung des guten Zustands nach § 45g Abs. 2 WHG ist daher nicht erforderlich.

Fazit

Da sich aus den nur geringen Umweltauswirkungen durch die geplante Nutzung der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ keinerlei Änderung des Schutzstatus des Wattenmeeres gegenüber dem bestehenden Schutzregime insbesondere durch Nationalparkgesetze, EU- FFH- und Vogelschutzrichtlinie, Wasserrahmen- und Meeressstrategierahmenrichtlinie ergeben wird, ändert sich auch nichts an der zugrunde liegenden Bewertung des UNESCO Welterbe-Status.

8 Monitoringkonzept

Die Aussagen der vorliegenden Auswirkungsprognose beruhen auf den Ergebnissen des hydrodynamisch – numerischen Modells der BAW (2021). Sie können immer nur unter den bereits genannten Modellgrenzen und Randbedingungen gelten. Die tatsächlichen Mengen und die Zusammensetzung des Sedimentes, welches nach dem Verbringvorgang absinkt oder verdriftet, sind erstens von zukünftigen hydrologischen und meteorologischen Entwicklungen und zweitens von der Unterhaltungspraxis abhängig. Die künftige Ausprägung relevanter Parameter im Wirkraum der Verbringstelle Hamburger Außenelbe und mögliche Veränderungen gegenüber dem IST-Zustand können durch begleitende Monitoringmaßnahmen erkannt und dokumentiert werden, wobei die Monitoringergebnisse aufgrund der elbtypischen Dynamik und des Zusammenwirkens verschiedener anthropogener Tätigkeiten voraussichtlich keine direkten Rückschlüsse auf Ursachen erlauben werden. Aufgrund der Nähe zur WSV Verbringstelle „Neuer Lüchtergrund“ wurde das Monitoringprogramm nicht nur mit der BUKEA, sondern auch mit der WSV und weiteren Expert:innen (BAW, BfG) abgestimmt.

Die Berichterstattung erfolgt im Rahmen eines integrierten Reports zu den Hamburger Verbringstellen, d.h. zusammen mit dem jährlichen Bericht zur VS Neßsand. Der Auswertungsumfang sowie die Heranziehung von Daten anderer Messprogramme, z.B. der Länder oder der BfG, zur Interpretation der gewonnenen Ergebnisse der VS „Hamburger Außenelbe“ kann unterschiedlich sein und ergibt sich aus den der HPA vorliegenden Daten. Eine übergreifende Evaluierung des Sedimentmanagements und ggf. eine Aktualisierung der Auswirkungsprognose bietet sich nach 2 Jahren an und soll in Abstimmung mit der BUKEA erfolgen.

Vor Beginn des Vorhabens wurde ein Monitoringprogramm erstellt, welches **Naturmessungen** enthält, die wenn nötig mit **numerischen Modellanwendungen** als Hinweis für mögliche Probenahmestellen rückgekoppelt werden und die Ergebnisse **bestehender Messprogramme** einbezieht (Anhang 18). Laut BAW (2021) können beide Methoden sich gegenseitig ergänzen, indem beispielsweise aus den Modellergebnissen die Hauptsedimentationsgebiete für eine gezielte Beprobung identifiziert werden. Daten aus so konzipierten Naturmessungen können in eine aktualisierte Kalibrierung und Validierung des numerischen Modells einfließen, um jederzeit hochwertige Modellergebnisse unter Berücksichtigung der neuesten Daten als Entscheidungsgrundlage für die Umlagerungspraxis im Sinne eines flexiblen und adaptiven Sedimentmanagementkonzeptes berücksichtigen zu können.

Neue Naturmessungen im Rahmen des Monitorings zur Verbringungsstelle Hamburger Außenelbe werden mit den Untersuchungen der Auswirkungen der Baggergutverbringung zum Neuen Lüchtergrund abgestimmt und wenn möglich mit bestehenden Kampagnen gekoppelt. Die gewonnenen Daten sollen für beide Verbringstellen genutzt werden.

- Insbesondere werden die Untersuchungen zur **Gewässermorphologie** (jährlich stattfindende Peilungen) zur Sedimentation sowie zum Schwebstofftransport im Bereich der Verbringstellen „Hamburger Außenelbe“ und „Neuer Lüchtergrund“ und ihrer Umgebung, aber auch in der Elbmündung durchgeführt und mit bestehenden Daten bzw. Untersuchungen abgeglichen – wobei die bestehende Dynamik und natürliche Variation der Prozesse berücksichtigt werden muss.
- Des Weiteren wird nicht nur auf der Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ und ihrer Umgebung sowie auf ausgewählten Transekten im Watt des Nationalparks „Hamburgisches Wattenmeer“, sondern auch beim „Neuen Lüchtergrund“ und Umgebung ein jährliches Überwachungsprogramm von **Sedimentparametern** (Körnung, TOC) und des **Nährstoff- und Schadstoffgehaltes** im Bereich der durch die Modellergebnisse determinierten Sedimentationsschwerpunkte bzw. Bilanzierungsräume (2, 4, 8, 35 und 54), in die ein verbringungsbedingter Sedimenteneintrag stattfinden wird, erfolgen.
- Das in der Auswirkungsprognose beschriebene Monitoring zur Bioakkumulation (Tabelle 38) wird fortgeführt. Auch bei einem ökotoxikologischen bzw. Biotamonitoring in Bezug auf Bioakkumulationsprozesse ist darauf hinzuweisen, dass es bisher nicht möglich ist, zwischen Schadstoffbelastungen aus unterschiedlichen Quellen bzw. natürlichem Eintrag aus den Ästuaren zu unterscheiden bzw. kausale Zusammenhänge zwischen Schadstoffgehalten in Biota und einzelnen Aktivitäten abzuleiten.
- Es wird bereits durch die FGG Elbe und das Ländermonitoringprogramm ein Phytoplanktonmonitoring in der Vegetationsphase durchgeführt. Des Weiteren werden zwei neu zu installierende Messsonden für Chlorophyll a, Trübung und Sauerstoffstromauf und stromab der VS „Neuer Lüchtergrund“ installiert. Ein darüber hinaus gehendes Monitoring wird als nicht sinnvoll erachtet, da durch zusätzliche Untersuchungen im Winter außerhalb der Vegetationsphase keine weiteren Aussagen bzgl. des Vorhabeneinflusses erzielt werden können.
- Eine Beobachtung der Seegrasentwicklung im Nationalpark „Hamburgisches Wattenmeer“ erfolgt von 2022- 2026, analog zu den jährlichen Untersuchungen im niedersächsischen Wattenmeer. Zusätzlich sollen im oder nahe des Seegrasgebietes zwei Trübungssonden installiert werden.

- Ein jährliches Überwachungsprogramm wird die Untersuchung der Entwicklung des Makrozoobenthos im Bereich der Verbringstelle und näheren Umgebung umfassen.

Daten aus bestehenden Mess- und Monitoringprogrammen (s. Anhang 18) im Rahmen von u.a. TMAP, WRRL, MSRL und Natura 2000, aber auch zu Tonne E3 können mit Blick auf das geplante Vorhaben zur Auswertung und Interpretation der vor Ort erzielten Messergebnisse herangezogen werden.

Die genannten Untersuchungen ermöglichen die systematische Beobachtung abiotischer und biotischer Parameter, auf die eine Vorhabenswirkung der Verbringstelle Hamburger Außenelbe zu erwarten oder potenziell möglich ist. Weitere Untersuchungen werden als nicht sinnvoll erachtet, da keine weiteren zweckdienlichen Hinweise bzgl. des Vorhabeneinflusses erwartet werden. Sollten sich aus dem jährlichen Monitoring Hinweise auf negative Veränderungen ergeben, ist zwischen Vorhabenträgerin und Umweltverwaltungen abzustimmen, ob zur Ursachenklärung weitere konkretere Untersuchungen zur jeweiligen Fragestellung Untersuchungen bzw. auch Ableitungen von Maßnahmen sinnvoll sind. Dazu erfolgt die Einrichtung einer Facharbeitsgruppe mit Vertretern der HPA und der BUKEA, die sich regelmäßig bzw. anlassbezogen (z.B. beim Vorliegen neuer Messergebnisse aus Kampagnen) austauscht.

9 Abkürzungsverzeichnis

Institutionen

BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BLANO	Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (seit 04/2018) bzw. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1986 bis 2013)
BMUB	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Vorgänger des BMU)
BSH	Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie
BUKEA	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Hamburg
FGG	Flussgebietsgemeinschaft, sofern nicht anders gekennzeichnet bezieht sich dies stets auf die Elbe
GDWS	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
HPA	Hamburg Port Authority AöR
LAVES	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
UBA	Umweltbundesamt
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Rechtliches

ASCOBANS	Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee, des Nordostatlantiks und der Irischen See
BnatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG)
GÜBAK	Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern
KmV	Kontaminanten-Verordnung
LNatSchG	Gesetz zum Schutz der Natur des Landes Schleswig-Holstein (Landesnaturschutzgesetz)

MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt, MSRL, in der Fassung der Richtlinie (EU) 2017/845 vom 17. Mai 2017)
OGewV	Oberflächengewässerverordnung (sofern nichts anderes angeführt wird, ist die Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373) gemeint)
OSPAR	Oslo-Paris-Konvention
Ramsar	Ramsar-Konvention
RHmV	Rückstandshöchstmengen-Verordnung
VS-RL	Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 79/409/EWG)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)

Allgemeines

B (im Kontext der VS-RL)	Brutvögel im Sinne der Vogelschutzrichtlinie
BZR	Bilanzierungsraum
D	Deskriptor (MSRL)
E3	Verbringstelle bei Tonne Elbe 3 (Die Verbringstelle liegt um die Koordinate 54° 03' N, 7° 58' E.)
EAC	Environmental Assessment Criteria
EcoQO	Ecological Quality Objectives (OSPAR)
EQR	Ecological Quality Ratio
ERL	Effect Range Low
FFH	Flora-Fauna-Habitat gemäß FFH-RL
FOSUST	Dialogforum „Strombau- und Sedimentmanagement“
FG	Frischgewicht
IBP	Integrierter Bewirtschaftungsplan Elbeästuar
JD-UQN	Jahresdurchschnitt-Umweltqualitätsnorm
Kap.	Kapitel
KEMP	koordiniertes Elbemessprogramm
KGS	Artenreiche Kies-, Grobsand- oder Schillgründe
KN	Kartennull
LBT	Leuchtbakterientest

LMHG	Lebensmittelhöchstgehalte
LRT	Lebensraumtyp
LRV	Laderaumvolumen
MAT	Mariner Algentest
Max	Maximalwert
MaxTrüb	Maximale Trübungszone
METHA	großtechnische Anlage zur mechanischen Trennung von Hafensediment der HPA
MQ	Jahresmittelwerte des Abflusses
n	Probenanzahl
NP	Nationalpark
OWK	Oberflächenwasserkörper
Perz.	Perzentil
pT	toxikologischer Exponent (<i>potentia Toxicologiae</i>) [beschreibt das toxikologische Potenzial einer Probe]
PW	Porenwasser
R (im Kontext der VS-RL)	Rastvögel im Sinne der Vogelschutzrichtlinie
R (im Kontext Rote Liste)	Status R „extrem selten, geografische Restriktion“
RW	Richtwert; sofern nicht anders gekennzeichnet, bezieht sich der Richtwert auf die GÜBAK
TMAP	trilaterales Monitoring- und Bewertungsprogramm für das Wattenmeer
Thw	Tidehochwasser
Tnw	Tideniedrigwasser
TS	Trockensubstanz
tTS	Tonnen Trockensubstanz
UQN	Umweltqualitätsnorm gemäß OGewV (2011, 2016)
UTM	(<i>Universal Transverse Mercator</i>): globales Koordinatensystem
V	Vorwarnliste (Status „V“) der Roten Liste
WHO-TEQ	WHO Toxizitätsäquivalente
ZHK-UQN	Zulässige Höchskonzentration Umweltqualitätsnorm

Gebietsansprache

AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BWS	Bundeswasserstraße
CW	Küstengewässer
KB	Köhlbrand
Koe	Köhlfleet
LHG	Landeshafengewässer (hierzu zählen die Gebiete: Köhlfleet und Köhlfleethafen, Parkhafen und Waltershofer Hafen, Vorhafen mit Kaiser-Wilhelm-Hafen, Südwesthafen und Hansahafen, Sandhaufen und Rethe Bl.2/3)
NE6, NE7	Norderelbe Blatt 6 und 7
Pa	Parkhafen
R	Referenzgebiet(e)
Re	Rethe
Sa	Sandauhafen
SE 5	Süderelbe, Blatt 5
VH	Vorhafen

Analytische Parameter

As	Arsen
Cd	Cadmium
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
DBT	Dibutylzinn
o,p'-DDD	Dichlordiphenyldichloethan o,p'-Isomer 2,4'-Isomer
p,p'-DDD	Dichlordiphenyldichloethan p,p'-Isomer / 4,4'-Isomer
o,p'-DDE	Dichlordiphenyldichloethen o,p'-Isomer 2,4'-Isomer
p,p'-DDE	Dichlordiphenyldichloethen p,p'-Isomer / 4,4'-Isomer
o,p'-DDT	Dichlordiphenyltrichloethan o,p'-Isomer 2,4'-Isomer
p,p'-DDT	Dichlordiphenyltrichloethan p,p'-Isomer / 4,4'-Isomer
DDX (Summe 6)	Summe: o,p-DDD, o,p-DDE, o,p-DDT, p,p'-DDD, p,p-DDE, p,p'-DDT
HCBD	Hexachlorbutadien
HBCDD	Hexabromcyclododecan
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan (Summe: α-, β-, γ- und d-Isomere)

α/α -HCH	alpha-Hexachlorcyclohexan
β/β -HCH	Beta-Hexachlorcyclohexan
d-HCH	delta-Hexachlorcyclohexan
γ/γ -HCH	gamma-Hexachlorcyclohexan, Lindan
Hg	Quecksilber
MBT	Monobutylzinn
N, TN	Stickstoff bzw. Gesamtstickstoff
Ni	Nickel
O ₂	Sauerstoff
P, TP	Phosphor bzw. Gesamtphosphor
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Summe
Pb	Blei
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PCB	polychlorierten Biphenyle, Summe
PeCB	Pentachlorbenzol
PFOS	Perfluoroctansäure
Si	Silikat
TBT	Tributylzinn
TeBT	Tetrabutylzinn
TOC	organische Substanz, Gesamtkohlenstoff
Zn	Zink

10 Literatur

Arcardis (2015): Artenschutzprüfung – Verbesserung der Fahrinne Eemshaven- Nordsee. P 66. Arcardis Nederland.

Aqua Tech (2021): Geophysikalische Untersuchungen Side Scan Sonar im Rahmen der geologischen Vorerkundung Außenelbe / nördl. Scharhörn. Im Auftrag von HPA.

Arens, S. (2020): Bewertung des ökologischen Zustands/Potenzials der Teilkomponente „Röhrichte, Brack- und Salzmarschen“ der niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässer – Stand 2019 - Bericht erstellt im Auftrag des NLWKN. Oldenburg. 57 Seiten u. 6 Seiten Anlagen.

Baltzer, J., Schaffeld, T., Ruser, A., Wölfig, B., Stührk, P., Siebert, U. (2018): Akustisches Monitoring von Schweinswalen im Wattenmeer für den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein und die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer 2018. Im Auftrag des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein.

BAW – Bundesanstalt für Wasserbau (2006): Fahrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe: Gutachten zu ausbaubedingen Änderungen von Hydrodynamik und Salztransport.

BAW & NLWKN (2019): Gemeinsame Stellungnahme von FSK und BAW: Veränderungen des Döser und Duhner Watt. Datum: 26. Juni 2019

BAW - Bundesanstalt für Wasserbau (2021): Hydromorphologische Wirkung der Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“ bei Elbe-km 749. B3955.03.06.10003

Bellebaum J., Diedrichs, A., Kube, J., Schulz, A., Nehls, G. (2006): Flucht- und Meidedistanzen überwinternder Seetaucher und Meeressenten gegenüber Schiffen auf See. Orn. Rundbrief Mecklenburg Vorpommern 45: 86-90.

Belpaire, C. & Goemans, G. (2007): Eels: Contaminant cocktails pinpointing environmental contamination. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 64, S. 1423–1436.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2002): Kommentar zur Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). BfG 1365.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2008): WSV-Sedimentmanagement Tideelbe – Strategien und Potenziale – eine Systemstudie. Ökologische Auswirkungen der

Umlagerung von Wedeler Baggergut, Untersuchung im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Cuxhaven. Bundesanstalt für Gewässerkunde, 314 S.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2011): Verfahren zur Bewertung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen. Dieser Bericht ist die Anlage 4 des Leitfadens zur Umweltverträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen des BMVBS (2007) (No. BfG-1559). Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde - 1763 (2014): Sedimentmanagement Tideelbe – Strategien und Potentiale – Systemstudie II, Ökologische Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial, Band 1 (2), Endbericht, Im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz .

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde – (2017a): Ökotoxikologische Bewertung von limnischem Baggergut bei Verbringungen in den marin/brackigen Bereich. Vermerk der BfG G3/210/1667 vom 26.04.2017.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde – 1930 (2017b): Auswirkungsprognose für die Unterbringung von Baggergut im Verbringstellbereich VSB 686/690 zwischen Elbe-km 686 und 690.

BFG - Bundesanstalt für Gewässerkunde – (2017c): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstraßen im Binnenland (HABAB-WSV 2017). Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt, Bonn, 29.12.2017.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde – 1922 (2017d): Auswirkungsprognose für die Unterbringung von Baggergut im Verbringstellbereich VSB 730/740 in der Außenelbe

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde- 1996 (2019a): Seehunde im Elbeästuar von Wedel bis Cuxhaven 2018/2019. Koblenz, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 31 S.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde (2019b): Aktualisierung der Auswirkungsprognose zur Baggergutverbringung in die Nordsee (Stelle Tonne E3).

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde – (2020a): BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" - Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluaten und Porenwässern. Bundesanstalt für Gewässerkunde.

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde – 2031 (2020b): Statistische Verfahren zur Prüfung der Einhaltung von Konformitätsregeln bei den Verbringungen an der VS Tonne E3. BfG.

BFG- Bundesanstalt für Gewässerkunde – 2067 (2021): Auswirkungsprognose für die Verbringung von Baggergut in den Verbringstellbereich VSB 730/740 in der Außenelbe.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (2011a): Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgrände im Meeres- und Küstenbereich. Definition und Kartieranleitung. Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG. Bundesamt für Naturschutz, Stand: Oktober 2011.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (2011b): Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna. Definition und Kartieranleitung. Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG. Bundesamt für Naturschutz, Stand: Oktober 2011.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (2013): Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept). https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/awz/Dokumente/schallschutzkonzept_BMU.pdf

BfN - Bundesamt für Naturschutz (2017): Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee – Beschreibung und Zustandsbewertung. Herausgegeben vom Bundesamt für Naturschutz. BfN-Skripten 477, Stand: 18.10.2017 <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript477.pdf>

BfN - Bundesamt für Naturschutz (2018) BfN-Kartieranleitung für „Riffe“ in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG, FFH – Anhang I – Lebensraumtyp (Code 1170). 70 Seiten. <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/BfN-Kartieranleitungen/BfN-Kartieranleitung-Riffe-in-der-deutschen-AWZ.pdf>

BioConsult (2015): Untersuchungen von Miesmuschelansiedlungen in der Tideelbe im Abschnitt km 713 – 723. Endbericht Untersuchungen 2010 – 2014. Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven.

BioConsult (2018): Die Fischfauna auf der Umlagerungsstelle Tonne E3 nördlich von Scharhörn Monitoringergebnisse 2005–2017. April 2018.

BioConsult (2019a): Die Wellhornschncke (*Buccinum undatum*) auf der Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn. Bestandsentwicklung 2006-2019 und Imposex. Studie im Auftrag von HPA. 53 Seiten. Unveröffentlicht.

BioConsult (2019b): Das Makrozoobenthos auf der Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn. Bestandsentwicklung 2015-2017. Bericht im Auftrag von HPA.

BioConsult (2019c): Analyse längerfristiger Daten zur Abundanz verschiedener Altersklassen des Stints (*Osmerus eperlanus*) im Elbästuar und den anderen Wattenmeerästuaren. Im Auftrag der Stiftung Lebensraum Elbe.

BioConsult (2021): Erfassung des Makrozoobenthos im Bereich einer geplanten Verbringstelle (VS 749) in Höhe Scharhörn. Ergebnisse Herbst 2020.

Biotopkartierung Hamburg (2019): Kartieranleitung und Biotopschlüssel. 3. Überarbeitete Auflage 2019.

BLANO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Nord- und Ostsee (2019): Marine Reporting Units.

http://mitglieder.meeresschutz.info/system/modules/dms/assets/ajax.php?rowid=290&source=16&file=files/dokumente/ERep/ordn_180611/MSRL_2018_MRU_Nordsee.xlsx
(abgerufen: Anfang 2021)

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Umsetzung der Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie – Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nordsee nach Artikel 9 Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie; verabschiedet vom BLANO am 30. Mai 2012; Stand: 13. Juli 2012; Herausgeber: BMU, Referat WA I 5; <http://www.meeresschutz.info/berichte.html>)

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept).

Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, N., Schwemmer, H. & Garthe, S. (2018): Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2018. Im Auftrag des BfN.

Brasseur, S., Czeck, R., Galatius, A., Jensen, L., Jeß, A., Körber, P. (2016): TSEG Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2015-2016. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

Brasseur, S., Czeck, R., Galatius, A., Jensen, L., Jeß, A., Körber, P. (2017): TSEG Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2015-2016. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

Brasseur S., Cremer J., Czeck R., Galatius A., Jeß A., Körber P., R., Siebert U., Teilmann J. & Klöpper S. (2018): TSEG grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2017-2018. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

Brasseur S., Carius F., Diederichs B., Galatius A., Jeß A., Körber P., Schop J., Siebert U., Teilmann J., Bie Thøstesen C. & Klöpper, S. (2020): EG-Seals grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2019-2020. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.

BSH (2015): Bundesfachplan Offshore für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Nordsee 2013/2014 und Umweltbericht. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, 12.06.2015.

https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Offshore/Bundesfachplan-Nordsee/Bundesfachplan-Offshore-Nordsee-2013-2014.pdf

BSH (2019): Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Hamburg, 28. Juni 2019.
https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Offshore/FEP/Flaechene_ntwicklungsplan_2019_Umweltbericht_Nordsee.html

BSH (2021): Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.

CEDA (2011): Underwater sound in Relation to Dredging. CEDA position paper. 7 November 2011. http://www.dredging.org/documents/ceda/html_page/2011-11_ceda_positionpaper_underwatersound_v2.pdf

Conradt, S. (2016): Neuer Schlafplatz der Lachseeschwalbe in den Niederlanden entdeckt. In: Verein Jordsand (Hrsg.): SEEVÖGEL: Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutze der Seevögel und der Natur e.V. Band 37, Heft 3, ISSN 0722-2947.

DHI (1981): Beilageheft zur Karte der Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht. Zu Nr. 2900. 13.S. Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2020): Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Forschungsbericht im Auftrag des Landesamtes für Küsten- und Naturschutz.

Dolch, T., Buschbaum, C. & K. Reise (2009): Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2008 Forschungsbericht zur Bodenkartierung ausgewählter Seegrasbestände. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.

Dolch, T., Buschbaum, C. & K. Reise (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. (2020): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand Februar 2020.

Duft, M., Schulte-Oehlmann, U., Tillmann, M., Markert, B., Oehlmann, J. (2003): Toxicity of triphenyltin and tributyltin to the freshwater mudsnail *Potamopygrus antipodarum* in a new sediment biotest. Environ. Tox. and Chem. Vol. 22, No. 1, pp145-152.

EC 1881 (2006): VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.

Eionet (2019): Marine Reporting Units des E-Reportings. Central Data Repository, https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/msfd_art17/2018reporting/spatialdata/envwwgyca/, (abgerufen: 08.04.2019).

Erftermeijer, P.L.A. & R.R.R. Lewis (2006): Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin* 52 (2006) 1553–1572.

Esselink P., van Duin W.E., Bunje J., Cremer J., Folmer E.O., Frikke J., Glahn M., de Groot A.V., Hecker N., Hellwig U., Jensen K., Körber P., Petersen J. & Stock M. (2017) Salt marshes. In: *Wadden Sea Quality Status Report 2017*. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded 23.02.2021. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/salt-marshes.

Essink, K. (1996): Die Auswirkungen von Baggergutablagerungen auf das Makrozoobenthos – Eine Übersicht der niederländischen Untersuchungen - In: Baggern und Verklappen im Küstenbereich - Auswirkungen auf das Makrozoobenthos; BfG Mitteilungen Nr. 11:12-17.

Essink, K. (1999): Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5: 69-80.

Evans, D. (2016): Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification - Report of a workshop held at the European Topic Centre on Biological Diversity, 12 & 13 May 2016. ETC/BD Working Paper N° A/2016. FFH-Bewertung 2013

Evers, E.H.G., Laane, R.W.P.M., Goeneveld, G.J.J., Olie, K. (1996). Levels, temporal trends and risks of dioxins and related compounds in the Dutch aquatic environment. *Organohalogen Comp.* 28, 117-122.

Faetsch, S., Heise, S., Karrasch, M., Kramer, A., Schlichting, N., (2021): Investigating the Reliability of Bioassays in Ecotoxicology – Addressing Questions of Reproducibility, Uncertainty and Interpretation. Abschlussbericht: EU-Interreg North Sea Region Project Sullied Sediments. Hamburg, Ottersberg. 50 Seiten.

FGG-Elbe – Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2015): Hintergrunddokument zu den wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen. „Ausrichtung auf ein nachhaltiges Wassermengenmanagement“ und „Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels“. 27 S.

FGG-Elbe – Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2013): Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe. Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. 383 S.

FGG Elbe– Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2018): Schadstoffuntersuchungen in Biota. Projektbericht. Sonderuntersuchungen im Rahmen des KEMP 2016. Hrsg. FGG Elbe. www.fgg-elbe.de.

FGG Elbe– Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2020): Entwurf der zweiten Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2022 bis 2027. Hrsg. FGG Elbe

FIUM (2021): zu den Auswirkungen der Verbringung von Hamburger Baggergut in die Hamburger Außenelbe in Höhe Elbe-km 749 auf die Fischerei in diesem Gebiet. Gutachten im Auftrag der HPA.

FOSUST – Forum Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe (2015): Ergebnisbericht. www.dialogforum-tideelbe.de

Freie und Hansestadt Hamburg (Behörde für Umwelt und Energie) (2019a): FFH-Landesbericht 2018. Erhaltungszustand FFH-Lebensraumtypen. [Pageflex Server \[document: D-DADB5F90_00001\] \(hamburg.de\)](#)

Freie und Hansestadt Hamburg (Behörde für Umwelt und Energie) (2019b): FFH-Landesbericht 2018. Erhaltungszustand FFH -Arten. [Pageflex Server \[document: D-7D82D42B_00001\] \(hamburg.de\)](#)

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

Gellermann, M. (2003): FFH-Verträglichkeitsprüfung auf unsicherem Boden? – UVP Report 17 (Sonderheft zum UVP Kongress 2002): 101-104.

Grüneberg, C., H.-G. Bauer, H. Haupt, O. Hüppop, T. Ryslavy & P. Südbeck (2015): The Red List of breeding birds of Germany, 5th edition, 30 Nov. 2015. Ber. Vogelschutz 52: 19–67.

Grünkorn, T. & Höschle, C. (2020): Seehund- und Kegelrobbenzählungen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Bericht von BioConsultSH im Auftrag der Nationalparkverwaltung im Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein.

GÜBAK. (2009). Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern. 39 S.

Guse, N., Markones, N., Borkenhagen, H., Schwemmer H., Markones, N. & Garthe, S. (2018): Monitoring von Seevögeln im Offshore-Bereich der schleswig-holsteinischen Nordsee im

Rahmen von Natura 2000. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), im Auftrag der Nationalparkverwaltung im Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN).

Hälterlein, B., Fleet, D.M. & H.-U. Rösner (1991): Gebietsdefinitionen für Brut- und Rastvögelzählungen an der schleswig-holsteinischen Westküste. Seevögel 12: 21-25.

Hagendorff, R., Nehring, S. Leuchs, H. (1996): Eine Literaturübersicht zum Thema „Auswirkungen erhöhter Schwebstoffgehalte durch Baggern und Verklappen auf Muscheln“. BfG Mitteilung 11.

Hanslik, M., Rahmel, J., Bätje, M., Knieriemen, S., Schneider, G. & S. Dick (1994): Der Jahresgang blütenbildender und toxischer Algen an der niedersächsischen Küste seit 1982. UBA-FB 95-056.

HPA & WSV (2008): „Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts für die Tideelbe“ (SSMK).

Hastings, M.C. & Popper, A. (2005): Effects of Sound on Fish. California Department of Transportation Contract 43A0139, Task Order 1. Available from URL: http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/Effects_of_Sound_on_Fish23Aug05.pdf

Hennig, V., Heining, R., Mendel, L.-C. & E. Tilse (2016): Flusseeschwalben (*Sterna hirundo* L.) und Stint (*Osmerus eperlanus* L.) in der Elbmündung – Die einzigartige Bestandsentwicklung und Nahrungsökologie der größten deutschen Flusseeschwalbenkolonie, Corax 23: 87-113.

Hinterding, A., Müller, A., Gerlach, N., & Gabel, F. (2003): Geostatistische und statistische Methoden und Auswerte-verfahren für Geodaten mit Punkt- bzw. Flächenbezug. Bundes-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO).

HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2002): Handbuch Altlasten: Analysenverfahren - Fachgremium Altlastenanalytik-, Wiesbaden.

HPA (2005ff): Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen. Teilbericht: Verbringung von Baggergut zur Tonne E3. Jahresberichte 2005 – 2018, Link: <http://www.hamburg-port-authority.de/de/presse/studien-und-berichte/Seiten/default.aspx>

https://www.bfn.de/0316_stekbriefe.html

<https://www.hamburg.de/standarddatenboegen/>

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/downloads-zu-natura-2000-46104.html#volstDat-VS

<https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/S/schutzgebiete/vogelschutz/Vogelschutzgebiete.html>

<https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/S/schutzgebiete/ffh/FFHSchutzgebiete.html?what=ffh>

http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/datenbogen/2323_402_SDB.pdf

<https://www.lufi.uni-hannover.de/fileadmin/lufi/seegangsatlas/aelbe/aelb.htm>

<https://www.lufi.uni-hannover.de/fileadmin/lufi/seegangsatlas/aelbe/aelb.htm>

<https://www.wasserblick.net/>

[http://Der Schweinswal - Schweinswale e.V. \(walschutz.org\)](http://Der Schweinswal - Schweinswale e.V. (walschutz.org))

<https://wp-de.wikideck.com/Lachseeschwalbe>

<https://www.Umweltbundesamt.de/daten/wasser/nordsee/schadstoffkonzentrationen-in-organismen-der-nordsee/>

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/natura2000/downloads_zu_natura_2000/downloads-zu-natura-2000-46104.html.

<https://www.fgg-elbe.de>

<https://www.kuestendaten.de>

<http://www.mdi.niedersachsen.de/>

IBL Umweltplanung (2012): Netzanbindung von Offshore-Windparks. Orientierungsrahmen Naturschutz für Anschlussleitungen. Abschnitt Seetrasse – Teil 1 – Festlegungen für die naturschutzfachlichen Unterlagen. P 21. IBL Umweltplanung GmbH Oldenburg.

IBL Umweltplanung (2022): Verbringung von Baggergut zur Verbringstelle „Hamburger Außenelbe“, Fachbeiträge zur Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 27 WHG und § 44 i.V.m. § 27 WHG sowie zur Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen nach § 45a WHG, zum Artenschutz nach § 44 Abs. 1 BNatSchG, zum Biotopschutz nach § 30 Abs. 2 BNatSchG, zur Verträglichkeit von Projekten nach § 34 BNatSchG und zur Eingriffsregelung nach § 14 ff. BNatSchG. IBL Umweltplanung GmbH im Auftrag der Hamburg Port Authority AöR, Oldenburg.

IBP (2012): Integrierter Bewirtschaftungsplan Elbeästuar, Arbeitsgruppe Elbeästuar, <http://www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php>

Informationsblatt aus dem Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, August-September 2006.

Jensen, L. F., Teilmann, J., Galatius, A., R. P., Czeck,R., Jess, A., Siebert, U., Körber, P., Brasseur, S. (2018): Wadden Sea Quality Status Report Marine mammals. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany

Käse, L., Kraberg, A.C., Metfies, K., Neuhaus, S., Sprong, P.A.A., Fuchs, R., Boersma, M. & K.H. Wiltshire , (2020): Rapid sucession drives spring community dynamics of small protists at Helgoland Roads, North Sea. Jour. Plankton Res. 42: 305-319.

Keller, O., Lüdemann, K. & R Kafemann (2006): Literature Review of Offshore Wind Farms with Regard to Fish Fauna. BfN-Skripten 186: 47-130.

Kempf, N. (2020): Mausernde Brandgänse im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer im Jahr 2020. Im Auftrag des Landesbetriebes für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein.

Kleefstra, R., Hornmann, M., Bregnalle, T., Frikke, J., Günther, K., Hälterlein, B., Körber, P., Ludwig, J. & Scheiffarth, G. (2019): Trends of Migratory and Wintering Waterbirds in the Wadden Sea 1987/1988 – 2016/2017. Wadden Sea Ecosystem No.39. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.

Koffijberg, K., Bregnalle, T., Frikke, J., Gnep, B., Hälterlein, B., Hansen, M.B., Reichert, J., Umland, J., van der Meij, T. (2020): Breeding birds in the Wadden Sea: Trends 1991-2017 and results of total counts in 2006 and 2012. Wadden Sea Ecosystem No. 40. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.

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.

Koschinski, S. (2007): Auswirkungen anthropogener Nutzungen und Anforderungen an marine Schutzgebiete für Meeressäugetiere in der südlichen und zentralen Nordsee. Bremen, S. 1-84.

Krebs, F. (1988): Der pT-Wert: ein gewässertoxikologischer Klassifizierungsmaßstab.- GIT Fachzeitschrift für das Laboratorium 32: 293-296 zugleich GIT Edition Umweltanalytik-Umweltschutz 1: 57-63

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: 301-307.

Krige, D. (1951): A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 52(6): 119 - 139.

Krüger, T. & Nipkow, M. (2015) : Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 4/2015: 181-260.

Krüger, T., Ludwig, J., Scheiffarth, G. & Brandt, T. (2020): Quantitative Kriterien zur Bewertung von Gastvögellebensräumen in Niedersachsen. Inform. d. Naturschutz Niedersachsen 2: 49-72.

Küfog (2020): Die Untersuchung der Qualitätskomponente Benthische Wirbellosenfauna gemäß WRRL und Koordiniertes Elbmessprogramm 2018 (KEMP 2018) in den Oberflächenwasserkörpern (OWK) der Tideelbe. Im Auftrag des Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN, Betriebsstelle Stade) & Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Hamburg.

Küfog GMBH, Steuwer, J. & Tydmers, S. (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 & Steuwer, J. (2020): Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2019. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des NLWKN.

Ladwig, N. (2010): Kritische Betrachtung von Eutrophierungstendenzen in der inneren Deutschen Bucht. Berichte, Forsch.- u. Technologiezentrum Westküste d. Univ. Kiel, Nr. 47, Büsum 2010 ISSN 0940 – 9475.

Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2008): Europäischer Vogelschutz in Schleswig-Holstein. Arten und Schutzgebiete.

LLUR (2010): Die Brutvögel Schleswig-Holsteins. Rote Liste. Schriftenreihe LLUR SH- Natur RL20. ISBN: 3-937937-45-8.

Markones, N. & Garthe, S. (2011): Monitoring von Seevögeln im Offshore-Bereich der schleswig-holsteinischen Nordsee im Rahmen von NATURA 2000. Zwischenbericht für die Nationalparkverwaltung im Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), Tönning.

Markones, N., Guse, N., Borkenhagen, K., Schwemmer, H., Garthe, S. (2015): Seevogelmonitoring 2014 in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Im Auftrag vom BfN.

Mattig F.R. (2017): Contaminants in bird eggs. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Last updated 21.12.2017. Downloaded Januar 2021. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/contaminants-in-bird-eggs.

Maßnahmenblatt für Bewirtschaftungsplan 2021-2026

MELUND (2020): FFH-Bericht 2019 des Landes Schleswig-Holstein ((Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 2020. auf: Inhalte - Monitoring und Berichte gemäß Artikel 17 FFH-Richtlinie - schleswig-holstein.de).

MELUR - Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2014): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins. (https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/artenschutz/Downloads/r1_saeuger_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Mendel, B., Sonntag, N., Wahl, J., Schwemmer, P., Dreis, H., Guse, N., Müller, S., Garthe, S. (2008): Artensteckbriefe von see- und Wasservögeln in der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Naturschutz und biologische Vielfalt 59. BfN Bonn- Bad Godesberg.

Mendel, B. & Garthe, S. (2010): Kumulative Auswirkungen von Offshore-Windkraftnutzung und Schiffsverkehr am Beispiel der Seetaucher in der Deutschen Bucht. Coastline Rep. 15: S. 31-44.

Meyer, C. & Niemeyer, H.D. (2009): Verschlückung im Bereich des Duhner Watts – Pilotstudie zur Ursachenabschätzung. Gutachten 05/2009, Forschungsstelle Küste, Norderney

Meyer, C. & A. Wurpts (2020): Wattweg und Fahrwasser nach Neuwerk -morphologisch-sedimentologische Untersuchung. Gutachten im Auftrag der Behörde für Umwelt, Klima, Energie & Agrarwirtschaft (BUKEA) der Freien und Hansestadt Hamburg, Nationalpark-Verwaltung Hamburgisches Wattenmeer. Herausgeber: Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Geschäftsbereich Gewässerbewirtschaftung und Flussgebietsmanagement.

Mikkelsen, L., Johnson, M., Wisniewska, D. M., van Neer, A., Siebert, U., Madsen, P. T., et al. (2019). Long-term sound and movement recording tags to study natural behavior and reaction to ship noise of seals. Ecol. Evol. 9, 2588–2601. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND) (2020): FFH-Bericht 2019 des Landes Schleswig-Holstein. Methodik, Ergebnisse und Konsequenzen.

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR) (2014): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins: Rote Liste

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (2020): ENTWURF Bewirtschaftungsplan (gem. Art. 13 EG-WRRL bzw. § 83 WHG) FGE Eider 3. Bewirtschaftungszeitraum 2022 – 2027.

Mitschke, A. (2016): Untersuchungen zu den verbreitet auftretenden Vogelarten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie in Schleswig-Holstein 2016 – Goldregenpfeifer, Neuntöter, Wespenbussard, Zergmöwe- Dritter Bericht. Unveröff. Gutachten, Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg (OAG) im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

Mischke, A. (2018): Rote Liste der Brutvögel in Hamburg. Im Auftrag der Behörde für Umwelt und Energie, Abtl. Naturschutz.

Müller D., Pfitzner S., Wunderlich M. (1998): Auswirkungen von Baggergutumlagerungen auf den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt von Fließgewässern. Wasser & Boden, Vol 50/10

Nachtsheim, D., Unger, B., Martinez, N.R., Schmidt, B., Gilles, A. & Siebert, U. (2020): Monitoring von marinen Säugetieren 2019 in der deutschen Nord- und Ostsee. Im Auftrag des BfN.

Natura 2000 network viewer (<http://natura2000.eea.europa.eu/>)

Newell, R.C., Seiderer, L.J., Hitchcock, D.R. (1998): The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 36, 127–178.

NLWKN (2011): Vollzugshinweise zum Schutz von Brutvogelarten in Niedersachsen. Wertbestimmende Brutvogelarten der EU-Vogelschutzgebiete – Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*). Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz. P7. Hannover.

NLWKN (2015): Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten – Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung – (Aktualisierte Fassung 1. Januar 2015) Teil A: Wirbeltiere, Pflanzen und Pilze. - Veröffentlichungen des Naturschutzes im NLWKN | Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (www.nlwkn.niedersachsen.de/)

OSPAR (2009): Background Document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

OSPAR (2010): Background document for seapen and burrowing megafauna communities. - Biodiversity Series 481/2010: 26

OSPAR (2014): OSPAR Guidelines for the Management of Dredged Material, Revision 2014

OSPAR (2014): Levels and trends in marine contaminants and their biological effects, CEMP Assessment Report 2013.

OSPAR (2017): Intermediate Assessment. <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/>

OSPAR (2021): Updated audit trail of OSPAR Environmental Assessment Criteria (EAC) and other assessment criteria used to distinguish above and below thresholds. Hazardous Substances and Eutrophication Series.

Pinkney, A.E., Matteson, L.L., Wright, D.A. (1990): Effects of tributyltin on survival, growth, morphometry, and RNA-DNA ratio of larval striped bass, *Morone saxatilis*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 19, S. 235–240.

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.

Ritzmann, A. & Wurpts, A. (2016): Morphologische und sedimentologische Entwicklung des Duhner Watts: Untersuchungsbericht 03/2016: 1-21. Scholz, S. & Klüver, N. (2009): Effects of endocrine disrupters on sexual, gonadal development in fish. Sexual development 3, S. 136–151.

Scholz, S. und Klüver, N., 2009: Effects of endocrine disrupters on sexual, gonadal development in fish. Sexual development 3, S. 136–151.

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.

Schwarz, J., K. Harder, H. von Nordheim & W. Dinter (2003): Wiederansiedlung der Ostseekegelrobbe (*Halichoerus grypus balticus*) an der deutschen Ostseeküste. Ergebnisse der Voruntersuchungen zu einem geplanten E+E-Vorhaben des Bundesamtes für Naturschutz, koordiniert vom Deutschen Meeresmuseum, Stralsund. Angewandte Landschaftsökologie Heft 54:206.

Schwemmer, P. & Garthe, S. (2006): Spatial patterns in at-sea behaviour during spring migration by little gulls (*Larus minutus*) in the southeastern North Sea. Journal of Ornithology 147: 354-366.

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. Ecol Appl. 21: 1851-1860.

SedNet (2004): Contaminated Sediments in European River Basins, European Sediment Research Network, www.SedNet.org

Sievers, J., Milbradt, P., Ihde, R., Valerius, J., Hagen, R., Plüß, A. (2021): An integrated marine data collection for the German Bight – Part 1: Subaqueous geomorphology and surface sedimentology (1996–2016). Earth System Science Data. <https://doi.org/10.5194/essd-13-4053-2021>.

Thiel, R. & R. Thiel (2015): Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs. Arteninventar, Ökologie, Verbreitung, Bestand. Rote Liste, Gefährdung und Schutz. Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.), 170 S.

Thiel, R., Winkler, H., Böttcher, U.; Dänhardt, A., Fricke, R., George, M., Kloppmann, M., Schaarschmidt, T., Ubl, C. & Vorberg, R. (2013): Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands. – 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): 11-76

Thomsen, F. Lüdemann, K., Kafemann, R. & W. Piper (2006): Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.

Umland, J. (2020): Programm zur ökologischen Dauerbeobachtung im Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer. Jahresbericht 2019. Gutachten im Auftrag der Behörde für Umwelt, Klima, Energie & Agrarwirtschaft (BUKEA) der Freien und Hansestadt Hamburg, Nationalpark-Verwaltung Hamburgisches Wattenmeer.

UBA - Umweltbundesamt (2018): Zustand der deutschen Nordseegewässer 2018. Aktualisierung der Anfangsbewertung nach §45c, der Beschreibung des guten Zustands der Meeresgewässer nach §45d und der Festlegung von Zielen nach §45e des Wasserhaushaltsgesetzes zur Umsetzung der Meerestrategie-Rahmenrichtlinie. Im Auftrage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des Bundesamtes für Naturschutz.

Viquerat, S., Gilles, A., Herr, H., Siebert, U., Gallus, A., Klügel, K., Benke, H. (2015): Monitoring von marinen Säugetieren 2014. Im Auftrag vom BfN.

Weilbeer, H., Winterscheid, A., Strotmann, T., Entelmann, I., Shaikh, S., Vaessen, B. (2021): Analyse der hydrologischen und morphologischen Entwicklung in der Tideelbe für den Zeitraum von 2013 bis 2018. In: Die Küste, 89, 2021. DOI <https://doi.org/10.18171/1.089104>

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

Zidowitz, H., Kaschner, C., Magath, V., Thiel, R., Weigmann, S., Thiel, R. (2017): Gefährdung und Schutz der Haie und Rochen in den deutschen Meeresgebieten der Nord- und Ostsee. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz. BfN-Skripten 450.

Gesetze, Verordnungen und Umweltrichtlinien

EC 1881 (2006): Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.

KmV (2010): Verordnung zur Begrenzung von Kontaminanten in Lebensmitteln.

OGewV (Oberflächengewässerverordnung: Verordnung des Bundes zum Schutz der Oberflächengewässer) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1371). Ersetzt OGewV vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429), zitiert als OGewV(2011).

Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (VRL), ABl. L 20 vom 26.1.2010, in der geltenden Fassung

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie), FFH-Richtlinie, ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7, in der geltenden Fassung.

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der

Wasserpolitik (WRRL), ABI. L 327 vom 22.12.2000, S. 1. Zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/39/EU

Schleswig-Holsteinische Landesverordnung für gesetzlich geschützte Biotope (Biotoptverordnung) (2019). Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein 2019; Ausgabe 27.Juni 2019.

Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV): Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemitteln und sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln, in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Oktober 1999 (BGBl. I S. 2082; 2002 I S. 1004), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. März 2010 (BGBl. I. S. 286)

Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (MSRL), ABI. L 164 vom 2.6.2008, S. 19, in der geltenden Fassung.

(§ 30 BNatSchG; Bundesnaturschutzgesetz)

§24 2 NAGBNatSchG (Niedersächsisches Ausführungsgesetz),

§ 21 NatSchG iVm. Landesverordnung über gesetzlich geschützte Biotope 2019 (Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein),

§14 HmbBNatSchAG (Hamburgisches Gesetz zur Ausführung des BNatSCHG

11 Anhänge

Anhang 1

Mittlere und maximale Freigabeergebnisse einzelner Hafenbereiche von 2016 bis 2019

		KB 16-19			NE6 16-19			NE7 16-19			SE5 16-19		
		Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	30	2,2	32,3	28	3,0	31,8	30	1,8	31,5	31	4,3	33,9
Blei < 20 µm	mg/kg TS	84	6,9	94,0	76	3,0	78,9	78	7,0	86,6	83	5,5	88,5
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	2,7	0,3	3,0	1,5	0,4	2,1	1,5	0,4	2,0	2,5	0,2	2,8
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	77	14	96,6	68	10,5	83,0	68	1,8	69,1	76	6,9	86,0
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	68	6,3	76,3	51	4,9	55,4	54	6,6	62,1	66	9,9	76,0
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	41	2,2	44,5	38	3,5	42,5	38	2,6	41,3	40	1,1	41,0
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	1,1	0,3	1,5	0,8	0,2	1,1	0,9	0,3	1,2	1,1	0,3	1,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	601	39	659,0	419	41,9	465	439	48,2	481	601	71	687
TBT (Gesamtfraktion)	µg/kg TS	46	11	55,7	35	7,6	43	38	16,5	57,5	35	10,5	49,8
KWST < 63 µm	mg/kg TS	127	14	143,5	156	83,8	280	88	19,8	111	110	21,2	128
PAK16 < 63 µm	mg/kg TS	1,8	0,2	2,0	1,6	0,1	1,8	1,7	0,3	2,1	1,9	0,2	2,2
PCB7 < 63 µm	µg/kg TS	17	2,0	18,0	17	0,8	17,7	17	3,4	20,2	18	3,5	21,9
a-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,7	0,1	0,8	0,5	0,1	0,7	0,5	0,3	0,9	0,8	0,1	1,0
g-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3
p,p'-DDE < 63 µm	µg/kg TS	3,7	0,4	4,2	3,8	0,7	4,7	3,1	0,6	3,7	4,3	0,6	5,1
p,p'-DDD < 63 µm	µg/kg TS	11	1,5	13,0	11	0,4	11,1	10	1,6	12,1	14	2,3	16,2
p,p'-DDT < 63 µm	µg/kg TS	5,0	0,5	5,6	4,0	2,1	6,0	2,1	1,0	3,0	7,3	1,1	8,2
PeCB < 63 µm	µg/kg TS	1,1	0,1	1,3	1,1	0,3	1,5	1,0	0,2	1,1	1,4	0,2	1,6
HCB < 63 µm	µg/kg TS	7,0	1,5	9,2	5,6	1,3	7,5	5,2	1,4	6,8	8,1	1,2	9,3

KB Köhlbrand, NE6 Norderelbe Blatt 6, NE7 Norderelbe Blatt 7, SE Süderelbe

		Koe 16-19			Pa 16-19			VH16-19			Sa 16-19		
		Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max	Mittel	SD	Max
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	31	2,0	33,9	31	2,3	34,2	30	1,7	31,8	30	1,3	32,0
Blei < 20 µm	mg/kg TS	82	4,6	88,4	84	6,5	90,0	81	6,8	90,6	82	7,3	92,0
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	1,7	0,6	2,5	2,2	0,2	2,4	2,0	0,6	2,8	2,3	0,3	2,6
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	75	3,5	78,5	77	5,1	81,1	73	6,0	81,7	70	8,7	79,0
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	57	10,6	70,9	65	3,5	69,4	62	6,8	70,3	63	6,6	71,0
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	40	1,3	41,9	41	1,9	42,4	39	3,5	43,6	40	3,0	43,0
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	1,0	0,3	1,4	1,1	0,4	1,5	1,0	0,3	1,3	1,1	0,3	1,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	478	93	610	532	50	600	505	59,8	576	534	30	574
TBT (Gesamtfraktion)	µg/kg TS	45	16	66,1	43	15	62	52	16,2	76	42	10	56
KWST < 63 µm	mg/kg TS	115	12	133	138	14	152	112	15,1	135	160	58	245
PAK16 < 63 µm	mg/kg TS	1,6	0,2	1,8	1,7	0,2	2,0	1,7	0,2	2,1	1,8	0,1	1,9
PCB7 < 63 µm	µg/kg TS	17	3,7	20,3	16	2,8	19,5	19	2,2	21,4	17	1,7	19,0
a-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,5	0,1	0,6	0,6	0,1	0,7	0,5	0,1	0,7	0,7	0,1	0,8
g-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1	0,3
p,p'-DDE < 63 µm	µg/kg TS	3,7	0,8	4,8	4,1	0,4	4,6	4,2	0,6	4,8	4,6	0,5	5,3
p,p'-DDD < 63 µm	µg/kg TS	11	3,3	14,8	12	3,1	16,1	12	2,8	14,8	13	1,4	14,9
p,p'-DDT < 63 µm	µg/kg TS	3,2	1,4	4,9	4,2	0,7	4,9	5,0	2,1	7,4	6,6	1,7	8,4
PeCB < 63 µm	µg/kg TS	1,1	0,2	1,3	1,2	0,1	1,3	1,2	0,2	1,4	1,4	0,2	1,6
HCB < 63 µm	µg/kg TS	5,6	1,2	7,4	6,5	0,8	7,7	6,3	1,2	7,6	7,9	1,0	8,9

Koe Koehlfleet, Pa Parkhafen, VH Vorhafen, Sa Sandauhafen

		Re16-19		
		Mittel	SD	Max
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	29	1,6	30,8
Blei < 20 µm	mg/kg TS	81	4,5	85,1
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	1,7	0,6	2,5
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	76	9,8	90,0
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	56	6,4	64,2
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	40	2,3	42,8
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	1,0	0,4	1,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	462	70	544
TBT (Gesamtfraktion)	µg/kg TS	41	17	65
KWST < 63 µm	mg/kg TS	136	52	213
PAK16 < 63 µm	mg/kg TS	1,5	0,2	1,6
PCB7 < 63 µm	µg/kg TS	17	1,9	18,7
a-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,5	0,1	0,6
g-HCH < 63 µm	µg/kg TS	0,2	0,1	0,3
p,p'-DDE < 63 µm	µg/kg TS	4,1	0,7	5,1
p,p'-DDD < 63 µm	µg/kg TS	13	3,6	18,5
p,p'-DDT < 63 µm	µg/kg TS	4,1	1,6	5,2
PeCB < 63 µm	µg/kg TS	1,2	0,3	1,6
HCB < 63 µm	µg/kg TS	6,3	1,2	8,0

Re Rethé

Anhang 2

Sedimentanalysen im Bereich der Verbringstelle

Probenbezeichnung		V-02	V-05	V-08	V-11	V-14	V-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,425	53°58,450	53°58,426	53°58,420	53°58,386	53°58,372
	Länge	008°27,108	008°27,337	008°27,514	008°27,686	008°27,884	008°28,060
Kornanalyse							
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	18	16,1	1,5	1,5	0,8	1,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	5,3	4,7	0	0,4	0,3	0,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	6,7	4,6	1,8	5	2,1	0,6
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	15,1	12,9	12,2	21,1	11,3	9,3
Fraktion 63 - 200 µm	Gew.-% TS	21,8	17,5	14	26,1	13,4	9,9
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	53,7	60,4	83,3	72	78,6	88,7
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,9	0,9	0,4	0	1,8	0
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0,3	0,4	0,2	0	0,8	0
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0,6	0	4,2	0
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	23,3	20,8	1,5	1,9	1,1	1,4
Nährstoffe < 2 mm							
Stickstoff	%	0,083	0,075	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Phosphor	mg/kg TS	220	160	60	60	50	40
Metalle in der Fraktion < 20 µm							
Arsen <20 µm	mg/kg TS	24	26	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Blei <20 µm	mg/kg TS	53	53	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	0,4	0,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Chrom <20 µm	mg/kg TS	88	94	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	27	27	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Nickel <20 µm	mg/kg TS	38	38	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	0,3	0,29	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Zink <20 µm	mg/kg TS	200	198	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Probenbezeichnung		V-02	V-05	V-08	V-11	V-14	V-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,425	53°58,450	53°58,426	53°58,420	53°58,386	53°58,372
	Länge	008°27,108	008°27,337	008°27,514	008°27,686	008°27,884	008°28,060
MKW < 2 mm							
Mineralöl	mg/kg TS	51	31	-20	-20	-20	-20
Polycyclische Aromaten < 2 mm							
Naphthalin	mg/kg TS	0,024	0,025	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	0,028	0,022	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoranthen	mg/kg TS	0,05	0,029	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Pyren	mg/kg TS	0,029	0,018	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,017	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Chrysen	mg/kg TS	0,015	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,033	0,024	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,011	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perlylen	mg/kg TS	0,017	0,011	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	0,013	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		0,237	0,149	-	-	-	-
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm							
PCB 28	µg/kg TS	0,13	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	0,71	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,28
PCB 118	µg/kg TS	0,26	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 138	µg/kg TS	1,6	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,82
PCB 153	µg/kg TS	1,3	0,23	-0,1	-0,1	-0,1	0,86
PCB 180	µg/kg TS	0,71	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,5
PCB Summe 7 ganze BG		4,71	0,53	-	-	-	2,46
Hexachlorcyclohexane < 2 mm							
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm							
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	0,19	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Chlorbenzole < 2 mm							
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	0,15	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm							
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	1	1	-1	-1	-1	-1
Sauerstoffzehrung							
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,61	1,2	0,08	0,07	0,06	0,04

Sedimentanalysen im Nahbereich der Verbringstelle

Probenbezeichnung		N-02	N-05	N-08	N-11	N-14
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,934	53°58,301	53°58,308	53°58,344	53°58,251
	Länge	008°21,926	008°27,177	008°27,552	008°27,368	008°27,748
Kornanalyse						
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	1,7	2,2	1,2	1,1	1,2
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	0,3	0,7	0,4	0,4	0,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	7,7	4	5,6	5,8	3,6
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	27,7	22,2	35,8	33,4	22,9
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	35,4	26,2	41,4	39,2	26,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	62,4	70,9	57,1	59,2	72
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,1	0	0	0,1	0,1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0	0	0
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0	0	0
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	2	2,9	1,6	1,5	1,4
Nährstoffe < 2 mm						
Stickstoff	%	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Phosphor	mg/kg TS	50	70	50	60	50
Metalle in der Fraktion < 20 µm						
Arsen <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Blei <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Chrom <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Nickel <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Zink <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Probenbezeichnung		N-02	N-05	N-08	N-11	N-14
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,934	53°58,301	53°58,308	53°58,344	53°58,251
	Länge	008°21,926	008°27,177	008°27,552	008°27,368	008°27,748
MKW < 2 mm						
Mineralöl	mg/kg TS	-20	-20	-20	-20	-20
Polycyclische Aromaten < 2 mm						
Naphthalin	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Chrysene	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perlylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		-	-	-	-	-
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm						
PCB 28	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 118	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 138	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 153	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 180	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB Summe 7 ganze BG		-	-	-	-	-
Hexachlorcyclohexane < 2 mm						
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm						
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Chlorbenzole < 2 mm						
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm						
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	-1	-1	-1	-1	-1
Sauerstoffzehrung						
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05

Sedimentanalysen im Bereich der Fahne Ost

Probenbezeichnung		FO-02	FO-05	FO-08	FO-11	FO-14
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,323	53°58,261	53°58,192	53°58,155	53°58,077
	Länge	008°28,304	008°28,524	008°28,751	008°29,080	008°29,426
Kornanalyse						
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	1,6	1,6	1,5	1,3	0
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	0,4	0,4	0,5	0,4	0
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	2,1	5,8	8,2	6,2	1,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	11,6	23,2	29,3	45,1	5,9
Fraktion 63 - 200 µm	Gew.-% TS	13,7	29	37,5	51,3	7,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	84,2	69	60,4	47,1	77,2
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,1	0	0,1	0	11,7
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0	0	2,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0	0	1,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	2	2	2	1,7	0
Nährstoffe < 2 mm						
Stickstoff	%	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
Phosphor	mg/kg TS	60	60	60	60	60
Metalle in der Fraktion < 20 µm						
Arsen <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Blei <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Chrom <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Nickel <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Zink <20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Probenbezeichnung		FO-02	FO-05	FO-08	FO-11	FO-14
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020
WGS84	Breite	53°58,323	53°58,261	53°58,192	53°58,155	53°58,077
	Länge	008°28,304	008°28,524	008°28,751	008°29,080	008°29,426
MKW < 2 mm						
Mineralöl	mg/kg TS	-20	-20	-20	-20	-20
Polycyclische Aromaten < 2 mm						
Naphthalin	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoranthren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Chrysene	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perlylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		-	-	-	-	-
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm						
PCB 28	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 118	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 138	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 153	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 180	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB Summe 7 ganze BG		-	-	-	-	-
Hexachlorcyclohexane < 2 mm						
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm						
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Chlorbenzole < 2 mm						
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm						
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	-1	-1	-1	-1	-1
Sauerstoffzehrung						
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,14	0,04	0,02	0,01	-0,01

Sedimentanalysen im Bereich der Fahne West

Probenbezeichnung		FW-02	FW-05	FW-08	FW-11	FW-14	FW-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	25.11.2020
WGS84	Breite	53°58,470	53°58,492	53°58,527	53°58,535	53°58,597	53°58,69213
	Länge	008°26,841	008°26,611	008°26,325	008°26,036	008°25,695	008°24,59919
Kornanalyse							
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	6,8	1,9	2,5	4,4	4	9,7
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	1,8	0,6	0,8	1,1	1,1	2,1
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	3,8	1,3	4,6	3,4	3,1	11,9
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	14,8	7,2	21,5	13,2	9,6	18,6
Fraktion 63 - 200 µm	Gew.-% TS	18,6	8,5	26,1	16,6	12,7	30,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	69	86,1	66,9	70,5	61,9	56
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	1,7	2,1	1,6	4,4	9,9	0,9
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0,8	0,3	0,6	1,2	5,6	0,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	1,3	0,5	1,5	1,7	4,8	0,6
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	8,6	2,5	3,3	5,5	5,1	11,8
Nährstoffe < 2 mm							
Stickstoff	%	0,024	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,053
Phosphor	mg/kg TS	120	60	90	100	120	180
Metalle in der Fraktion < 20 µm							
Arsen <20 µm	mg/kg TS	23	n.b.	n.b.	21	29	26
Blei <20 µm	mg/kg TS	54	n.b.	n.b.	50	57	54
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	0,5	n.b.	n.b.	0,4	0,6	0,4
Chrom <20 µm	mg/kg TS	89	n.b.	n.b.	87	88	96
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	34	n.b.	n.b.	28	28	49
Nickel <20 µm	mg/kg TS	38	n.b.	n.b.	36	40	39
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	0,3	n.b.	n.b.	0,25	0,55	0,3
Zink <20 µm	mg/kg TS	199	n.b.	n.b.	181	222	196

Probenbezeichnung		FW-02	FW-05	FW-08	FW-11	FW-14	FW-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	25.11.2020
WGS84	Breite	53°58,470	53°58,492	53°58,527	53°58,535	53°58,597	53°58,69213
	Länge	008°26,841	008°26,611	008°26,325	008°26,036	008°25,695	008°24,59919
MKW < 2 mm							
Mineralöl	mg/kg TS	-20	-20	-20	-20	-20	-20
Polycyclische Aromaten < 2 mm							
Naphthalin	mg/kg TS	0,015	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,02
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	0,055	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,019
Anthracen	mg/kg TS	0,014	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoranthen	mg/kg TS	0,088	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,027
Pyren	mg/kg TS	0,055	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,018
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,037	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,01
Chrysene	mg/kg TS	0,029	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,011
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg TS	0,036	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,019
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(a)pyrene	mg/kg TS	0,016	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	0,016	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,011
Indeno(1.2.3-cd)pyrene	mg/kg TS	0,012	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		0,373	-	-	-	-	0,135
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm							
PCB 28	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,14
PCB 118	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 138	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,22
PCB 153	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,34
PCB 180	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,17
PCB Summe 7 ganze BG		-	-	-	-	-	0,87
Hexachlorcyclohexane < 2 mm							
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm							
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Chlorbenzole < 2 mm							
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm							
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	-1	-1	-1	-1	1	3
Sauerstoffzehrung							
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,74	0,02	0,17	0,18	0,1	0,2

Sedimentanalysen im Bereich des „R- Gebietes“

Probenbezeichnung		R-02	R-05	R-08	R-11	R-14	R-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	25.11.2020
WGS84	Breite	53°58,836	53°58,853	53°58,876	53°58,892	53°58,916	53°58,93479
	Länge	008°22,522	008°22,341	008°22,185	008°21,946	008°21,802	008°21,92601
Kornanalyse							
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	1,2	1,6	28,5	19,4	22,5	18,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	0,6	0,5	9,7	5,5	8,1	4,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	4,4	19	26,2	25	26,3	25,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	18,9	74,8	29,5	45,1	39,1	41,8
Fraktion 63 - 200 µm	Gew.-% TS	23,3	93,8	55,7	70,1	65,4	67,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	69,7	4,1	5,3	4,2	4	8,8
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	2,9	0	0,5	0,5	0,1	1,4
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	1,1	0	0,1	0,4	0	0
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	1,2	0	0	0	0	0
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	1,8	2,1	38,2	24,9	30,6	22,6
Nährstoffe < 2 mm							
Stickstoff	%	-0,02	-0,02	0,12	0,053	0,091	0,082
Phosphor	mg/kg TS	80	80	290	210	230	240
Metalle in der Fraktion < 20 µm							
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	23	21	24	24
Blei < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	47	47	48	49
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,4	0,3	0,4	0,4
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	87	90	88	94
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	26	24	22	30
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	36	36	36	37
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,21	0,22	0,22	0,22
Zink < 20 µm	mg/kg TS	n.b.	n.b.	161	160	161	163

Probenbezeichnung		R-02	R-05	R-08	R-11	R-14	R-17
Datum Probenahme		12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	12.10.2020	25.11.2020
WGS84	Breite	53°58,836	53°58,853	53°58,876	53°58,892	53°58,916	53°58,93479
	Länge	008°22,522	008°22,341	008°22,185	008°21,946	008°21,802	008°21,92601
MKW < 2 mm							
Mineralöl	mg/kg TS	-20	-20	-20	-20	-20	20
Polycyclische Aromaten < 2 mm							
Naphthalin	mg/kg TS	-0,01	-0,01	0,023	0,019	0,023	0,027
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	0,022	0,023	0,022	0,02
Anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	0,029	0,029	0,025	0,025
Pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	0,017	0,019	0,02	0,015
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,011
Chrysen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,013
Benzo(b)fluoranthanen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	0,018	0,014	-0,01	0,018
Benzo(k)fluoranthanen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,012
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		-	-	0,109	0,104	0,09	0,141
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm							
PCB 28	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	-0,1	-0,1	0,16	-0,1	0,12	-0,1
PCB 118	µg/kg TS	-0,1	-0,1	0,17	-0,1	0,11	-0,1
PCB 138	µg/kg TS	-0,1	-0,1	0,2	0,16	0,23	0,13
PCB 153	µg/kg TS	-0,1	-0,1	0,2	0,13	0,16	0,19
PCB 180	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
PCB Summe 7 ganze BG		-	-	0,73	0,29	0,62	0,32
Hexachlorcyclohexane < 2 mm							
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm							
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Chlorbenzole < 2 mm							
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm							
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sauerstoffzehrung							
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,01	0,07	0,43	0,31	0,37	0,28

Sedimentanalysen im Watt zwischen Scharhörn und Cuxhaven

Probenbezeichnung		DUH S4	SaW S3	T-03	S1	Wattweg	SaW
Datum Probenahme		24.11.2020	23.11.2020	03.03.2021	03.03.2021	03.03.2021	04.03.2021
WGS84	Breite	53°54,221573	53°51,913185	53°55,735398	53°54,716280	53°55,531020	53°52,450620
	Länge	008°38,07367	008°34,30426	008°27,41258	008°29,17650	008°28,37982	008°35,43576
Kornanalyse							
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	2,4	19,1	11,5	18,6	23,6	9,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	0,4	4,7	3,5	7	7,8	4,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	27	37,6	48,5	56,6	53,3	67,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	64,2	31,1	32,8	15,2	10,9	17,8
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	91,2	68,7	81,3	71,8	64,2	85
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	5,7	5,8	2,6	2,2	3,3	0,7
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0,2	1,7	0,3	0,4	0,8	0
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	0	0	0	0	0	0
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	2,8	23,8	15	25,6	31,4	14,2
Nährstoffe < 2 mm							
Stickstoff	%	-0,02	0,12	0,072	0,1	0,12	0,052
Phosphor	mg/kg TS	100	320	270	360	440	270
Metalle in der Fraktion < 20 µm							
Arsen <20 µm	mg/kg TS	n.b.	27	26	27	25	21
Blei <20 µm	mg/kg TS	n.b.	54	52	53	50	43
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	n.b.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Chrom <20 µm	mg/kg TS	n.b.	95	88	91	91	74
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	n.b.	33	25	27	30	34
Nickel <20 µm	mg/kg TS	n.b.	39	36	37	37	30
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	n.b.	0,25	0,35	0,3	0,32	0,27
Zink <20 µm	mg/kg TS	n.b.	192	192	187	183	153

Probenbezeichnung		DUH S4	SaW S3	T-03	S1	Wattweg	SaW
Datum Probenahme		24.11.2020	23.11.2020	03.03.2021	03.03.2021	03.03.2021	04.03.2021
WGS84	Breite	53°54,221573	53°51,913185	53°55,735398	53°54,716280	53°55,531020	53°52,450620
	Länge	008°38,0736	008°34,30426	008°27,41258	008°29,17650	008°28,37982	008°35,43576
MKW < 2 mm							
Mineralöl	mg/kg TS	-20	25	32	41	49	24
Polycyclische Aromaten < 2 mm							
Naphthalin	mg/kg TS	-0,01	0,068	0,012	0,017	0,021	-0,01
Acenaphtylen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Fluoren	mg/kg TS	-0,01	0,011	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Phenanthren	mg/kg TS	-0,01	0,035	0,015	0,033	0,049	0,017
Anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,013	-0,01
Fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	0,025	0,019	0,036	0,075	0,021
Pyren	mg/kg TS	-0,01	0,021	0,012	0,026	0,041	0,018
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	-0,01	0,015	-0,01	0,013	0,021	-0,01
Chrysen	mg/kg TS	-0,01	0,013	-0,01	-0,01	0,023	-0,01
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	0,022	-0,01	0,021	0,041	-0,01
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,011	-0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	0,025	-0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Benzo(ghi)perlylen	mg/kg TS	-0,01	0,014	-0,01	0,019	0,024	-0,01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	-0,01	-0,01	-0,01	0,011	0,02	-0,01
PAK Summe 16 ganze BG		-	0,224	0,058	0,196	0,364	0,056
Polychlorierte Biphenyle < 2 mm							
PCB 28	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	0,13	0,19	-0,1
PCB 52	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,12	-0,1
PCB 101	µg/kg TS	-0,1	0,13	-0,1	0,21	0,27	0,11
PCB 118	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	0,11	0,28	0,14
PCB 138	µg/kg TS	-0,1	0,19	0,14	0,34	0,59	0,23
PCB 153	µg/kg TS	-0,1	0,36	0,17	0,39	0,72	0,26
PCB 180	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	0,12	0,24	-0,1
PCB Summe 7 ganze BG		-	0,68	0,31	1,3	2,41	0,74
Hexachlorcyclohexane < 2 mm							
alpha-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
beta-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
DDT + Metabolite < 2 mm							
p,p'-DDE	µg/kg TS	-0,1	0,15	-0,1	0,24	0,16	-0,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	-0,1	0,16	0,22	0,4	0,44	0,34
p,p'-DDT	µg/kg TS	-0,1	0,63	-0,1	-0,1	-0,1	0,43
Chlorbenzole < 2 mm							
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,15	-0,1
Hexachlorbutadien	µg/kg TS	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,17	-0,1
Organozinnverbindungen < 2 mm							
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	-1	-1	-1	1	1	-1
Sauerstoffzehrung							
Sauerstoffzehrung (180 min)	g/kg TM	0,06	0,14	0,11	0,13	0,13	0,08

Anhang 3

Mittlere Hintergrundgehalte in bewertungsrelevanten Kornfraktionen der GÜBAK und mittlere Kornanteile der < 63 µm-Fraktion in Bilanzierungsräumen

Bilanzierungsräume	< 63 µm-Fraktion	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	AUFMOD	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	11,3	0,49	213	0,38	0,78	0,78	0,53	1,37
01_Wattenmeer_Weser	9,2	0,48	181	0,27	0,45	1,06	0,52	3,79
02_Duhner_Watt	7,3	0,53	202	0,35	0,81	1,45	0,61	1,93
03_Medemgrund	9,7	0,84	304	0,86	3,08	1,9	0,78	4,14
04_Uferbereich_Cux	22,5	0,63	229	0,55	1,65	1,31	0,6	5,04
05_Kuestenmeer_Weser_W	2,9	0,63	234	0,35	0,87	1,37	0,8	2,71
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	36,5							
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	54,3	0,78	239	0,55	1,97	3,86	1,41	6,37
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	50	0,87	307	0,83	2,14	4,16	1,52	11,12
09_Eider_Tidebecken	5,8	0,43	224	0,4	0,82	1,04	0,51	1,57
10_Dithmarscher_Bucht	11,3	0,62	242	0,44	1,93	1,31	0,65	1,6
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	21,2	0,81	277	0,69	3,28	1,63	0,76	1,43
12_SH_Watten_noerdl.	12,2	0,8	280	0,76	3,74	1,54	0,75	1,96
13_Scharhoern	2,8	0,44	192	0,32	0,87	1,73	0,65	1,2
14_Stoer+Elbufer_p1	61,0							
15_Mittelgrund	1,9	0,55	250	0,43	1,16	2,19	0,73	2,48
16_Tideelbe_Glueckstadt	43,4	0,81	249	0,61	1,99	3,89	1,42	8,57
17_Pagensand	30,7							
18_Kuestengewaesser_Weser_W	3,8	0,42	162	0,24	0,56	0,99	0,62	1,67
19_Jadebusen+Weser	14,1	0,45	185	0,27	0,42	0,59	0,51	1,52
20_Piep_Tidebecken	6,4	0,48	240	0,48	1,17	1,6	0,62	1,9
21_Kuestenmeer_SH_Watten	11,0	0,52	256	0,48	0,65	1,21	0,58	0,96
22_Aussenelbe_Nord	3,7	0,52	253	0,51	1,28	2,03	0,71	2,31
23_Hakensand	5,5	0,62	250	0,6	2,67	1,69	0,71	2,53
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	1,0	0,45	191	0,34	0,77	1,53	0,63	1,18
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	7,5	0,46	199	0,32	0,89	1,77	0,65	1,53
26_Scharhoernriff	0,8	0,53	215	0,4	0,55	1,11	0,6	0,97
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	1,0	0,45	186	0,33	0,69	1,41	0,62	1,25
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	13,1	0,8	284	0,77	1,73	2,42	0,85	4,33
29_Kuestenmeer_Eider_W	16,8	0,51	310	0,41	0,57	0,8	0,47	1,01
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	41,6	0,56	249	0,42	0,42	0,74	0,52	0,94
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	27,9	0,79	262	0,45	1,06	1,82	0,91	5,84

Fortsetzung Hintergrundgehalte

	< 63 µm-Fraktion	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	AUFMOD	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	22,4	0,81	291	0,76	1,55	2,67	0,91	4,63
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	9,4	0,78	280	0,74	1,93	2,04	0,78	4,83
34_Neufelder_Sand	37,5	0,84	286	0,81	1,35	3,33	1,02	2,85
35_Grimmershörner_Bucht	66,2	0,58	208	0,46	0,95	1,2	0,54	5,1
36_Kuestenmeer_Eider_O	11,4	0,46	289	0,44	0,72	1,12	0,51	1,27
37_Medemgrund_S	8,2	0,72	263	0,7	2,2	1,69	0,7	4,67
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	14,3	0,92	316	0,98	2,15	4,17	1,53	11,17
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	47,7	0,86	296	0,88	1,93	3,68	1,4	9,07
40_Kuestengewaesser_Weser_O	3,7	0,45	190	0,28	0,44	0,98	0,56	1,85
41_Unterelbe_Niedersachsen	32,6	0,8	248	0,59	1,98	3,88	1,42	8,48
42_Kuestenmeer_Helgoland	12,7	0,55	253	0,34	0,28	0,22	0,52	1,9
43_Kuestenmeer_Elbe_N	46,1	0,68	224	0,48	0,88	1,91	0,78	3,32
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	10,3	0,5	276	0,35	0,28	0,3	0,42	0,6
45_Kuestenmeer_Elbe_S	1,9	0,57	208	0,39	0,53	1,09	0,64	1,14
46_Kuestenmeer_Weser_O	1,1	0,55	193	0,37	0,67	1,39	0,71	1,74
47_Nordergruende	1,3	0,48	179	0,3	0,57	1,17	0,66	1,32
48_Fahrwasser_Aussenelbe	3,4	0,52	234	0,43	1,07	2,01	0,7	2,18
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	4,4	0,57	258	0,47	1,21	2,25	0,74	2,74
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	3,9	0,54	257	0,48	1,25	2,28	0,74	2,62
51_Nahbereich_VS749_HPA	1,1	0,46	217	0,36	1,03	2,01	0,69	1,12
52_V749_HPA	0,6				0,97	1,89	0,67	1,04
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	18,0	0,77	275	0,69	1,64	2,35	0,84	4,72
54_Cux_Hafen	66,2	0,61	219	0,51	1,41	1,21	0,57	5,08
55_Nied._Tideelbe_bei_Pagensand	19,6							
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	35,6	0,79	274	0,48	1,74	3,22	1,27	7,98
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	47,1	0,77	270	0,53	2,78	1,55	0,72	1,28
58_Stoer+Elbufer_p2	71,6	0,81	246	0,61	2	3,91	1,43	8,83
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	43,9							
60_SH_Watten_suedlich	10,2	0,73	269	0,75	3,36	1,43	0,68	3,36
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	59,3							
62_Oste			0,7	242	0,39	1,72	3,5	1,31
63_Neuwerk	7,5	0,46	206	0,33	0,96	1,91	0,67	1,49

Anhang 4
Mittlere Hintergrundgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen

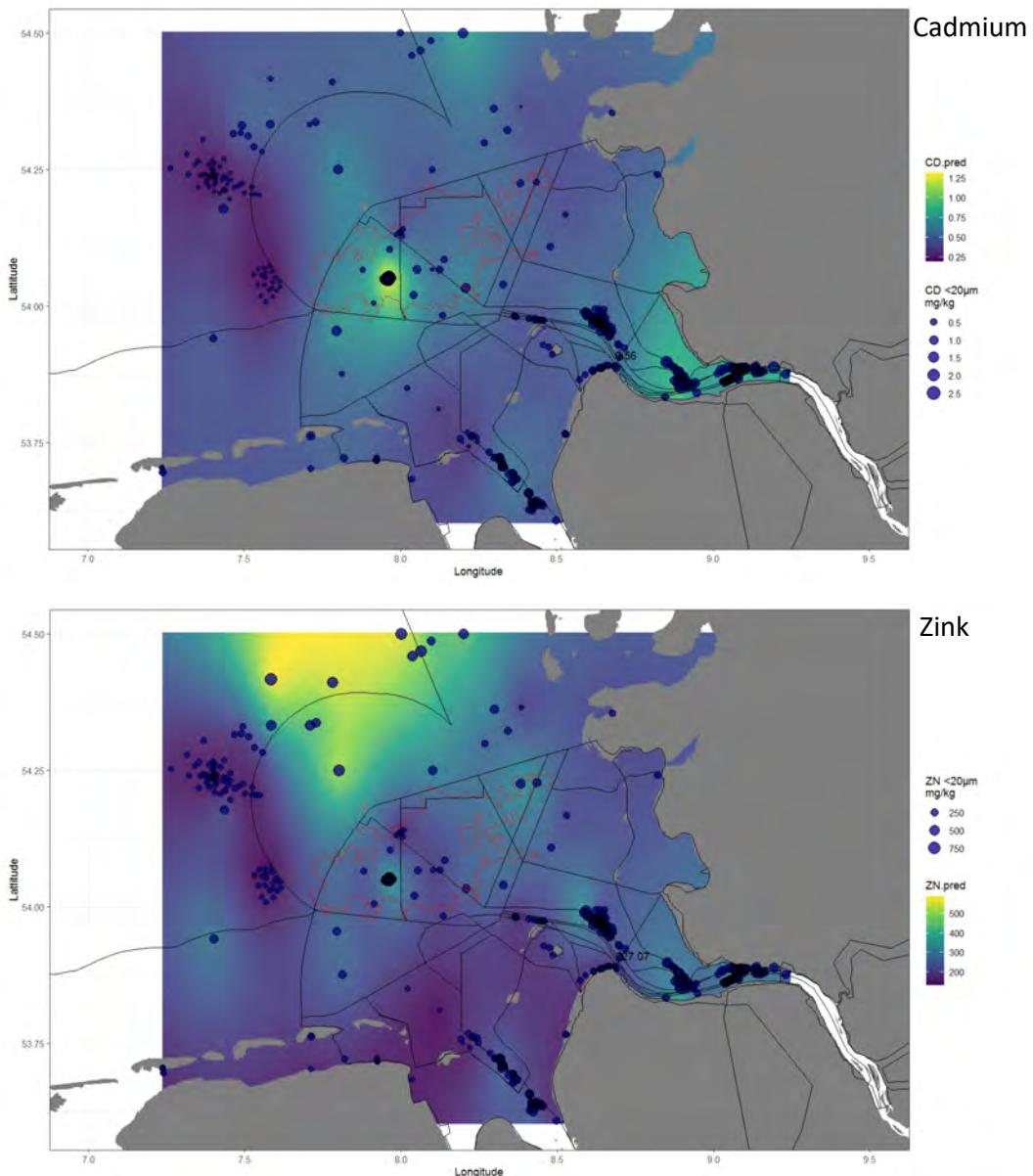
	BG	BG	BG	BG	BG	BG
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,18	54	0,12	0,79	0,32	0,61
01_Wattenmeer_Weser	0,24	66	0,13	0,60	0,21	0,59
02_Duhner_Watt	0,18	44	0,10	0,56	0,21	0,55
03_Medemgrund	0,21	54	0,13	0,79	0,30	0,58
04_Uferbereich_Cux	0,18	46	0,11	0,62	0,24	0,56
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,47	141	0,28	1,19	0,40	0,85
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1						
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2					1,52	0,59
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,23	60	0,16	1,65	0,64	0,62
09_Eider_Tidebecken	0,18	52	0,12	0,71	0,28	0,61
10_Dithmarscher_Bucht	0,18	50	0,12	0,84	0,34	0,59
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,20	53	0,13	0,93	0,37	0,59
12_SH_Watten_noerdl.	0,20	51	0,13	0,83	0,32	0,58
13_Scharhoern	0,23	62	0,13	0,64	0,24	0,62
14_Stoer+Elbufer_p1						
15_Mittelgrund	0,18	44	0,10	0,59	0,22	0,57
16_Tideelbe_Glueckstadt					1,54	0,60
17_Pagensand						
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,38	113	0,22	0,89	0,31	0,77
19_Jadebusen+Weser	0,33	98	0,18	0,80	0,29	0,67
20_Piep_Tidebecken	0,18	49	0,11	0,69	0,27	0,61
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,27	76	0,16	0,75	0,27	0,69
22_Aussenelbe_Nord	0,19	49	0,11	0,66	0,25	0,60
23_Hakensand	0,17	43	0,11	0,71	0,28	0,58
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,17	41	0,10	0,58	0,23	0,56
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,21	56	0,12	0,60	0,22	0,59
26_Scharhoernriff	0,31	90	0,19	0,78	0,28	0,73
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,26	73	0,15	0,68	0,25	0,66
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,21	56	0,14	1,11	0,43	0,58
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,24	68	0,14	0,75	0,28	0,67
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,35	103	0,21	0,92	0,33	0,77
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,49	150	0,30	1,25	0,41	0,86

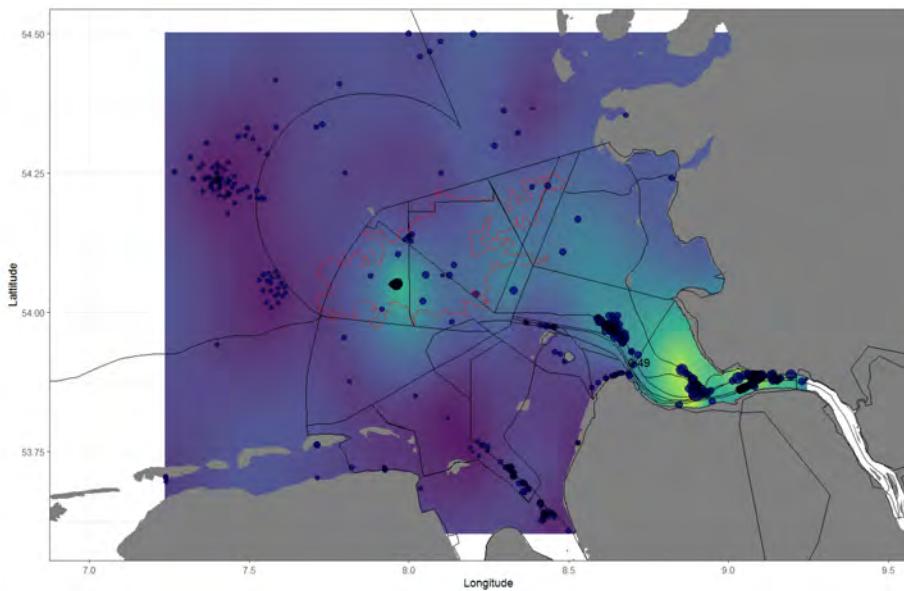
Fortsetzung Hintergrundgehalte < 2 mm

	BG	BG	BG	BG	BG	BG
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,22	58	0,14	1,30	0,50	0,59
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,21	55	0,13	1,07	0,41	0,58
34_Neufelder_Sand	0,22	57	0,14	1,23	0,48	0,58
35_Grimmershörner Bucht	0,17	43	0,10	0,57	0,22	0,55
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,21	60	0,13	0,71	0,27	0,64
37_Medemgrund_S	0,19	50	0,12	0,72	0,28	0,57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,23	60	0,15	1,64	0,65	0,61
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,22	57	0,14	1,32	0,52	0,59
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,30	87	0,17	0,67	0,25	0,68
41_Unterelbe_Niedersachsen				1,53	0,59	0,60
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,43	136	0,27	1,11	0,38	0,83
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,43	129	0,27	1,08	0,38	0,85
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,34	103	0,21	0,93	0,33	0,76
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,37	109	0,22	0,90	0,32	0,79
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,40	117	0,24	0,96	0,34	0,81
47_Nordergruende	0,37	108	0,22	0,87	0,31	0,78
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,20	52	0,12	0,63	0,24	0,60
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,19	48	0,11	0,61	0,23	0,58
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,21	55	0,12	0,65	0,24	0,61
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,17	21	0,10	0,28	0,20	0,10
52_V749_HPA	0,17	21	0,10	0,28	0,20	0,10
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,22	57	0,14	1,15	0,44	0,58
54_Cux_Hafen	0,18	45	0,11	0,60	0,23	0,56
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand						
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,20	55	0,14	1,12	0,45	0,60
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,20	52	0,13	0,98	0,39	0,59
58_Stoer+Elbufer_p2				1,55	0,60	0,61
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1						
60_SH_Watten_suedlich	0,19	48	0,12	0,70	0,27	0,57
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2						
62_Oste	0,23	61	0,15	1,35	0,53	0,58
63_Neuwerk	0,20	53	0,11	0,60	0,22	0,59

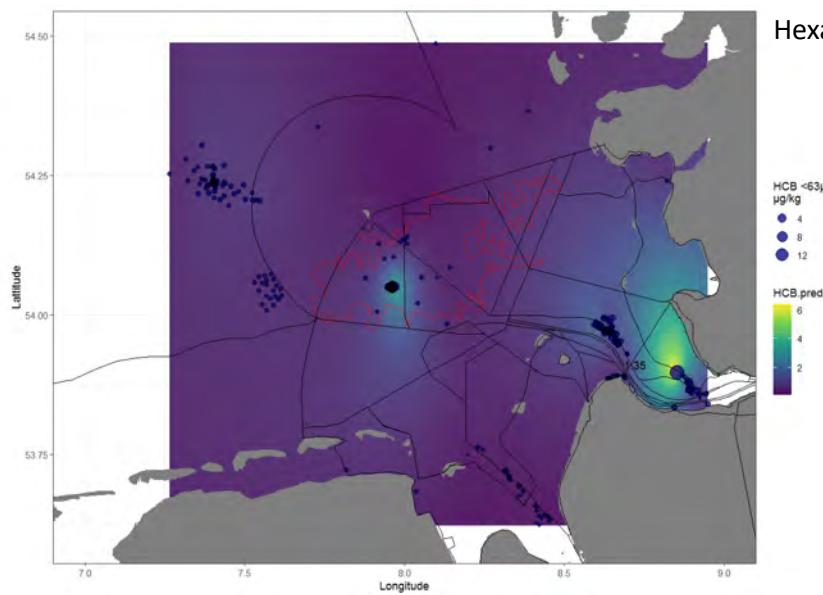
Anhang 5

Grafische Darstellung der küstennahen Hintergrundbelastungen (BfG)

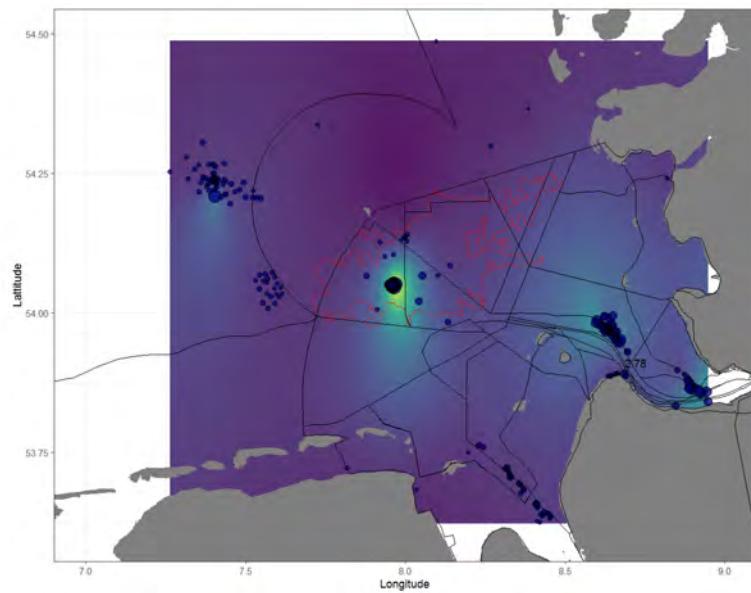




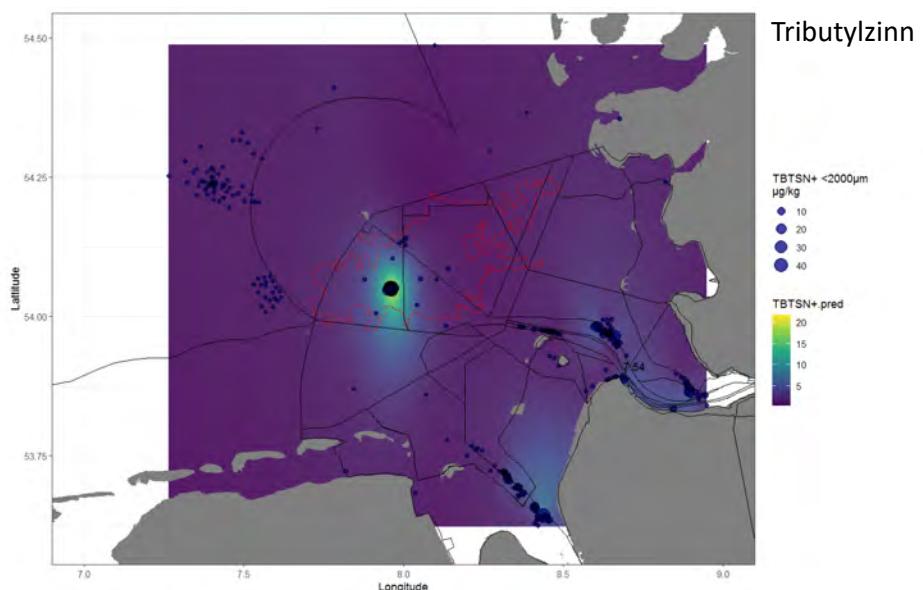
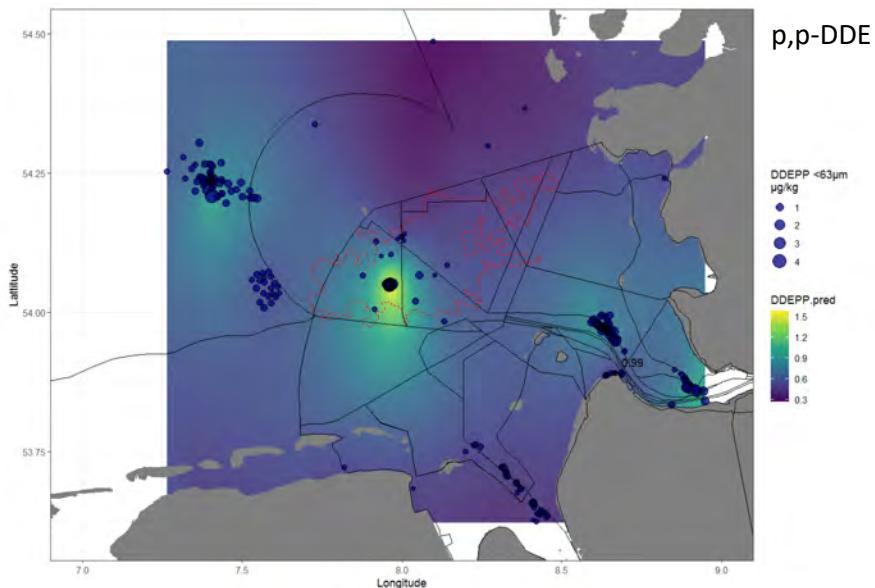
Quecksilber



Hexachlorbenzol



p,p-DDD



Anhang 6:
Liste der Bilanzpolygone, stat. Kennzahlen (Maxima der verbringungsbedingten Sedimentauflagen und Schwebstoffgehalte)

Bilanzpolygon	Sediment am Boden (kg/m ²)		Schwebstoff (g/m ² oder mg/l)			
	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	HI Mittelwert	Proz_Zunahme
00_Ausseneider	0,0	0,0	0,0	0,0	28,2	0,0
01_Wattenmeer_Weser	0,0	0,0	0,1	1,1	42,8	0,3
02_Duhner_Watt	1,3	4,4	4,3	43,6	49,2	8,7
03_Medemgrund	0,8	4,8	5,2	27,4	133,2	3,9
04_Uferbereich_Cux	15,2	87,2	7,5	29,1	133,0	5,6
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,0	0,0	0,0	0,4	6,0	0,5
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	2,4	18,0	0,1	0,8	250,3	0,0
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,3	0,7	0,0		55,0	0,0
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	9,0	73,7	2,4	12,2	269,9	0,9
09_Eider_Tidebecken	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0
10_Dithmarscher_Bucht	0,0	0,0	0,1	0,7	44,5	0,3
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,2	0,6				
12_SH_Watten_noerdl.	0,2	1,0	1,9		59,8	3,2
13_Scharhoern	0,4	1,9	3,9		18,9	20,4
14_Stoer+Elbufer_p1	1,1	2,6	0,1	1,3	125,0	0,1
15_Mittelgrund	1,5	6,2	8,8	63,5	48,5	18,2
16_Tideelbe_Glueckstadt	1,1	2,2	0,9	6,6	287,6	0,3
17_Pagensand	0,1	0,4	0,0		98,9	0,0
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,0	0,0	0,0	0,2	39,3	0,0
19_Jadebusen+Weser	0,0	0,0	0,0	0,0	54,9	0,0
20_Piep_Tidebecken	0,0	0,0	0,3	2,0	26,1	1,3
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,1	0,3	2,9	21,1	21,1	13,6
22_Aussenelbe_Nord	0,0	0,1	2,5	11,7	39,2	6,5
23_Hakensand	0,0	0,0	1,1	4,8	49,4	2,1
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,6	1,1	9,9	99,1	40,5	24,4
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	1,0	4,5	2,0	24,9	25,5	7,7

Bilanzpolygon	Sediment am Boden (kg/m ²)		Schwebstoff (g/m ² oder mg/l)			
	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	HI Mittelwert	Proz_Zunahme
26_Scharhoernriff	0,0	0,0	0,8	4,2	14,3	6,0
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,2	1,0	1,3	13,2	28,9	4,4
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,1	0,1	4,8	22,2	255,9	1,9
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,0	0,0	0,2	1,1	6,1	3,2
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,0	0,1	1,0	5,8	11,7	8,6
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,0	0,0	0,1	0,9	4,9	1,5
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	4,0	3,3	4,0	18,1	252,2	1,6
33_Fahrinne_Cux_Brunsb.	0,3	0,4	5,1	20,8	250,4	2,0
34_Neufelder_Sand	0,7	3,3	1,8	10,2	151,3	1,2
35_Grimmershörner_Bucht	14,8	136,0	3,5	18,1	51,8	6,7
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,0	0,0	0,2	1,5	9,2	2,1
37_Medemgrund_S	0,4	1,5	7,7	33,1	191,4	4,0
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,7	0,2	2,6	13,2	304,2	0,9
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,7	2,4				
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,0	0,0	0,1	1,2	40,7	0,3
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,5	2,1	0,8	5,3	295,7	0,3
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,0	0,0	0,1	0,7	3,0	4,3
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,2	1,5	1,0	9,1	11,5	8,8
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,0	0,0	0,3	0,9	5,5	5,0
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,1	0,2	0,5	2,6	11,1	4,8
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,0	0,0	0,3	1,2	12,7	2,1
47_Nordergruende	0,0	0,0	0,2	1,3	24,5	0,8
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,4	1,2	10,2	55,0	103,4	9,9
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	1,8	4,7	11,5	73,1	96,7	11,9
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,3	0,6	7,1	35,3	84,9	8,4
51_Nahbereich_VS749_HPA	6,0	35,8	14,5	152,8	51,4	28,3
52_V749_HPA	5.453,6	6.678,0	25,6	217,3	53,7	47,8

Bilanzpolygon	Sediment am Boden (kg/m ²)		Schwebstoff (g/m ² oder mg/l)			
	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	VS Mittelwert	VS 95. Perzentil	HI Mittelwert	Proz_Zunahme
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,7	0,4	1,1	13,9	68,5	1,6
54_Cux_Hafen	97,2	217,5	5,3	25,0	86,0	6,1
55_Nied._Tideelbe_bei_Pagensand	0,2	0,2	0,1	1,1	276,6	0,0
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,0	0,1	0,1		24,8	0,3
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,0	0,3	0,1		50,1	0,3
58_Stoer+Elbufer_p2	0,2	0,4	0,2		59,2	0,3
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	0,3	1,3	0,0	0,4	53,1	0,0
60_SH_Watten_suedlich	0,3	0,7	6,3	31,2	144,2	4,4
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	0,2	0,5	0,0	0,1	116,3	0,0
62_Oste	1,0	2,4	0,2	2,9	31,4	0,6
63_Neuwerk	0,9	4,4	2,9		22,5	12,9

Anhang 7

a) Baggergutfracht- und Gesamt-Schadstofffrachten aus Bundeswasserstraßensedimenten in Bilanzierungsräumen am Ende des Modellierungszeitraums (t13)

	Fläche	Baggergutfracht	Cd	Hg	Zn	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	m2	t	kg	kg	kg	g	g	g	g
00_Ausseneider	48339611	180	0,20	0,11	45	0,85	1,4	0,47	7,1
01_Wattenmeer_Weser	298930380	100	0,11	0,06	25	0,47	0,80	0,26	3,9
02_Duhner_Watt	40177977	12684	14	7,61	3146	60	101	33	501
03_Medemgrund	34824347	6099	6,7	3,66	1512	29	49	16	241
04_Uferbereich_Cux	3437180	53042	58	31,83	13154	249	424	138	2095
05_Kuestenmeer_Weser_W	393495810	304	0,33	0,18	75	1,43	2,4	0,79	12
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	3623556	8831	9,7	5,30	2190	42	71	23	349
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	13039345	3409	3,7	2,05	845	16	27	8,9	135
08_Tideelbe_vor_Brunsb,	5918705	53952	59	32,37	13380	254	431	140	2131
09_Eider_Tidebecken	106824160	3,7	0,004	0,00	1	0,02	0,03	0,01	0,14
10_Dithmarscher_Bucht	255769080	1041	1,1	0,62	258	4,89	8,3	2,7	41
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	15097300	826	0,91	0,50	205	3,88	6,6	2,1	33
12_SH_Watten_noerdl,	103899290	788	0,87	0,47	196	3,71	6,3	2,0	31
13_Scharhoern	3924116	41	0,05	0,02	10	0,19	0,33	0,11	1,62
14_Stoer+Elbufer_p1	5281973	5629	6,2	3,38	1396	26	45	15	222
15_Mittelgrund	11310135	3076	3,4	1,85	763	14	25	8,0	121
16_Tideelbe_Glueckstadt	51366068	56855	63	34,11	14100	267	454	148	2246
17_Pagensand	4053914	430	0,47	0,26	107	2,02	3,4	1,1	17
18_Kuestengewaesser_Weser_W	285636580	19	0,02	0,01	4,7	0,09	0,15	0,05	0,76
19_Jadebusen+Weser	765764720	4921	5,4	3,0	1220	23	39,3	12,8	194
20_Piep_Tidebecken	331568990	31	0,03	0,02	7,7	0,15	0,25	0,08	1,23
21_Kuestenmeer_SH_Watten	45781365	278	0,31	0,17	69	1,31	2,22	0,72	11,00
22_Aussenelbe_Nord	207938200	2036	2,24	1,22	505	9,6	16	5,3	80
23_Hakensand	44321685	18	0,02	0,01	4,4	0,08	0,14	0,05	0,71
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	4593208	162	0,18	0,10	40	0,76	1,30	0,42	6,40
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	66900750	9021	9,92	5,41	2237	42	72	23	356
26_Scharhoernriff	11762681	1,5	0,00	0,00	0	0,01	0,01	0,00	0,06
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	51116471	181	0,20	0,11	45	0,85	1,45	0,47	7,16
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb,_roter_TS	22673995	1057	1,16	0,63	262	5,0	8,4	2,7	42
29_Kuestenmeer_Eider_W	101549160	1,2	0,00	0,00	0,29	0,01	0,01	0,00	0,05
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	328223410	1001	1,10	0,60	248	4,7	8,0	2,6	40
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	251244050	430	0,47	0,26	107	2,0	3,44	1,12	17

Fortsetzung Anhang 7a

	Fläche	Baggergutfracht	Cd	Hg	Zn	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	m2	t	kg	kg	kg	g	g	g	g
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	35049710	139048	153	83	34484	654	1111	362	5492
33_Fahrinne_Cux_Brunsb,	15880594	4714	5,2	2,8	1169	22	38	12	186
34_Neufelder_Sand	20170956	5082	5,6	3,0	1260	24	41	13	201
35_Doese	1121365,1	16757	18	10	4156	79	134	44	662
36_Kuestenmeer_Eider_O	74363771	2,2	0,0024	0,0013	0,54	0,01	0,02	0,01	0,09
37_Medemgrund_S	16967300	4888	5,4	2,9	1212	23	39	13	193
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb,	2385587,5	1279	1,4	0,8	317	6,0	10	3,3	51
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	3408302,9	2389	2,6	1,4	593	11	19	6,2	94
40_Kuestengewaesser_Weser_O	242725690	28	0,03	0,02	6,88	0,1	0,2	0,1	1,1
41_Unterelbe_Niedersachsen	41994460	18101	20	11	4489	85	145	47	715
42_Kuestenmeer_Helgoland	32161458	5,1	0,01	0,003	1,25	0,02	0,04	0,01	0,20
43_Kuestenmeer_Elbe_N	164004100	5393	5,9	3,2	1337	25	43	14	213
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	40753253	2,3	0,00	0,00	0,58	0,01	0,02	0,01	0,09
45_Kuestenmeer_Elbe_S	13033684	126	0,14	0,08	31	0,6	1,0	0,3	5,0
46_Kuestenmeer_Weser_O	56504306	38	0,04	0,02	9,5	0,2	0,3	0,1	1,5
47_Nordergruende	51282521	6,1	0,01	0,00	1,5	0,0	0,05	0,02	0,2
48_Fahrtwasser_Aussenelbe	12589451	1468	1,6	0,9	364	7	12	4	58
49_Fahrtwasser_gruener_TS_km730_bis_747	24924643	29926	33	18	7422	141	239	78	1182
50_Fahrtwasser_roter_TS_km_729,5_bis_760	57644541	5593	6,2	3,4	1387	26	45	15	221
51_Nahbereich_VS749_HPA	2522313,6	4407	4,8	2,6	1093	21	35	11	174
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	16039047	10750	12	6,5	2666	51	86	28	425
54_Cux_Hafen	522456,39	51385	57	31	12743	242	411	134	2030
55_Nied,_Tideelbe bei_Pagensand	6117901,2	1055	1,2	0,6	262	5,0	8,4	2,7	42
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	1078853	20	0,02	0,01	4,9	0,1	0,2	0,1	0,8
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	6580748,7	116	0,1	0,1	29	0,5	0,9	0,3	4,6
58_Stoer+Elbufer_p2	3645830,2	564	0,6	0,3	140	2,6	4,5	1,5	22
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	1458923,5	429	0,5	0,3	106	2,0	3,4	1,1	17
60_SH_Watten_suedlich	38908144	7231	8,0	4,3	1793	34	58	19	286
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	3667913,5	841	0,9	0,5	209	4,0	6,7	2,2	33
62_Oste	5796621,2	5696	6,3	3,4	1413	27	46	15	225
63_Neuwerk	2597075	182	0,2	0,1	45	0,9	1,5	0,5	7,2

b) Mittlere spezifische Schadstofffracht aus Bundeswasserstraßensedimenten in Bilanzierungsräumen am Ende des Modellierungszeitraums (t13)

	Cd mg/m ²	Hg mg/m ²	Zn mg/m ²	HCB µg/m ²	ppDDD µg/m ²	ppDDE µg/m ²	TBT µg/m ²
00_Ausseneider	0,00	0,00	0,92	0,02	0,03	0,01	0,15
01_Wattenmeer_Weser	0,0004	0,0002	0,0827	0,0016	0,0027	0,0009	0,0132
02_Duhner_Watt	0,35	0,19	78	1,48	2,52	0,82	12
03_Medemgrund	0,19	0,11	43	0,82	1,40	0,46	6,92
04_Uferbereich_Cux	17	9	3827	73	123	40	610
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,00	0,00	0,19	0,00	0,01	0,00	0,03
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	2,68	1,46	604	11,5	19,5	6,34	96
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,29	0,16	65	1,23	2,09	0,68	10
08_Tideelbe_vor_Brunsb,	10	5,47	2261	43	73	24	360
09_Eider_Tidebecken	0,00004	0,00002	0,00852	0,00016	0,00027	0,00009	0,00136
10_Dithmarscher_Bucht	0,00448	0,00244	1,01	0,019	0,033	0,011	0,161
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,06	0,03	14	0,26	0,44	0,14	2,2
12_SH_Watten_noerdl,	0,01	0,00	1,88	0,04	0,06	0,02	0,30
13_Scharhoern	0,01	0,01	2,6	0,05	0,08	0,03	0,41
14_Stoer+Elbufer_p1	1,17	0,64	264	5,0	8,5	2,8	42
15_Mittelgrund	0,30	0,16	67	1,3	2,2	0,71	11
16_Tideelbe_Glueckstadt	1,22	0,66	275	5,2	8,8	2,88	44
17_Pagensand	0,12	0,06	26	0,50	0,85	0,28	4,2
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,0001	0,0000	0,02	0,0003	0,0005	0,0002	0,00
19_Jadebusen+Weser	0,0071	0,0039	1,59	0,0302	0,0513	0,0167	0,25
20_Piep_Tidebecken	0,0001	0,0001	0,02	0,0004	0,0008	0,0002	0,00
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,0067	0,0036	1,51	0,0286	0,0486	0,0158	0,24
22_Aussenelbe_Nord	0,0108	0,0059	2,43	0,0460	0,0782	0,0255	0,39
23_Hakensand	0,0004	0,0002	0,10	0,0019	0,0032	0,0011	0,02
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,04	0,02	8,8	0,17	0,28	0,09	1,4
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,15	0,08	33	0,63	1,1	0,35	5,3
26_Scharhoernriff	0,0001	0,0001	0,03	0,0006	0,0010	0,0003	0,00
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,0039	0,0021	0,88	0,02	0,03	0,01	0,14
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb,_roter_TS	0,05	0,03	12	0,22	0,37	0,12	1,8
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,00001	0,00001	0,00282	0,00005	0,00009	0,00003	0,00
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,00335	0,00183	0,76	0,01433	0,02437	0,00793	0,12
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,00188	0,00103	0,42	0,00805	0,01368	0,00445	0,07

Fortsetzung Anhang 7b

	Cd	Hg	Zn	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	mg/m ²	mg/m ²	mg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²	µg/m ²
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	4,4	2,4	984	19	32	10	157
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb,	0,3	0,2	74	1,4	2,4	0,8	12
34_Neufelder_Sand	0,3	0,2	62	1,2	2,0	0,7	10
35_Doese	16	9	3706	70	119	39	590
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,00003	0,00002	0,00724	0,00014	0,00023	0,00008	0,00115
37_Medemgrund_S	0,32	0,17	71	1,4	2,3	0,7	11
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb,	0,59	0,32	133	2,5	4,3	1,4	21
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,77	0,42	174	3,3	5,6	1,8	28
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,0001	0,0001	0,03	0,0005	0,0009	0,0003	0,0045
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,47	0,26	107	2,0	3,4	1,1	17
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,0002	0,0001	0,0	0,0007	0,0013	0,0004	0,006
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,0362	0,0197	8,2	0,15	0,26	0,0855	1,3
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,0001	0,0000	0,01	0,0003	0,0005	0,0001	0,002
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,0106	0,0058	2,4	0,05	0,08	0,03	0,4
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,0007	0,0004	0,2	0,0032	0,0054	0,0018	0,027
47_Nordergruende	0,0001	0,0001	0,03	0,0006	0,0009	0,0003	0,005
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,13	0,07	29	0,55	0,93	0,30	4,6
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	1,32	0,72	298	6	10	3	47
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729,5_bis_760	0,11	0,06	24	0,5	0,8	0,3	3,8
51_Nahbereich_VS749_HPA	1,9	1,0	433	8,2	14	4,5	69
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,74	0,40	166	3,2	5,4	1,7	26
54_Cux_Hafen	108	59	24391	462	786	256	3885
55_Nied,_Tideelbe bei_Pagensand	0,19	0,10	43	0,8	1,4	0,4	6,8
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,02	0,01	4,6	0,1	0,15	0,05	0,7
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,02	0,01	4,4	0,1	0,14	0,05	0,7
58_Stoer+Elbufer_p2	0,17	0,09	38	0,7	1,24	0,40	6,1
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	0,32	0,18	73	1,4	2,4	0,77	12
60_SH_Watten_suedlich	0,20	0,11	46	0,9	1,5	0,48	7,3
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	0,25	0,14	57	1,1	1,8	0,60	9,1
62_Oste	1,08	0,59	244	4,6	7,9	2,6	39
63_Neuwerk	0,08	0,04	17	0,3	0,6	0,2	2,8

c) Auf 5 Jahre hochskalierte mittlere spezifische Schadstofffracht aus Bundeswasserstraßensedimenten in Bilanzierungsräumen

Anmerkung: Die Hochskalierung von Modellierungsergebnissen muss kritisch betrachtet werden. Sie dient hier lediglich der Illustration, dass über längere Zeiträume grundsätzlich mit der Entstehung eines größeren Schadstoffdepots gerechnet werden muss. Aufgrund des Bewertungsansatzes in dieser Auswirkungsprognose, das 95. Perzentil des Sedimenteneintrags zu verwenden und dabei Baggergut- und Hintergrundsedimentation zu berücksichtigen, ist allerdings sichergestellt, dass mit keinen höheren als in der Auswirkungsprognose beschrieben Stoffkonzentrationen zu rechnen ist (solange die Hintergrundgehalte auf einem vergleichbaren Niveau verbleiben).

	Cd mg/m ²	Hg mg/m ²	Zn mg/m ²	HCB µg/m ²	ppDDD µg/m ²	ppDDE µg/m ²	TBT µg/m ²
00_Ausseneider	0,0	0,0	4,6	0,1	0,1	0,0	0,7
01_Wattenmeer_Weser	0,002	0,001	0,414	0,008	0,013	0,004	0,066
02_Duhner_Watt	1,7	0,9	391	7,4	13	4,1	62
03_Medemgrund	1,0	0,5	217	4,1	7,0	2,3	35
04_Uferbereich_Cux	84,9	46,3	19136	363	617	200,6	3048
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	13,4	7,3	3022	57	97	32	481
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	1,4	0,8	324	6,1	10	3,4	52
08_Tideelbe_vor_Brunsb,	50	27	11303	214	364	119	1800
09_Eider_Tidebecken	0,0002	0,0001	0,0426	0,0008	0,0014	0,0004	0,0068
10_Dithmarscher_Bucht	0,0224	0,0122	5,0469	0,0956	0,163	0,053	0,804
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,3	0,2	68	1,3	2,2	0,7	10,8
12_SH_Watten_noerdl,	0,04	0,02	9,4	0,2	0,3	0,1	1,5
13_Scharhoern	0,06	0,03	13	0,2	0,4	0,1	2,1
14_Stoer+Elbufer_p1	5,9	3,2	1322	25	43	14	210
15_Mittelgrund	1,5	0,8	337	6,4	11	3,5	54
16_Tideelbe_Glueckstadt	6,1	3,3	1373	26	44	14	219
17_Pagensand	0,5831	0,3181	131	2,5	4,2	1,4	21
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,0004	0,0002	0,1	0,002	0,003	0,001	0,013
19_Jadebusen+Weser	0,0353	0,0193	8,0	0,151	0,257	0,084	1,27
20_Piep_Tidebecken	0,0005	0,0003	0,1	0,002	0,004	0,001	0,019
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,0335	0,0182	7,5	0,143	0,243	0,079	1,20
22_Aussenelbe_Nord	0,0538	0,0294	12	0,230	0,391	0,127	1,93
23_Hakensand	0,0022	0,0012	0,5	0,010	0,016	0,005	0,080
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,1942	0,1059	44	0,830	1,410	0,459	6,972
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,7417	0,4045	167	3,2	5,4	1,8	27
26_Scharhoernriff	0,0007	0,0004	0,2	0,003	0,005	0,002	0,024
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,0195	0,0106	4,4	0,083	0,142	0,046	0,701
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb,_roter_TS	0,2563	0,1398	58	1,1	1,9	0,6	9,2
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,00006	0,00003	0,014	0,00027	0,00045	0,00015	0,00225
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,0168	0,0091	3,8	0,072	0,122	0,040	0,60
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,0094	0,0051	2,1	0,040	0,068	0,022	0,34

Fortsetzung Anhang 7c

	Cd	Hg	Zn	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
	mg/m2	mg/m2	mg/m2	µg/m2	µg/m2	µg/m2	µg/m2
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	21,8	11,9	4919,3	93,2	158,5	51,6	783,5
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb,	1,6	0,9	368	7,0	12	3,9	59
34_Neufelder_Sand	1,4	0,756	312	5,9	10	3,3	50
35_Does	82	45	18529	351	597	194	2951
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,0002	0,0001	0,036	0,001	0,001	0,0004	0,006
37_Medemgrund_S	1,6	0,9	357	6,8	12	3,7	57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb,	2,9	1,6	665	13	21	7,0	106
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	3,9	2,1	869	16	28	9,1	138
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,001	0,000	0,142	0,003	0,005	0,001	0,023
41_Unterelbe_Niedersachsen	2,4	1,3	534	10	17	5,6	85
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,0009	0,0005	0,195	0,004	0,006	0,002	0,031
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,181	0,099	41	0,773	1,3	0,427	6,5
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,0003	0,0002	0,071	0,001	0,002	0,001	0,011
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,053	0,029	12	0,227	0,385	0,125	1,9
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,004	0,002	0,838	0,016	0,027	0,009	0,134
47_Nordergruende	0,001	0,000	0,146	0,003	0,005	0,002	0,023
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,642	0,350	145	2,7	4,7	1,5	23
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	6,6	3,6	1489	28	48	16	237
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729,5_bis_760	0,534	0,291	120	2,3	3,9	1,3	19
51_Nahbereich_VS749_HPA	9,6	5,2	2166	41	70	23	345
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	3,686	2,011	831	16	27	8,7	132
54_Cux_Hafen	541	295	121957	2311	3929	1279	19425
55_Nied,_Tideelbe bei_Pagensand	0,95	0,52	214	4,1	6,9	2,2	34
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,10	0,06	23	0,43	0,74	0,24	3,7
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,10	0,05	22	0,42	0,71	0,23	3,5
58_Stoer+Elbufer_p2	0,85	0,46	192	3,6	6,2	2,0	31
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	1,6	0,88	365	6,9	12	3,8	58
60_SH_Watten_suedlich	1,0	0,56	230	4,4	7,4	2,4	37
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	1,3	0,69	284	5,4	9,2	3,0	45
62_Oste	5,4	2,9	1218	23	39	13	194
63_Neuwerk	0,39	0,21	87	1,6	2,8	0,9	14

Anhang 8

Sedimenteinträge zur Berechnung von neuen Stoffgehalten: mittleres 95. Perzentil (BAW Modellierungszeitpunkte t2-t13)

Bilanzpolygone	Baggerguteintrag	Hintergrundsedimentation
	kg/m2	kg/m2
00_Ausseneider	0,0007	196,7
01_Wattenmeer_Weser	0,0048	218,0
02_Duhner_Watt	2,0696	223,7
03_Medemgrund	0,9020	475,9
04_Uferbereich_Cux	68,5053	1551,3
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,0058	64,1
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	6,9272	680,7
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,0873	2,9
08_Tideelbe_vor_Brunsb,	39,6675	1534,3
09_Eider_Tidebecken	0,0002	151,6
10_Dithmarscher_Bucht	0,0025	219,9
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,1567	1,5
12_SH_Watten_noerdl,	0,3646	138,4
13_Scharhoern	0,7162	5,6
14_Stoer+Elbufer_p1	1,4206	278,9
15_Mittelgrund	1,2269	366,3
16_Tideelbe_Glueckstadt	1,1135	1006,2
17_Pagensand	0,0480	1,0
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,0007	244,6
19_Jadebusen+Weser	0,0021	186,6
20_Piep_Tidebecken	0,0020	362,5
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,0867	163,2
22_Aussenelbe_Nord	0,0191	328,8
23_Hakensand	0,0065	320,6
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,3427	242,8
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	1,4617	155,5
26_Scharhoernriff	0,0092	35,8
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,3241	164,7
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb,_roter_TS	0,0924	451,6
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,0021	17,7
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,0186	23,3
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,0021	13,3

Fortsetzung Sedimenteinträge zur Berechnung

Bilanzpolygone	Baggerguteeintrag	Hintergrundsedimentation
	kg/m2	kg/m2
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	1,7894	990,6
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb,	0,2379	731,7
34_Neufelder_Sand	1,7340	74,7
35_Does	80,8295	231,2
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,0012	87,0
37_Medemgrund_S	0,6417	744,1
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb,	0,1477	801,3
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,2384	1,6
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,0053	319,6
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,9572	617,1
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,0009	17,1
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,3465	32,0
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,0017	4,6
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,0473	70,9
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,0109	112,1
47_Nordergruende	0,0078	148,2
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,4038	570,9
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	2,9828	667,6
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729,5_bis_760	0,1846	371,9
51_Nahbereich_VS749_HPA	6,5033	498,1
52_V749_HPA		
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,2348	7,8
54_Cux_Hafen	138,1375	940,4
55_Nied,_Tideelbe_bei_Pagensand	0,1308	522,9
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,0579	3,6
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,0568	1,5
58_Stoer+Elbufer_p2	0,1856	10,4
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	0,5191	23,1
60_SH_Watten_suedlich	0,3553	876,7
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	0,0810	50,7
62_Oste	1,3421	305,3
63_Neuwerk	2,2726	47,9

Anhang 9

Neue Stoffgehalte, Szenario 1 (nur Bundeswasserstraßensedimente) Rechenansatz a
(Baggergut und Hintergrundsedimentation mit Tiefenbezug 20 cm)

	S1 RA a Cd	S1 RA a Zn	S1 RA a Hg	S1 RA a HCB	S1 RA a ppDDD	S1 RA a ppDDE	S1 RA a TBT
	< 20 µm mg/kg	< 20 µm mg/kg	< 20 µm mg/kg	< 63 µm µg/kg	< 63 µm µg/kg	< 63 µm µg/kg	< 2 mm µg/kg
Bilanzierungsräume							
00_Ausseneider	0,49	214	0,38	0,78	0,78	0,53	1,37
01_Wattenmeer_Weser	0,48	181	0,27	0,45	1,06	0,52	3,79
02_Duhner_Watt	0,63	221	0,39	1,28	2,23	0,85	2,27
03_Medemgrund	0,84	304	0,86	3,10	1,96	0,80	4,21
04_Uferbereich_Cux	0,64	230	0,55	1,87	1,73	0,73	6,50
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,63	234	0,35	0,88	1,38	0,80	2,71
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1							
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,78	240	0,55	1,97	3,87	1,41	6,38
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,90	312	0,84	2,33	4,45	1,61	11,84
09_Eider_Tidebecken	0,43	224	0,40	0,82	1,04	0,51	1,57
10_Dithmarscher_Bucht	0,62	242	0,44	1,93	1,31	0,65	1,60
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,83	280	0,69	3,29	1,67	0,77	1,46
12_SH_Watten_noerdl.	0,82	284	0,76	3,78	1,67	0,79	2,03
13_Scharhoern	0,56	214	0,37	1,57	2,86	1,00	1,34
14_Stoer+Elbufer_p1							
15_Mittelgrund	0,55	250	0,43	1,28	2,39	0,79	2,60
16_Tideelbe_Glueckstadt	0,81	249	0,61	2,00	3,90	1,42	8,60
17_Pagensand							
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,42	162	0,24	0,56	0,99	0,62	1,67
19_Jadebusen+Weser	0,45	185	0,27	0,42	0,59	0,51	1,52
20_Piep_Tidebecken	0,48	240	0,48	1,17	1,60	0,62	1,90
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,53	257	0,48	0,67	1,25	0,59	0,98
22_Aussenelbe_Nord	0,52	253	0,51	1,29	2,04	0,71	2,31
23_Hakensand	0,62	250	0,60	2,67	1,69	0,71	2,53
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,46	192	0,34	1,14	2,14	0,82	1,23
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,53	212	0,35	1,34	2,49	0,88	1,81
26_Scharhoerriff	0,53	216	0,40	0,59	1,17	0,62	0,97
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,51	197	0,35	1,58	2,86	1,06	1,31
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,80	284	0,77	1,73	2,42	0,85	4,34
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,51	310	0,41	0,57	0,80	0,47	1,01
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,56	250	0,42	0,42	0,74	0,52	0,94
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,79	262	0,45	1,06	1,82	0,91	5,84

Fortsetzung S1 RA a

	S1 RA a						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,82	292	0,76	1,58	2,72	0,93	4,69
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,78	280	0,74	1,93	2,04	0,78	4,84
34_Neufelder_Sand	0,88	294	0,82	1,46	3,50	1,07	3,17
35_Grimmershörner_Bucht	1,68	425	0,85	2,64	4,11	1,43	14,01
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,46	289	0,44	0,72	1,12	0,51	1,27
37_Medemgrund_S	0,72	263	0,70	2,21	1,71	0,71	4,70
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,92	316	0,98	2,15	4,17	1,53	11,18
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,87	298	0,88	1,94	3,69	1,40	9,11
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,45	190	0,28	0,44	0,98	0,56	1,85
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,80	249	0,59	2,00	3,91	1,43	8,53
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,55	253	0,34	0,28	0,22	0,52	1,90
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,71	230	0,49	0,90	1,95	0,79	3,38
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,50	277	0,35	0,28	0,30	0,42	0,60
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,58	209	0,39	0,60	1,20	0,67	1,15
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,55	193	0,37	0,70	1,44	0,73	1,74
47_Nordergruende	0,48	180	0,30	0,59	1,20	0,67	1,32
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,52	235	0,43	1,10	2,06	0,72	2,21
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,57	258	0,47	1,27	2,34	0,77	2,90
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,54	257	0,48	1,26	2,30	0,75	2,64
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,46	217	0,36	1,17	2,24	0,76	1,61
52_V749_HPA							
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,78	278	0,69	1,67	2,41	0,86	4,76
54_Cux_Hafen	1,23	338	0,71	1,99	2,30	0,90	9,49
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand							
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,80	275	0,48	1,74	3,23	1,27	7,99
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,78	271	0,53	2,78	1,56	0,72	1,29
58_Stoer+Elbufer_p2	0,81	247	0,61	2,01	3,92	1,43	8,86
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1							
60_SH_Watten_suedlich	0,73	269	0,75	3,36	1,44	0,68	3,37
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2							
62_Oste	0,70	242	0,39				9,07
63_Neuwerk	0,69	248	0,42	1,70	3,11	1,05	1,92

Anhang 10

Neue Stoffgehalte, Szenario 2 (Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente) Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation mit Tiefenbezug 20 cm)

	S2 RA a Cd < 20 µm mg/kg	S2 RA a Zn < 20 µm mg/kg	S2 RA a Hg < 20 µm mg/kg	S2 RA a HCB < 63 µm µg/kg	S2 RA a ppDDD < 63 µm µg/kg	S2 RA a ppDDE < 63 µm µg/kg	S2 RA a TBT < 2 mm µg/kg
Bilanzierungsräume							
00_Ausseneider	0,49	214	0,38	0,78	0,78	0,53	1,37
01_Wattenmeer_Weser	0,48	181	0,27	0,45	1,06	0,52	3,79
02_Duhner_Watt	0,62	220	0,39	1,26	2,24	0,87	2,31
03_Medemgrund	0,84	304	0,86	3,10	1,96	0,80	4,21
04_Uferbereich_Cux	0,64	230	0,55	1,85	1,73	0,73	6,64
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,63	234	0,35	0,88	1,38	0,80	2,71
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1							
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,78	240	0,55	1,97	3,87	1,41	6,39
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,90	311	0,84	2,32	4,46	1,61	11,92
09_Eider_Tidebecken	0,43	224	0,40	0,82	1,04	0,51	1,57
10_Dithmarscher_Bucht	0,62	242	0,44	1,93	1,31	0,65	1,60
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,83	280	0,69	3,29	1,67	0,77	1,46
12_SH_Watten_noerdl.	0,82	284	0,76	3,78	1,67	0,79	2,03
13_Scharhoern	0,55	213	0,37	1,54	2,89	1,03	1,35
14_Stoer+Elbufer_p1							
15_Mittelgrund	0,55	250	0,43	1,28	2,39	0,80	2,61
16_Tideelbe_Glueckstadt	0,81	249	0,61	2,00	3,90	1,42	8,61
17_Pagensand							
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,42	162	0,24	0,56	0,99	0,62	1,67
19_Jadebusen+Weser	0,45	185	0,27	0,42	0,59	0,51	1,52
20_Piep_Tidebecken	0,48	240	0,48	1,17	1,60	0,62	1,90
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,53	257	0,48	0,67	1,25	0,59	0,98
22_Aussenelbe_Nord	0,52	253	0,51	1,29	2,04	0,71	2,31
23_Hakensand	0,62	250	0,60	2,67	1,69	0,71	2,53
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,46	192	0,34	1,13	2,15	0,83	1,24
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,52	211	0,35	1,32	2,51	0,89	1,83
26_Scharhoernriff	0,53	216	0,40	0,58	1,17	0,62	0,97
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,50	196	0,35	1,54	2,89	1,09	1,32
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,80	284	0,77	1,73	2,42	0,85	4,34
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,51	310	0,41	0,57	0,80	0,47	1,01
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,56	249	0,42	0,42	0,74	0,52	0,94
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,79	262	0,45	1,06	1,82	0,91	5,84

Fortsetzung S2 RA a

	S2 RA a						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,82	292	0,76	1,58	2,73	0,93	4,70
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,78	280	0,74	1,93	2,04	0,78	4,84
34_Neufelder_Sand	0,88	293	0,82	1,46	3,50	1,08	3,20
35_Grimmershörner Bucht	1,56	408	0,85	2,55	4,16	1,49	14,89
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,46	289	0,44	0,72	1,12	0,51	1,27
37_Medemgrund_S	0,72	263	0,70	2,21	1,71	0,71	4,70
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,92	316	0,98	2,15	4,17	1,53	11,18
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,87	298	0,88	1,94	3,69	1,40	9,11
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,45	190	0,28	0,44	0,98	0,56	1,85
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,80	249	0,59	2,00	3,91	1,43	8,53
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,55	253	0,34	0,28	0,22	0,52	1,90
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,71	230	0,49	0,90	1,95	0,79	3,39
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,50	277	0,35	0,28	0,30	0,42	0,60
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,58	209	0,39	0,59	1,20	0,67	1,15
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,55	193	0,37	0,70	1,44	0,73	1,74
47_Nordergruende	0,48	180	0,30	0,59	1,20	0,67	1,32
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,52	235	0,43	1,10	2,06	0,72	2,21
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,57	258	0,47	1,26	2,34	0,77	2,92
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,54	257	0,48	1,26	2,30	0,75	2,64
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,46	217	0,36	1,17	2,24	0,77	1,66
52_V749_HPA							
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,78	278	0,69	1,67	2,41	0,86	4,76
54_Cux_Hafen	1,16	328	0,71	1,96	2,32	0,92	9,92
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand							
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,80	275	0,48	1,74	3,23	1,27	7,99
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,78	271	0,53	2,78	1,56	0,72	1,29
58_Stoer+Elbufer_p2	0,81	247	0,61	2,01	3,92	1,43	8,86
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1							
60_SH_Watten_suedlich	0,73	269	0,75	3,36	1,44	0,68	3,38
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2							
62_Oste	0,70	242	0,39				9,09
63_Neuwerk	0,66	245	0,42	1,67	3,13	1,07	1,96

Anhang 11

Neue Stoffgehalte, Szenario 1 (nur Bundeswasserstraßensedimente) Rechenansatz b
(Baggergut und Hintergrundsedimentation ohne Tiefenbezug)

	S1 RA b						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,49	214	0,38	0,78	0,78	0,53	1,37
01_Wattenmeer_Weser	0,48	181	0,27	0,45	1,06	0,52	3,79
02_Duhner_Watt	0,63	221	0,39	1,28	2,23	0,85	2,27
03_Medemgrund	0,84	304	0,86	3,10	1,96	0,80	4,21
04_Uferbereich_Cux	0,64	230	0,55	1,87	1,73	0,73	6,50
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,63	234	0,35	0,89	1,40	0,81	2,71
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1							
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	1,00	284	0,62	2,23	4,25	1,53	7,33
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,90	312	0,84	2,33	4,45	1,61	11,84
09_Eider_Tidebecken	0,43	224	0,40	0,82	1,04	0,51	1,57
10_Dithmarscher_Bucht	0,62	242	0,44	1,93	1,31	0,65	1,60
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	1,75	448	0,93	4,48	4,83	1,72	4,95
12_SH_Watten_noerdl.	0,83	286	0,77	3,80	1,73	0,81	2,06
13_Scharhoern	1,81	453	0,86	5,97	9,98	3,23	5,56
14_Stoer+Elbufer_p1							
15_Mittelgrund	0,55	250	0,43	1,28	2,39	0,79	2,60
16_Tideelbe_Glueckstadt	0,81	249	0,61	2,00	3,90	1,42	8,60
17_Pagensand							
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,42	162	0,24	0,56	0,99	0,62	1,67
19_Jadebusen+Weser	0,45	185	0,27	0,42	0,59	0,51	1,52
20_Piep_Tidebecken	0,48	240	0,48	1,17	1,60	0,62	1,90
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,53	258	0,48	0,68	1,25	0,59	0,98
22_Aussenelbe_Nord	0,52	253	0,51	1,29	2,04	0,71	2,31
23_Hakensand	0,62	250	0,60	2,67	1,69	0,71	2,53
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,46	192	0,34	1,14	2,14	0,82	1,23
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,55	216	0,36	1,45	2,67	0,93	1,88
26_Scharhoernriff	0,54	217	0,40	0,75	1,43	0,70	0,98
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,52	199	0,36	1,74	3,12	1,14	1,33
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,80	284	0,77	1,73	2,42	0,85	4,34
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,51	311	0,41	0,57	0,81	0,47	1,01
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,58	252	0,43	0,43	0,76	0,53	0,97
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,79	262	0,45	1,06	1,82	0,91	5,85

Fortsetzung S1 RA b

	S1 RA b						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,82	292	0,76	1,58	2,72	0,93	4,69
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,78	280	0,74	1,93	2,04	0,78	4,84
34_Neufelder_Sand	0,95	306	0,83	1,64	3,76	1,16	3,68
35_Grimmershörner_Bucht	1,68	425	0,85	2,64	4,11	1,43	14,0
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,46	289	0,44	0,72	1,12	0,51	1,3
37_Medemgrund_S	0,72	263	0,70	2,21	1,71	0,71	4,7
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,92	316	0,98	2,15	4,17	1,53	11,2
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	1,52	411	0,97	2,82	5,08	1,81	12,9
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,45	190	0,28	0,44	0,98	0,56	1,85
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,80	249	0,59	2,00	3,91	1,43	8,53
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,55	253	0,34	0,28	0,22	0,52	1,90
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,85	257	0,54	1,02	2,13	0,85	3,71
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,51	279	0,36	0,30	0,34	0,43	0,61
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,59	212	0,40	0,71	1,39	0,73	1,17
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,55	194	0,37	0,73	1,48	0,74	1,74
47_Nordergruende	0,48	180	0,30	0,60	1,21	0,67	1,32
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,52	235	0,43	1,10	2,06	0,72	2,21
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,57	258	0,47	1,27	2,34	0,77	2,90
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,54	257	0,48	1,26	2,30	0,75	2,64
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,46	217	0,36	1,17	2,24	0,76	1,61
52_V749_HPA							
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	1,07	328	0,76	2,40	3,67	1,25	5,74
54_Cux_Hafen	1,23	338	0,71	1,99	2,30	0,90	9,49
55_Nied._Tideelbe_bei_Pagensand							
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	1,15	339	0,62	1,97	3,59	1,38	8,48
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	1,41	386	0,75	3,11	2,32	0,95	2,69
58_Stoer+Elbufer_p2	0,89	262	0,64	2,12	4,10	1,49	9,37
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1							
60_SH_Watten_suedlich	0,73	269	0,75	3,36	1,44	0,68	3,37
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2							
62_Oste	0,70	242	0,39				9,07
63_Neuwerk	1,14	333	0,60	3,19	5,50	1,80	3,21

Anhang 12

Neue Stoffgehalte, Szenario 2 (Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente) Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation ohne Tiefenbezug)

	S2 RA b	S2 RA b					
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm mg/kg	< 20 µm mg/kg	< 20 µm mg/kg	< 63 µm µg/kg	< 63 µm µg/kg	< 63 µm µg/kg	< 2 mm µg/kg
00_Ausseneider	0,49	214	0,38	0,78	0,78	0,53	1,37
01_Wattenmeer_Weser	0,48	181	0,27	0,45	1,06	0,52	3,79
02_Duhner_Watt	0,62	220	0,39	1,26	2,24	0,87	2,31
03_Medemgrund	0,84	304	0,86	3,10	1,96	0,80	4,21
04_Uferbereich_Cux	0,64	230	0,55	1,85	1,73	0,73	6,64
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,63	234	0,35	0,89	1,40	0,81	2,71
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1							
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	0,97	280	0,62	2,21	4,26	1,54	7,43
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,90	311	0,84	2,32	4,46	1,61	11,92
09_Eider_Tidebecken	0,43	224	0,40	0,82	1,04	0,51	1,57
10_Dithmarscher_Bucht	0,62	242	0,44	1,93	1,31	0,65	1,60
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	1,63	431	0,93	4,39	4,90	1,78	5,26
12_SH_Watten_noerdl.	0,83	285	0,77	3,80	1,73	0,81	2,07
13_Scharhoern	1,67	434	0,86	5,73	10,15	3,40	5,95
14_Stoer+Elbufer_p1							
15_Mittelgrund	0,55	250	0,43	1,28	2,39	0,80	2,61
16_Tideelbe_Glueckstadt	0,81	249	0,61	2,00	3,90	1,42	8,61
17_Pagensand							
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,42	162	0,24	0,56	0,99	0,62	1,67
19_Jadebusen+Weser	0,45	185	0,27	0,42	0,59	0,51	1,52
20_Piep_Tidebecken	0,48	240	0,48	1,17	1,60	0,62	1,90
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,53	257	0,48	0,68	1,25	0,59	0,98
22_Aussenelbe_Nord	0,52	253	0,51	1,29	2,04	0,71	2,31
23_Hakensand	0,62	250	0,60	2,67	1,69	0,71	2,53
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,46	192	0,34	1,13	2,15	0,83	1,24
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,54	214	0,36	1,42	2,69	0,95	1,92
26_Scharhoernriff	0,54	217	0,40	0,74	1,44	0,70	0,98
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,51	198	0,36	1,69	3,15	1,18	1,33
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,80	284	0,77	1,73	2,42	0,85	4,34
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,51	311	0,41	0,57	0,81	0,47	1,01
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,58	252	0,43	0,43	0,76	0,53	0,97
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,79	262	0,45	1,06	1,82	0,91	5,85

Fortsetzung S2 RA b

	S2 RA b						
	Cd	Zn	Hg	HCB	ppDDD	ppDDE	TBT
Bilanzierungsräume	< 20 µm	< 20 µm	< 20 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 63 µm	< 2 mm
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,82	292	0,76	1,58	2,73	0,93	4,70
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,78	280	0,74	1,93	2,04	0,78	4,84
34_Neufelder_Sand	0,94	304	0,83	1,62	3,77	1,17	3,76
35_Grimmershörner Bucht	1,56	408	0,85	2,55	4,16	1,49	14,89
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,46	289	0,44	0,72	1,12	0,51	1,27
37_Medemgrund_S	0,72	263	0,70	2,21	1,71	0,71	4,70
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,92	316	0,98	2,15	4,17	1,53	11,18
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	1,43	399	0,97	2,77	5,11	1,85	13,37
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,45	190	0,28	0,44	0,98	0,56	1,85
41_Unterelbe_Niedersachsen	0,80	249	0,59	2,00	3,91	1,43	8,53
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,55	253	0,34	0,28	0,22	0,52	1,90
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,83	255	0,54	1,01	2,13	0,85	3,74
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,51	278	0,36	0,30	0,34	0,43	0,62
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,59	211	0,40	0,70	1,39	0,73	1,17
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,55	194	0,37	0,72	1,48	0,74	1,74
47_Nordergruende	0,48	180	0,30	0,60	1,21	0,67	1,32
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,52	235	0,43	1,10	2,06	0,72	2,21
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,57	258	0,47	1,26	2,34	0,77	2,92
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729,5_bis_760	0,54	257	0,48	1,26	2,30	0,75	2,64
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,46	217	0,36	1,17	2,24	0,77	1,66
52_V749_HPA							
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	1,03	323	0,76	2,36	3,70	1,28	5,84
54_Cux_Hafen	1,16	328	0,71	1,96	2,32	0,92	9,92
55_Nied._Tideelbe bei_Pagensand							
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	1,10	332	0,62	1,96	3,60	1,39	8,53
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	1,33	375	0,75	3,08	2,34	0,97	2,82
58_Stoer+Elbufer_p2	0,88	261	0,64	2,11	4,10	1,49	9,43
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1							
60_SH_Watten_suedlich	0,73	269	0,75	3,36	1,44	0,68	3,38
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2							
62_Oste	0,70	242	0,39				9,09
63_Neuwerk	1,07	323	0,60	3,08	5,57	1,88	3,37

Anhang 13

Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 1 (nur Bundeswasserstraßensedimente), Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation mit Tiefenbezug 20 cm)

	S1 RA a					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,18	54	0,12	0,79	0,32	0,61
01_Wattenmeer_Weser	0,24	66	0,13	0,60	0,21	0,59
02_Duhner_Watt	0,19	46	0,10	0,63	0,23	0,55
03_Medemgrund	0,21	54	0,13	0,80	0,30	0,58
04_Uferbereich_Cux	0,22	55	0,13	0,93	0,34	0,57
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,47	141	0,28	1,19	0,40	0,85
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1						
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2					1,52	0,59
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,25	65	0,17	1,81	0,69	0,62
09_Eider_Tidebecken	0,18	52	0,12	0,71	0,28	0,61
10_Dithmarscher_Bucht	0,18	50	0,12	0,84	0,34	0,59
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,20	53	0,13	0,94	0,37	0,59
12_SH_Watten_noerdl.	0,20	52	0,13	0,84	0,32	0,58
13_Scharhoern	0,23	62	0,13	0,67	0,25	0,62
14_Stoer+Elbufer_p1						
15_Mittelgrund	0,18	45	0,10	0,61	0,23	0,57
16_Tideelbe_Glueckstadt					1,55	0,60
17_Pagensand						
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,38	113	0,22	0,89	0,31	0,77
19_Jadebusen+Weser	0,33	98	0,18	0,80	0,29	0,67
20_Piep_Tidebecken	0,18	49	0,11	0,69	0,27	0,61
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,27	76	0,16	0,75	0,27	0,69
22_Aussenelbe_Nord	0,19	49	0,11	0,66	0,25	0,60
23_Hakensand	0,17	43	0,11	0,71	0,28	0,58
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,17	41	0,10	0,59	0,23	0,56
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,22	57	0,12	0,65	0,24	0,59
26_Scharhoernriff	0,31	90	0,19	0,78	0,28	0,73
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,26	73	0,15	0,69	0,25	0,66
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,21	56	0,14	1,11	0,43	0,58
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,24	68	0,14	0,75	0,28	0,67
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,35	103	0,21	0,92	0,33	0,77
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,49	150	0,30	1,25	0,41	0,86

Fortsetzung S1 RA a, <2mm

	S1 RA a					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,22	58	0,14	1,31	0,50	0,59
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,21	55	0,13	1,07	0,41	0,58
34_Neufelder_Sand	0,23	59	0,14	1,29	0,50	0,58
35_Grimmershörner Bucht	0,41	96	0,23	2,49	0,84	0,61
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,21	60	0,13	0,71	0,27	0,64
37_Medemgrund_S	0,19	50	0,12	0,73	0,28	0,57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,23	60	0,15	1,64	0,65	0,61
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,22	57	0,14	1,33	0,52	0,59
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,30	87	0,17	0,67	0,25	0,68
41_Unterelbe_Niedersachsen				1,54	0,59	0,60
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,43	136	0,27	1,11	0,38	0,83
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,43	129	0,27	1,09	0,38	0,85
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,34	103	0,21	0,93	0,33	0,76
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,37	109	0,22	0,90	0,32	0,79
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,40	117	0,24	0,96	0,34	0,81
47_Nordergruende	0,37	108	0,22	0,87	0,31	0,78
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,20	52	0,12	0,64	0,24	0,60
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,19	48	0,11	0,64	0,24	0,58
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,21	55	0,12	0,65	0,24	0,61
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,18	24	0,11	0,38	0,23	0,11
52_V749_HPA						
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,22	57	0,14	1,16	0,44	0,58
54_Cux_Hafen	0,30	71	0,17	1,55	0,53	0,59
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand						
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,20	55	0,14	1,12	0,45	0,60
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,20	52	0,13	0,98	0,39	0,59
58_Stoer+Elbufer_p2				1,56	0,60	0,61
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1						
60_SH_Watten_suedlich	0,19	48	0,12	0,70	0,27	0,57
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2						
62_Oste	0,23	62	0,15	1,38	0,54	0,58
63_Neuwerk	0,21	56	0,12	0,68	0,25	0,59

Anhang 14

Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 2 (Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente), Rechenansatz a (Baggergut und Hintergrundsedimentation mit Tiefenbezug 20 cm)

	S2 RA a					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,18	54	0,12	0,79	0,32	0,61
01_Wattenmeer_Weser	0,24	66	0,13	0,60	0,21	0,59
02_Duhner_Watt	0,19	46	0,11	0,64	0,24	0,55
03_Medemgrund	0,21	54	0,13	0,81	0,31	0,58
04_Uferbereich_Cux	0,23	57	0,13	0,98	0,36	0,57
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,47	141	0,28	1,19	0,40	0,85
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1						
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2					1,52	0,59
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,26	66	0,17	1,84	0,70	0,62
09_Eider_Tidebecken	0,18	52	0,12	0,71	0,28	0,61
10_Dithmarscher_Bucht	0,18	50	0,12	0,84	0,34	0,59
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,20	53	0,13	0,94	0,37	0,59
12_SH_Watten_noerdl.	0,20	52	0,13	0,85	0,32	0,58
13_Scharhoern	0,23	62	0,13	0,67	0,25	0,62
14_Stoer+Elbufer_p1						
15_Mittelgrund	0,18	45	0,10	0,62	0,23	0,57
16_Tideelbe_Glueckstadt					1,55	0,60
17_Pagensand						
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,38	113	0,22	0,89	0,31	0,77
19_Jadebusen+Weser	0,33	98	0,18	0,80	0,29	0,67
20_Piep_Tidebecken	0,18	49	0,11	0,69	0,27	0,61
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,27	77	0,16	0,75	0,27	0,69
22_Aussenelbe_Nord	0,19	49	0,11	0,66	0,25	0,60
23_Hakensand	0,17	43	0,11	0,71	0,28	0,58
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,17	41	0,10	0,59	0,23	0,56
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,22	57	0,12	0,66	0,24	0,59
26_Scharhoernriff	0,31	90	0,19	0,78	0,28	0,73
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,26	73	0,15	0,69	0,25	0,66
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,21	56	0,14	1,11	0,43	0,58
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,24	68	0,14	0,75	0,28	0,67
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,35	103	0,21	0,92	0,33	0,77
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,49	150	0,30	1,25	0,41	0,86

Fortsetzung S2 RA a, < 2 mm

	S2 RA a					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,22	58	0,14	1,31	0,50	0,59
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,21	55	0,13	1,07	0,41	0,58
34_Neufelder_Sand	0,23	59	0,14	1,30	0,50	0,58
35_Grimmershörner Bucht	0,46	108	0,26	2,81	0,96	0,61
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,21	60	0,13	0,71	0,27	0,64
37_Medemgrund_S	0,19	50	0,12	0,73	0,28	0,57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,23	60	0,15	1,64	0,65	0,61
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,22	57	0,14	1,33	0,52	0,59
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,30	87	0,17	0,67	0,25	0,68
41_Unterelbe_Niedersachsen				1,54	0,59	0,60
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,43	136	0,27	1,11	0,38	0,83
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,43	129	0,27	1,09	0,38	0,85
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,34	103	0,21	0,93	0,33	0,76
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,37	109	0,22	0,90	0,32	0,79
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,40	117	0,24	0,96	0,34	0,81
47_Nordergruende	0,37	108	0,22	0,87	0,31	0,78
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,20	52	0,12	0,64	0,24	0,60
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,19	49	0,11	0,65	0,24	0,58
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,21	55	0,12	0,65	0,24	0,61
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,18	25	0,11	0,39	0,24	0,11
52_V749_HPA						
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,22	57	0,14	1,16	0,44	0,58
54_Cux_Hafen	0,32	77	0,19	1,70	0,59	0,59
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand						
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,20	55	0,14	1,12	0,45	0,60
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,20	52	0,13	0,98	0,39	0,59
58_Stoer+Elbufer_p2				1,56	0,60	0,61
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1						
60_SH_Watten_suedlich	0,19	48	0,12	0,70	0,27	0,57
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2						
62_Oste	0,23	62	0,15	1,38	0,54	0,58
63_Neuwerk	0,21	56	0,12	0,70	0,25	0,59

Anhang 15

Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 1 (nur Bundeswasserstraßensedimente), Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation ohne Tiefenbezug)

	S1 RA b					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,18	54	0,12	0,79	0,32	0,61
01_Wattenmeer_Weser	0,24	66	0,13	0,60	0,21	0,59
02_Duhner_Watt	0,19	46	0,10	0,63	0,23	0,55
03_Medemgrund	0,21	54	0,13	0,80	0,30	0,58
04_Uferbereich_Cux	0,22	55	0,13	0,93	0,34	0,57
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,47	141	0,28	1,19	0,40	0,85
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1						
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2					1,71	0,65
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,25	65	0,17	1,81	0,69	0,62
09_Eider_Tidebecken	0,18	52	0,12	0,71	0,28	0,61
10_Dithmarscher_Bucht	0,18	50	0,12	0,84	0,34	0,59
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,28	71	0,17	1,58	0,58	0,61
12_SH_Watten_noerdl.	0,20	52	0,13	0,85	0,33	0,58
13_Scharhoern	0,33	83	0,18	1,48	0,51	0,64
14_Stoer+Elbufer_p1						
15_Mittelgrund	0,18	45	0,10	0,61	0,23	0,57
16_Tideelbe_Glueckstadt					1,55	0,60
17_Pagensand						
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,38	113	0,22	0,89	0,31	0,77
19_Jadebusen+Weser	0,33	98	0,18	0,80	0,29	0,67
20_Piep_Tidebecken	0,18	49	0,11	0,69	0,27	0,61
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,27	77	0,16	0,75	0,27	0,69
22_Aussenelbe_Nord	0,19	49	0,11	0,66	0,25	0,60
23_Hakensand	0,17	43	0,11	0,71	0,28	0,58
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,17	41	0,10	0,59	0,23	0,56
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,22	57	0,12	0,67	0,24	0,59
26_Scharhoernriff	0,31	90	0,19	0,78	0,28	0,73
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,26	73	0,15	0,69	0,25	0,66
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,21	56	0,14	1,11	0,43	0,58
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,24	68	0,14	0,75	0,28	0,67
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,35	103	0,21	0,93	0,33	0,77
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,49	150	0,30	1,25	0,41	0,86

Fortsetzung S1 RA b, < 2 mm

	S1 RA b					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Bilanzierungsraum						
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,22	58	0,14	1,31	0,50	0,59
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,21	55	0,13	1,07	0,41	0,58
34_Neufelder_Sand	0,24	61	0,15	1,38	0,53	0,58
35_Grimmershörner Bucht	0,41	96	0,23	2,49	0,84	0,61
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,21	60	0,13	0,71	0,27	0,64
37_Medemgrund_S	0,19	50	0,12	0,73	0,28	0,57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,23	60	0,15	1,64	0,65	0,61
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,33	81	0,20	2,17	0,78	0,62
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,30	87	0,17	0,67	0,25	0,68
41_Unterelbe_Niedersachsen				1,54	0,59	0,60
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,43	136	0,27	1,11	0,38	0,83
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,44	130	0,27	1,15	0,40	0,85
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,34	103	0,21	0,93	0,33	0,76
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,37	109	0,22	0,90	0,32	0,79
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,40	117	0,24	0,96	0,34	0,81
47_Nordergruende	0,37	108	0,22	0,87	0,31	0,78
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,20	52	0,12	0,64	0,24	0,60
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,19	48	0,11	0,64	0,24	0,58
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,21	55	0,12	0,65	0,24	0,61
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,18	24	0,11	0,38	0,23	0,11
52_V749_HPA						
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,25	62	0,15	1,35	0,50	0,59
54_Cux_Hafen	0,30	71	0,17	1,55	0,53	0,59
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand						
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,21	58	0,15	1,23	0,48	0,60
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,23	60	0,15	1,24	0,47	0,60
58_Stoer+Elbufer_p2				1,66	0,64	0,61
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1						
60_SH_Watten_suedlich	0,19	48	0,12	0,70	0,27	0,57
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2						
62_Oste	0,23	62	0,15	1,38	0,54	0,58
63_Neuwerk	0,24	62	0,13	0,93	0,33	0,60

Anhang 16

Neue Stoffgehalte in der Fraktion < 2 mm in Bilanzierungsräumen, Szenario 2 (Bundeswasserstraßen- und Landeshafengewässersedimente), Rechenansatz b (Baggergut und Hintergrundsedimentation ohne Tiefenbezug)

	S2 RA b					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
Bilanzierungsraum	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
00_Ausseneider	0,18	54	0,12	0,79	0,32	0,61
01_Wattenmeer_Weser	0,24	66	0,13	0,60	0,21	0,59
02_Duhner_Watt	0,19	46	0,11	0,64	0,24	0,55
03_Medemgrund	0,21	54	0,13	0,81	0,31	0,58
04_Uferbereich_Cux	0,23	57	0,13	0,98	0,36	0,57
05_Kuestenmeer_Weser_W	0,47	141	0,28	1,19	0,40	0,85
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1						
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2					1,74	0,66
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	0,26	66	0,17	1,84	0,70	0,62
09_Eider_Tidebecken	0,18	52	0,12	0,71	0,28	0,61
10_Dithmarscher_Bucht	0,18	50	0,12	0,84	0,34	0,59
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	0,30	75	0,18	1,69	0,62	0,61
12_SH_Watten_noerdl.	0,20	52	0,13	0,85	0,33	0,58
13_Scharhoern	0,35	88	0,19	1,61	0,56	0,64
14_Stoer+Elbufer_p1						
15_Mittelgrund	0,18	45	0,10	0,62	0,23	0,57
16_Tideelbe_Glueckstadt					1,55	0,60
17_Pagensand						
18_Kuestengewaesser_Weser_W	0,38	113	0,22	0,89	0,31	0,77
19_Jadebusen+Weser	0,33	98	0,18	0,80	0,29	0,67
20_Piep_Tidebecken	0,18	49	0,11	0,69	0,27	0,61
21_Kuestenmeer_SH_Watten	0,27	77	0,16	0,75	0,27	0,69
22_Aussenelbe_Nord	0,19	49	0,11	0,66	0,25	0,60
23_Hakensand	0,17	43	0,11	0,71	0,28	0,58
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	0,17	41	0,10	0,59	0,23	0,56
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	0,22	58	0,13	0,68	0,25	0,59
26_Scharhoernriff	0,31	90	0,19	0,78	0,28	0,73
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	0,26	74	0,15	0,70	0,26	0,66
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	0,21	56	0,14	1,11	0,43	0,58
29_Kuestenmeer_Eider_W	0,24	68	0,14	0,75	0,28	0,67
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	0,35	103	0,21	0,93	0,33	0,77
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	0,49	150	0,30	1,25	0,41	0,86

Fortsetzung S2 RA b, < 2 mm

	S2 RA b					
	Cd	Zn	Hg	ppDDD	ppDDE	PCB118
	< 2 mm					
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	0,22	58	0,14	1,31	0,50	0,59
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	0,21	55	0,13	1,07	0,41	0,58
34_Neufelder_Sand	0,24	62	0,15	1,41	0,54	0,58
35_Grimmershörner_Bucht	0,46	108	0,26	2,81	0,96	0,61
36_Kuestenmeer_Eider_O	0,21	60	0,13	0,71	0,27	0,64
37_Medemgrund_S	0,19	50	0,12	0,73	0,28	0,57
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	0,23	60	0,15	1,64	0,65	0,61
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	0,36	87	0,21	2,32	0,84	0,61
40_Kuestengewaesser_Weser_O	0,30	87	0,17	0,67	0,25	0,68
41_Unterelbe_Niedersachsen				1,54	0,59	0,60
42_Kuestenmeer_Helgoland	0,43	136	0,27	1,11	0,38	0,83
43_Kuestenmeer_Elbe_N	0,44	131	0,27	1,17	0,41	0,85
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	0,34	103	0,21	0,93	0,33	0,76
45_Kuestenmeer_Elbe_S	0,37	109	0,22	0,91	0,32	0,79
46_Kuestenmeer_Weser_O	0,40	117	0,24	0,96	0,34	0,81
47_Nordergruende	0,37	108	0,22	0,87	0,31	0,78
48_Fahrwasser_Aussenelbe	0,20	52	0,12	0,64	0,24	0,60
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	0,19	49	0,11	0,65	0,24	0,58
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	0,21	55	0,12	0,65	0,24	0,61
51_Nahbereich_VS749_HPA	0,18	25	0,11	0,39	0,24	0,11
52_V749_HPA						
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	0,25	64	0,16	1,39	0,52	0,59
54_Cux_Hafen	0,32	77	0,19	1,70	0,59	0,59
55_Nied._Tideelbe bei Pagensand						
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	0,22	59	0,15	1,25	0,49	0,60
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	0,24	61	0,15	1,28	0,49	0,60
58_Stoer+Elbufer_p2				1,68	0,64	0,61
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1						
60_SH_Watten_suedlich	0,19	48	0,12	0,70	0,27	0,57
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2						
62_Oste	0,23	62	0,15	1,38	0,54	0,58
63_Neuwerk	0,25	64	0,14	0,99	0,35	0,60

Anhang 17

Nummern, Bezeichnungen und Flächeninhalte der Bilanzpolygone (aus BAW 2021)

Teilgebiet	Flächeninhalt [m ²]
00_Ausseneider	48339611
01_Wattenmeer_Weser	298930380
02_Duhner_Watt	40177977
03_Medemgrund	34824347
04_Uferbereich_Cux	3437179,9
05_Kuestenmeer_Weser_W	393495810
06_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p1	3623555,8
07_Uferbereich_Tideelbe_Ni_p2	13039345
08_Tideelbe_vor_Brunsb.	5918705,1
09_Eider_Tidebecken	106824160
10_Dithmarscher_Bucht	255769080
11_Uferbereich_SH_Watten_p4	15097300
12_SH_Watten_noerdl.	103899290
13_Scharhoern	3924116,3
14_Stoer+Elbufer_p1	5281972,7
15_Mittelgrund	11310135
16_Tideelbe_Glueckstadt	51366068
17_Pagensand	4053913,8
18_Kuestengewaesser_Weser_W	285636580
19_Jadebusen+Weser	765764720
20_Piep_Tidebecken	331568990
21_Kuestenmeer_SH_Watten	45781365
22_Aussenelbe_Nord	207938200
23_Hakensand	44321685
24_Fahrwasser_gruener_TS_km750_bis_760	4593207,9
25_Hamburgisches_Wattenmeer_SO	66900750
26_Scharhoernriff	11762681
27_Hamburgisches_Wattenmeer_NW	51116471
28_Fahrwasser_Cux_Brunsb._roter_TS	22673995
29_Kuestenmeer_Eider_W	101549160
30_Kuestenmeer_Helgoland_O	328223410
31_Kuestenmeer_Helgoland_W	251244050
32_Tideelbe_vor_Otterndorf	35049710
33_Fahrrinne_Cux_Brunsb.	15880594
34_Neufelder_Sand	20170956
35_Grimmershoerner_Bucht	1121365,1
36_Kuestenmeer_Eider_O	74363771
37_Medemgrund_S	16967300
38_FFH_Elbaestuar_vor_Brunsb.	2385587,5
39_Uferbereich_SH_Watten_p3	3408302,9
40_Kuestengewaesser_Weser_O	242725690
41_Unterelbe_Niedersachsen	41994460

42_Kuestenmeer_Helgoland	32161458
43_Kuestenmeer_Elbe_N	164004100
44_Kuestenmeer_Helgoland_NO	40753253
45_Kuestenmeer_Elbe_S	13033684
46_Kuestenmeer_Weser_O	56504306
47_Nordergruende	51282521
48_Fahrwasser_Aussenelbe	12589451
49_Fahrwasser_gruener_TS_km730_bis_747	24924643
50_Fahrwasser_roter_TS_km_729.5_bis_760	57644541
51_Nahbereich_VS749_HPA	2522313,6
52_V749_HPA	189724,1
53_Uferbereich_Cux_Otterndorf_Ostemuendung	16039047
54_Cux_Hafen	522456,39
55_Nied._Tideelbe_bei_Pagensand	6117901,2
56_Uferbereich_SH_Watten_p1	1078853
57_Uferbereich_SH_Watten_p2	6580748,7
58_Stoer+Elbufer_p2	3645830,2
59_Krueckau+Pinau+Elbufer_p1	1458923,5
60_SH_Watten_suedlich	38908144
61_Krueckau+Pinau+Elbufer_p2	3667913,5
62_Oste	5796621,2
63_Neuwerk	2597075

Anhang 18: bestehendes und geplantes Monitoring

Bestehendes und geplantes Monitoring für die Verbringstellen (VS) „Neuer Lüchtergrund“ (NLG) und „Hamburger Außenelbe“ (HH AE) durch WSV und HPA, welches für beide Verbringstellen genutzt werden kann

Komponente	NLG (Bestand/Fortführung)	NLG (neu)	HH AE (neu)
Morphologie	Regelmäßige Beobachtung der Gewässerbettentwicklung auf VS und Umgebung: Peilungen, ggf. Erweiterung auf angrenzende Flächen		Regelmäßige Beobachtung der Gewässerbettentwicklung auf VS und Umgebung: Peilungen. Jährliches Monitoring der VS sowie eines Transekts im NP „Hamburgisches Wattenmeer“ (analog 2021/22): Sedimenttextur, d.h. Körnung, TOC
Befliegungs- und Ground truthing-Daten	Topographieerfassung alle 6 Jahre i. R. der Fahrinnenanpassung: morphologische Entwicklung der gesamten Elbe & Wattgebiete, zwischendurch Wattgebiet Cuxhaven abhängig von Fragestellung (Entwicklung von Prielen oder Flachwassergebieten).		
Trübung		Kontinuierliche / temporäre Sondenmessstation im Elbmündungsgebiet stromauf & stromab vom NLG: Chl-a, Trübung & O ₂ . Kontinuierliche / temporäre Sondenmessstation Nähe Seegrasvorkommen Neuwerk	
Schadstoffe & Ökotoxikologie	Jährliches Monitoring der VS inkl. Körnung, TOC	Jährliches Monitoring der Gebiete, die nach Modellrechnungen mögliche Schadstofferhöhung in Sedimenten	Jährliches Monitoring der VS sowie eines Transekts im NP „Hamburgisches Wattenmeer“ (analog 2021 & 2022): Schadstoffe, Leuchtbakterien- und mariner Algatest

		erwarten lassen: Grimmershörner Bucht (BZR 35), Cuxhaven Hafen (BZR 54), Tideelbe vor Brunsbüttel (BZR 8), Ufer- bereich Cuxhaven (BZR 4), Duhner Watt (BZR 2): inkl. Körnung, TOC	
Bioakkumulation	Weiterführung des erweiterten Vogeleimonitoring (Austernfischer) auf 3 Stationen bei Neufeld-Dieksanderkoog		
Sauerstoff, Nährstoffe, Phytoplankton	Fortführung & Ausbau v. Fernerkundungsdaten für Phytoplankton geplant (BfG)		Jährliches Monitoring der VS sowie eines Transekts im NP „Hamburgisches Wattenmeer“ (analog 2021/22): O ₂ Zehrung, Nährstoffe
		Kontinuierliche / temporäre Sondenmessstation stromauf & stromab vom NLG: Chl-a, Trübung & O ₂	
Seegras		Jährliches Monitoring (2022-2026) bei Neuwerk (Zustand d.h. Bedeckung, Blattlängen, Befall...) analog NLWKN Vorgehensweise	
Makrozoobenthos			VS & Umgebung (In- und Epifauna) analog 2021/22

Monitoring der HPA zur **Verbringstelle „Tonne E3“**, die zur Interpretation der Ergebnisse der VS „HH AE“ herangezogen werden können

Komponente	Monitoringprogramm /Station (Bestand /Fortführung)
Baggergut: Parameter nach Tabelle 1 der GÜBAK	Freigabeanalysen und Bewertung nach GÜBAK: 1. Sedimentqualität (Trockensubstanz, TOC, <20 µm-Faktion, <63 µm-Faktion, Sand) zwischen 10 und 20 repräsentative Sedimentproben mittels Frahm lot. 2. O ₂ Zehrung, Nährstoff- und Schadstoffanalyse (durch unabhängiges Labor) 3. Ökotoxikologische Belastung: Marine Biertestpalette (BfG 2017) mit Leuchtbakterien- und mariner Algatest an Porenwasser und Eluaten.
Morphologie	1x/Jahr Peilung (Frühjahr), 1-2x/Jahr Sedimenttextur (Trockensubstanz, TOC) auf VS & im Umkreis verteilten Stationen
Trübung	1. Probenahme zusammen mit O ₂ , Nährstoffen (s.u.), 2. Schwebstofffallen südlich vor Helgoland, 3. ADCP-Kampagne zur Verfolgung der Ausdehnung der Trübungsfahnen während Verbringung (2005 & 2016)
Schadstoffe	1. Wasserphase, 2. Sedimentchemie VS & Umkreis, 3. Wattmessstellen auf SH & Nds. Gebiet (z.B. Cuxhaven)
Ökotoxikologie & Bioakkumulation	Ökotoxikologische Belastung: Marine Biertestpalette (s.o.), an Sedimenten Corophientest. Bioakkumulation an Pfeffermuscheln & Wellhornschnäcken (auch Imposex) und Kliesche & Scholle (im Herbst beprobt), Nordseegarnele entlang der Küste (im August beprobt, u.a. Elbmündung bei Cuxhaven). Bewertung nach OSPAR (EAC, ERL- Werte) und UQN Werten
O ₂ , Nährstoffe, Phytoplankton	Alle 3 Jahre Tiefenprofil in Vegetationsperiode mit 3-5 Fahrten (je 5 Stationen): inkl. Sichttiefe, Salinität & Wassertemperatur (u.a. kombiniert mit AWI Fahrt)
Makrophyten bzw. -algen	Makroalgen vor Helgoland plus Messungen der Lichtintensität und Wassertemperatur
Makrozoobenthos	1x/Jahr Beprobung im Frühjahr auf VS & Umgebung: Arten, Biomasse, Diversität, Abundanz
Demersale Fische	1x/Jahr Beprobung im Frühjahr: mittlere Artenzahl, Abundanz, Biomasse, Diversität, Krankheiten

Monitoringprogramme durch Bund, Länder, Thünen Institut und AWI im Rahmen von **N2000**,
TMAP, WRRL und MSRL, die zur Interpretation der Ergebnisse der VS „HH AE“
herangezogen werden können

Komponente	Rahmen	Monitoringprogramm /Station (Bestand / Fortführung)
Leitfähigkeit, pH, Trübung	FGG Elbe/ KEMP	Hubschrauberbefliegungen Elbe Längsprofil: km 757, Scharhörn (km 746,3), Cuxhaven-Kugelbake (727), Cuxhaven (725,2), 6x/Jahr
O ₂ , Sauerstoffzehrung (BSB7)	WRRL: FGG Elbe	Hubschrauberbefliegungen Elbe Längsprofil: (km 746,3; 727; 725,2) 6x/ Jahr
Nähr- und Schadstoffkonzentrationen	WRRL: FGG Elbe NLWKN	WRRL Wasserkörper: Tonne 5 (757), Tonne 13 (Scharhörn, 746,3), Norderelbe, Nordertill, Westl. Süderpiep, Cuxhaven-Kugelbake (727), Cuxhaven (725,2), Brunsbüttelkoog Wassersäule in Übergangs-/ Küstengewässern Nds. Sedimente in Küstengewässern: Duhnen, Cuxhaven
Bioakkumulation: Miesmuschel, Stint	FGG Elbe	Cuxhaven (BZR 53: Miesmuschel, BZR 60: Stint), Brunsbüttel (BZR 8: Stint)
Bioakkumulation: Aalmutter, Silbermöwe	UBA	Beide Arten: Meldorf Bucht (BZR 10)
Bioakkumulation: Austernfischer, Flussseeschwalbe	TMAP	Beide: Trischen (BZR 10), Hullen (53), Neufelder Koog (BZR 11)
Phytoplankton	BSH AWI WRRL: LKN NLWKN LLUR & NLWKN FGG Elbe	offene See: 3-4x /Jahr (Jan., März, Aug./Sept., Okt./Nov.) Monitoring bei Helgoland (auch Arten). Küstengewässer SH: 14-tägig -monatlich; Küstengewässer Nds.: Je nach Station wöchentl., 14-tägig oder monatlich; Chl-a -Konzentrationen der Vegetationsperiode (März-Sept.) & Blütenfrequenz <i>Phaeocystis</i> sp. Algenfrüherkennungssystem: Ende März - Oktober monatl. an 17 Messstellen) Algenblüten von <i>Phaeocystis</i> und <i>Noctiluca</i> , potenziell giftige Algen Hubschrauberbefliegungen Elbe Längsprofil (km 746,3), (727), (725,2), Norderelbe. 6x/Jahr Biomasse Chl-a: Februar, Mai, Juni, Juli, Aug., Nov./ Dez.
Makrophyten inkl. Seegras & Makroalgen	WRRL: LKN,NLWKN NLWKN BUKEA	NP Nds & SH: flächendeckende Bestandskartierung alle 6 Jahre der Küstengewässer 6 Bestände in Nds. 1x/Jahr (auch Biomasse) NP HH: Qualitative Beobachtungen
Makrozoobenthos	WRRL: KEMP NLWKN BUKEA	OWK „Übergangsgewässer“: Transekt „Belum-Böschrücken“ Sub-/Eulitoral Sahlenburger Watt und weitere Stellen in WRRL Wasserkörpern nahe Neuwerk NP Nds.: Miesmuschelkartierung: jährl. flächendeckende Luftbildaufnahmen: Lage & Ausdehnung Transekten Neuwerker & Scharhörner Watt
Fische	WRRL (FFG) Thünen Institut	Messstelle „Medem“: demersale & pelagische Arten

		Nähe Fahrinne/ VS & Nahbereich: 1x/Jahr: demersale Jungfische
Meeressäuger	BFN, TMAP i.A. NP SH, Nds., HH & Wattenmeersekretariat	Nordseeweite Befliegungen Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde
Vögel	BFN TMAP i.A. NP SH, Nds., HH & Wattenmeersekretariat BUKEA NLWKN LKN	Seevogelmonitoring (Befliegungen, Schiffszählungen) Brut- und Rastvögel im gesamten Wattenmeer Brutvögel- und Rastvögelzählungen NP HH Außenelbegebiet Nds. Küsten- & Seevögel SH