



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

# **Umweltbericht zum Entwurf des Raumordnungsplans für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Ostsee**

---

**Hamburg, 25. September 2020**

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Hamburg und Rostock 2020

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des BSH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Rechtsgrundlagen und Aufgaben der Umweltprüfung	1
1.2	Kurzdarstellung des Inhalts und der wichtigsten Ziele des Raumordnungsplans	2
1.3	Beziehung zu anderen relevanten Plänen, Programmen und Vorhaben	2
1.3.1	Raumordnungspläne in angrenzenden Gebieten	3
1.3.2	MSRL-Maßnahmenprogramm	3
1.3.3	Managementpläne für die Naturschutzgebiete AWZ	4
1.3.4	Gestuftes Planungsverfahren für Windenergie auf See und Stromleitungen (zentrales Modell)	4
1.3.5	Leitungen	14
1.3.6	Rohstoffgewinnung	14
1.3.7	Schifffahrt	15
1.3.8	Fischerei und marine Aquakultur	15
1.3.9	Wissenschaftliche Meeresforschung	15
1.3.10	Landes- und Bündnisverteidigung	15
1.3.11	Freizeit	16
1.4	Darstellung und Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes	16
1.4.1	Internationale Übereinkommen zum Meeresumweltschutz	16
1.4.2	Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf EU-Ebene	17
1.4.3	Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf nationaler Ebene	17
1.4.4	Unterstützung der Ziele der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie	19
1.5	Methodik der Strategischen Umweltprüfung	19
1.5.1	Untersuchungsraum	20
1.5.2	Durchführung der Umweltprüfung	21
1.5.3	Kriterien für die Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung	23
1.5.4	Annahmen für die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen	27
1.6	Datengrundlagen	33
1.6.1	Übersicht Datengrundlage	34

1.6.2	Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen	35
1.7	Anwendung des Ökosystemansatzes	35
1.8	Berücksichtigung des Klimawandels	43
<b>2</b>	<b>Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands</b>	<b>46</b>
2.1	Boden/Fläche	46
2.1.1	Schutzgut Fläche	46
2.1.2	Datenlage	46
2.1.3	Geomorphologie und Sedimentologie	47
2.1.4	Schadstoffverteilung im Sediment	62
2.1.5	Zustandseinschätzung	64
2.2	Wasser	68
2.2.1	Strömungen	68
2.2.2	Seegang und Wasserstandsschwankungen	70
2.2.3	Oberflächentemperatur und Temperaturschichtung	71
2.2.4	Oberflächensalzgehalt und Salzgehaltsschichtung	73
2.2.5	Eisverhältnisse	74
2.2.6	Schwebstoffe und Trübung	75
2.2.7	Zustandseinschätzung hinsichtlich der Nähr- und Schadstoffverteilung	76
2.3	Plankton	79
2.3.1	Datenlage und Überwachungsprogramme	80
2.3.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Phytoplanktons	80
2.3.3	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Zooplanktons	83
2.3.4	Zustandseinschätzung des Planktons	85
2.4	Biotoptypen	91
2.4.1	Datenlage	91
2.4.2	Biotoptypen der deutschen Ostsee	92
2.4.3	Gesetzlich geschützte marine Biotope gemäß § 30 BNatSchG und FFH-Lebensraumtypen	93
2.4.4	Zustandseinschätzung	96
2.5	Benthos	97
2.5.1	Datenlage	97

2.5.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	98
2.5.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Benthos	109
2.6	Fische	113
2.6.1	Datenlage	115
2.6.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	115
2.6.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Fische	118
2.7	Marine Säuger	125
2.7.1	Datenlage	125
2.7.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	126
2.7.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes marine Säugetiere	132
2.8	See- und Rastvögel	138
2.8.1	Datenlage	138
2.8.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	139
2.8.3	Zustandseinschätzung der See- und Rastvögel	149
2.9	Zugvögel	153
2.9.1	Datenlage	153
2.9.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität von Zugvögeln	154
2.9.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Zugvögel	168
2.10	Fledermäuse und Fledermauszug	178
2.10.1	Datenlage	179
2.10.2	Wander- und Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee	179
2.10.3	Schutzstatus von potenziell ziehenden Fledermausarten in Anrainerstaaten der Ostsee	182
2.10.4	Gefährdungen von Fledermäusen	184
2.11	Biologische Vielfalt	184
2.12	Luft	185
2.13	Klima	185
2.14	Landschaft	186
2.15	Kulturgüter und sonstige Sachgüter (Unterwasserkulturerbe)	186
2.15.1	Erfassung des Schutzgutes und Datenlage zum Unterwasserkulturerbe in der AWZ	186
2.15.2	Potential für vorgeschichtliche Besiedlungsspuren in der deutschen AWZ	187

2.15.3	Wracks von Wasserfahrzeugen und Wrackteile	188
2.15.4	Flugzeugwracks und Raketen	190
2.15.5	Potential für Wracks in der deutschen AWZ	190
2.15.6	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Kulturgüter und sonstige Sachgüter	191
2.16	Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit	192
2.17	Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern	193
<b>3</b>	<b>Voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plan</b>	<b>196</b>
3.1	Schifffahrt	196
3.1.1	Boden/ Fläche	198
3.1.2	Wasser	198
3.1.3	Benthos und Biotoptypen	198
3.1.4	Fische	200
3.1.5	Marine Säuger	201
3.1.6	See- und Rastvögel	202
3.1.7	Zugvögel	203
3.1.8	Fledermäuse und Fledermauszug	203
3.1.9	Klima	204
3.1.10	Luft	204
3.1.11	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	204
3.2	Windenergie auf See	205
3.2.1	Boden/ Fläche	206
3.2.2	Benthos und Biotoptypen	208
3.2.3	Fische	209
3.2.4	Marine Säuger	211
3.2.5	See- und Rastvögel	216
3.2.6	Zugvögel	218
3.2.7	Fledermäuse und Fledermauszug	221
3.2.8	Klima	221
3.2.9	Luft	222
3.2.10	Landschaft	222

3.2.11	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	222
3.3	Leitungen	223
3.3.1	Boden/ Fläche	224
3.3.2	Benthos und Biotoptypen	225
3.3.3	Fische	226
3.3.4	Marine Säuger	227
3.3.5	See- und Rastvögel	228
3.3.6	Zugvögel	229
3.3.7	Fledermäuse und Fledermauszug	229
3.3.8	Luft	229
3.3.9	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	229
3.4	Rohstoffgewinnung	230
3.4.1	Boden/ Fläche	231
3.4.2	Benthos und Biotoptypen	233
3.4.3	Fische	236
3.4.4	Marine Säuger	237
3.4.5	See- und Rastvögel	238
3.4.6	Zugvögel	239
3.4.7	Luft	239
3.4.8	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	240
3.5	Fischerei	240
3.5.1	Boden/Fläche	241
3.5.2	Benthos und Biotoptypen	241
3.5.3	Fische	242
3.5.4	Marine Säuger	243
3.5.5	See- und Rastvögel	243
3.5.6	Zugvögel	244
3.5.7	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	244
3.6	Meeresforschung	245
3.6.1	Boden/ Fläche	246
3.6.2	Benthos und Biotoptypen	246
3.6.3	Fische	246

3.6.4	Marine Säuger	247
3.6.5	See- und Rastvögel	247
3.6.6	Zugvögel	247
3.6.7	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	247
3.7	Naturschutz	248
3.7.1	Boden/ Fläche	248
3.7.2	Benthos und Biotoptypen	248
3.7.3	Fische	249
3.7.4	Marine Säuger	249
3.7.5	See- und Rastvögel	249
3.7.6	Zugvögel	249
3.8	Sonstige Nutzungen ohne räumliche Festlegungen	250
3.8.1	Landes- und Bündnisverteidigung	250
3.8.2	Freizeit	250
3.9	Wechselwirkungen	251
<b>4</b>	<b>Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Meeresumwelt</b>	<b>252</b>
4.1	Schifffahrt	252
4.1.1	Boden/ Fläche	252
4.1.2	Wasser	253
4.1.3	Benthos und Biotoptypen	253
4.1.4	Fische	253
4.1.5	Marine Säuger	253
4.1.6	See- und Rastvögel	253
4.1.7	Zugvögel	254
4.1.8	Fledermäuse	254
4.1.9	Luft	254
4.1.10	Klima	254
4.2	Windenergie auf See	254
4.2.1	Boden/ Fläche	254
4.2.2	Benthos	254



4.2.3	Biotoptypen	255
4.2.4	Fische	256
4.2.5	Marine Säuger	256
4.2.6	See- und Rastvögel	257
4.2.7	Zugvögel	257
4.2.8	Fledermäuse und Fledermauszug	258
4.2.9	Klima	258
4.2.10	Landschaft	258
4.3	Leitungen	259
4.3.1	Boden/ Fläche	259
4.3.2	Benthos	259
4.3.3	Biotoptypen	260
4.3.4	Fische	261
4.3.5	Marine Säuger	261
4.3.6	Avifauna	261
4.3.7	Fledermäuse und Fledermauszug	261
4.3.8	Kulturgüter und Sachgüter	261
4.4	Rohstoffgewinnung	261
4.4.1	Boden/ Fläche	261
4.4.2	Benthos und Biotoptypen	262
4.4.3	Fische	262
4.4.4	Marine Säuger	262
4.4.5	Avifauna	262
4.5	Meeresforschung	263
4.5.1	Boden/ Fläche	263
4.5.2	Benthos & Biotoptypen	263
4.5.3	Fische	263
4.5.4	Marine Säuger	263
4.5.5	Avifauna	264
4.6	Naturschutz	264
4.6.1	Boden/ Fläche	264
4.6.2	Benthos und Biotoptypen	264

4.6.3	Fische	264
4.6.4	Marine Säuger	264
4.6.5	See- und Rastvögel	265
4.6.6	Zugvögel	265
4.7	Sonstige Nutzungen ohne räumliche Festlegungen	265
4.7.1	Landes- und Bündnisverteidigung	265
4.7.2	Luftverkehr	265
4.7.3	Freizeit	265
4.8	Wechselwirkungen	265
4.9	Kumulative Effekte	267
4.9.1	Boden/Fläche, Benthos und Biotoptypen	267
4.9.2	Fische	268
4.9.3	Marine Säuger	269
4.9.4	See- und Rastvögel	270
4.9.5	Zugvögel	270
4.10	Grenzüberschreitende Auswirkungen	271
<b>5</b>	<b>Artenschutzrechtliche Prüfung</b>	<b>272</b>
5.1	Allgemeiner Teil	272
5.2	Marine Säuger	272
5.2.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)	274
5.2.2	§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)	276
5.3	Avifauna (See- und Rastvögel sowie Zugvögel)	283
5.3.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)	284
5.3.2	§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)	285
5.4	Fledermäuse	287
5.4.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG	287
<b>6</b>	<b>Verträglichkeitsprüfung / Gebietsschutzrechtliche Prüfung</b>	<b>288</b>
6.1	Rechtsgrundlage	288
6.2	Prüfung der Verträglichkeit des ROP im Hinblick auf Lebensraumtypen	289
6.3	Prüfung der Verträglichkeit des ROP im Hinblick auf geschützte Arten	290

6.3.1	Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“	290
6.3.2	Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“	292
6.3.3	Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“	293
6.3.4	Natura2000-Gebiete außerhalb der deutschen AWZ	293
6.4	Ergebnis der Verträglichkeitsprüfung	295
<b>7</b>	<b>Gesamtplanbewertung</b>	<b>296</b>
<b>8</b>	<b>Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Raumordnungsplans auf die Meeresumwelt</b>	<b>297</b>
8.1	Einführung	297
8.2	Maßnahmen auf Planebene	297
8.3	Maßnahmen auf der konkreten Umsetzungsebene	298
<b>9</b>	<b>Alternativenprüfung</b>	<b>299</b>
9.1	Grundlagen der Alternativenprüfung	299
9.1.1	Allgemein	299
9.1.2	Prozess der Alternativenprüfung	299
9.2	Alternativenprüfung im Rahmen der Planungskonzeption (Januar 2020)	301
9.2.1	Umweltfachliche Einschätzung der alternativen Festlegungen in der Planungskonzeption	304
9.3	Alternativenprüfung im Rahmen der Erarbeitung des 1. Planentwurfes	309
9.3.1	Nullalternative	310
9.3.2	Räumliche Alternativen	310
<b>10</b>	<b>Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Umwelt</b>	<b>313</b>
10.1	Einführung	313
10.2	Geplante Maßnahmen im Einzelnen	313
<b>11</b>	<b>Nichttechnische Zusammenfassung</b>	<b>316</b>
11.1	Gegenstand und Anlass	316
11.2	Methodik der Strategischen Umweltprüfung	317

11.3	Zusammenfassung der schutzgutbezogenen Prüfungen	318
11.3.1	Boden/Fläche	318
11.3.2	Benthos und Biotope	323
11.3.3	Fische	325
11.3.4	Marine Säuger	326
11.3.5	See- und Rastvögel	327
11.3.6	Zugvögel	327
11.3.7	Fledermäuse	327
11.3.8	Luft	328
11.3.9	Klima	328
11.3.10	Landschaft	328
11.3.11	Kulturgüter und sonstige Sachgüter	328
11.3.12	Biologische Vielfalt	328
11.3.13	Wechselwirkungen	329
11.3.14	Kumulative Auswirkungen	329
11.3.15	Grenzüberschreitende Auswirkungen	332
11.4	Artenschutzrechtliche Prüfung	333
11.5	Verträglichkeitsprüfung	337
11.6	Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt	338
11.7	Alternativenprüfung	339
11.8	Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Umwelt	340
11.9	Gesamtplanbewertung	341
<b>12</b>	<b>Quellenangaben</b>	<b>342</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum gestuften Planungs- und Zulassungsprozess in der AWZ.....	5
Abbildung 2: Übersicht zu den Schutzgütern in den Umweltprüfungen. ....	6
Abbildung 3: Übersicht zu Schwerpunkten in den Umweltprüfungen im Planungs- und Zulassungsverfahren. ....	13
Abbildung 4: Übersicht zu den Schwerpunkten der Umweltprüfung für Rohrleitungen und Datenkabel.....	14
Abbildung 5: Übersicht zu den Normebenen der einschlägigen Rechtsakte für die SUP.....	18
Abbildung 6: Abgrenzung des Untersuchungsraums für die SUP AWZ Ostsee.....	20
Abbildung 7: Allgemeine Methodik der Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen.....	23
Abbildung 8: Exemplarische kumulative Wirkung gleichartiger Nutzungen.....	30
Abbildung 9: Exemplarische kumulative Wirkung verschiedener Nutzungen.....	30
Abbildung 10: Exemplarische kumulative Wirkung verschiedener Nutzungen mit verschiedenen Auswirkungen. ....	30
Abbildung 11: Der Ökosystemansatz als strukturierendes Konzept im Planungsprozess, dem ROP und den Strategischen Umweltprüfungen .....	37
Abbildung 12: Vernetzung zwischen den Schlüsselementen.....	38
Abbildung 13: Darstellung der Zusammenhänge des Klimawandels, mariner Ökosysteme und der maritimen Raumordnung, nach (Frazão Santos, 2020).....	43
Abbildung 14: Darstellung des Meeresbodenreliefs (Bathymetrie, BSH/IOW, 2012) in der deutschen Ostsee.....	47
Abbildung 15: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Kieler Bucht (BSH / IOW, 2012). ....	48
Abbildung 16: Sedimentverteilung auf der Meeresboden im westlichen Teil des des Fehmarn Belts. ....	50
Abbildung 17: Darstellung der Belegungsdichte von Objekten (Steine bzw. Blöcke ab einer Größe von etwa 50 cm) im Bereich des Naturschutzgebietes Fehmarn Belt.....	51
Abbildung 18: Geologischer Profilschnitt durch den Fehmarn-Belt zwischen Puttgarden und Rødby-Havn (RUCK, 1969) .....	52
Abbildung 19: Sedimentverteilung im Bereich der Mecklenburger Bucht (BSH/IOW, 2012). ....	53
Abbildung 20: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Darßer Schwelle zwischen der Mecklenburger Bucht im Westen und dem Arkona-Becken im Osten.....	54
Abbildung 21: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich des Arkone-Beckens (BSH/IOW, 2012).....	57

Abbildung 22: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Oderbank (BSH/IOW, 2012). .....	60
Abbildung 23: Geologischer Profilschnitt durch den östlichen Ausläufer der Oderbank auf polnischer Seite (aus: KRAMARSKA, 1998). .....	61
Abbildung 24: Klimatologische Monatsmittel der Oberflächentemperatur (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999). .....	72
Abbildung 25: Klimatologische Monatsmittel des Oberflächensalzgehalts (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999). .....	73
Abbildung 26: Salzgehaltsschichtung in der westlichen Ostsee nach JANSSEN et al. (1999).....	74
Abbildung 27: Häufigkeit des Eisauftretens in der Ostsee südlich von 56° N im 50-jährigen Zeitraum 1961-2010 (BSH 2012). .....	75
Abbildung 28: Monatsmittel des oberflächennahen Gesamt-Schwebstoffgehaltes aus den MERIS-Daten des ENVISAT-Satelliten für 2004.....	76
Abbildung 29: Verlauf der Abundanzmaxima von a) fünf holoplanktischen Taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Calanoida und Copelata) und drei meroplanktischen Taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) und b) sieben calanoiden Copepoden von 1995 – 2015 (WASMUND et al. 2016a). .....	88
Abbildung 30: Karte der auf Grundlage vorhandener Daten abgrenzbaren Biotoptypen der deutschen Ostsee (nach SCHUCHARDT et al. 2010). .....	92
Abbildung 31: Biotopkarte der deutschen Ostsee nach SCHIELE et al. (2015). HELCOM HUB Codes erläutert in HELCOM (2013a). .....	93
Abbildung 32: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BFN 2006).....	100
Abbildung 33: Anzahl Arten makrozoobenthischer Arten an 8 Monitoring-Stationen im November 2016 (grüne Balken). Schwarze Punkte und Fehlerbalken zeigen mediane, minimale und maximale Artenzahlen zwischen 1991 und 2016 (verändert nach WASMUND et al. 2017). .....	101
Abbildung 34: Entwicklung der Artenzahl, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos an der Station am Fehmarnbelt von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangelereignisse im bodennahen Wasserkörper (aus WASMUND et al. 2012). .....	102
Abbildung 35: Zusammenfassung des Status der Fischbestände in der Ostsee 2017. ....	124
Abbildung 36: Prozentualer Anteil der Schweinswalpositiven Tage an der Gesamtzahl aller Aufnahmetage für die Untersuchungsgebiete Fehmarn (3 Stationen), Mecklenburger Bucht (1 Station), Kadetrinne (3 Stationen), Adlergrund (2 Stationen) und Oderbank (3 Stationen). .....	128
Abbildung 37: Saisonale Verbreitungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006).. .....	129
Abbildung 38: Verteilung von Seetauchern ( <i>Gavia stellata</i> / <i>G. arctica</i> ) in der gesamten deutschen Ostsee im Januar/Februar 2009 (flugzeugbasierte Erfassung; MARKONES & GARTHE 2009). .....	142

Abbildung 39: Vorkommen von Seetauchern ( <i>Gavia stellata/ G. arctica</i> ) in der deutschen Ostsee während einer schiffsgestützten Erfassung vom 13.- 20. Januar 2011 (MARKONES & GARTHE 2011). .....	142
Abbildung 40: Vorkommen von Eisenten ( <i>Clangula hyemalis</i> ) in der deutschen Ostsee im Februar 2016 (Flugbasierte Erfassungen, BORKENHAGEN et al. 2017). .....	143
Abbildung 41: Mittleres Wintervorkommen von Trauerenten ( <i>Melanitta nigra</i> ) in der deutschen Ostsee in den Jahren 2010 – 2012 (Flug- und schiffsbasierte Erfassungen, MARKONES et al. 2015). .....	144
Abbildung 42: Verbreitung der Trottellumme in der deutschen Ostsee (Winter 2000-2005; SONNTAG et al. 2006). .....	144
Abbildung 43: Verbreitung der Gryllteiste in der westlichen Ostsee im Herbst (links) und im Winter 2000 bis 2005 (rechts) aus SONNTAG et al. (2006). .....	145
Abbildung 44: Verteilung von Rothalstauchern ( <i>Podiceps grisegena</i> ) in der Pommerschen Bucht, Ostsee, im Januar 2013 (MARKONES et al. 2014). .....	145
Abbildung 45: Vogelzugbeobachtungsstationen und Punkte der Radarerfassung des Vogelzuges des IfAÖ in der westlichen Ostsee (Falsterbo: keine eigenen Beobachtungen; aus BELLEBAUM et al. 2008). .....	154
Abbildung 46: Schematische Darstellung der wichtigsten Zugwege im Ostseeraum für den Herbstzug (BELLEBAUM et al. 2008). .....	157
Abbildung 47: Schema ausgewählter Zugwege von Wasservögeln in der westlichen Ostsee (Zusammenstellung IfAÖ nach Literaturquellen und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus BSH 2009). .....	159
Abbildung 48: Schema der Kranichzugwege in der westlichen Ostsee (rot=Heimzug, grün=Wegzug; Zusammenstellung IfAÖ nach Beobachtungsdaten von Falsterbo, Bornholm und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus: BSH 2009). .....	161
Abbildung 49: Flughöhen von Kranichtrupps über See während des Herbst- und Frühjahrszugs (grüne Linie: mittl. Flughöhe über gesamte Saison; rote Linie: max. Höhe Windräder; BELLEBAUM et al. 2008). .....	162
Abbildung 50: Artenzusammensetzung des nächtlichen Vogelzuges auf Rügen im Herbst 2005 (n= 26.612 Echos; aus BELLEBAUM et al. 2008). .....	166
Abbildung 51: Häufigkeit von Zugrichtungen des nächtlichen Vogelzuges (links Flugrichtung, rechts Eigenrichtung/ Heading) auf Basis von Messungen mit dem Zielfolgeradar „Superfledermaus“ im Herbst 2005 auf Rügen (aus BELLEBAUM et al. 2008). .....	166
Abbildung 52: Mittlere Zugraten (MTR = mean traffic rate = Vögel pro Kilometer und Stunde) an verschiedenen Messstandorten im Frühjahr und im Herbst (aus BELLEBAUM et al. 2008). .....	167
Abbildung 53: Eisenzeitliche Anomalien im Fehmarnbelt: Meeresbodenrelief, berechnet aus Fächerecholotaufnahme. Die Streifen quer zur Fahrtrichtung sind durch starken Seegang bedingt. Die höchsten Stellen (rötlichbraun) befinden sich in der Nähe der Anomalie-Punkte (Tauber 2018) .....	189

Abbildung 54: Vergleich der Erhaltungsbedingungen von archäologischem Fundmaterial an Land und unter Wasser (nach Coles 1988).....	191
Abbildung 55. Abgestufte Vorgehensweise in der Alternativenprüfung.....	300
Abbildung 56: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit A „Traditionelle Nutzung“.....	302
Abbildung 57: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit B „Klimaschutz“ . ....	302
Abbildung 58: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit C „Meeresnaturschutz“ . ...	303
Abbildung 59: Entwurf des Raumordnungsplans für die deutsche AWZ der Nord- und der Ostsee. .....	309

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der potenziell erheblichen Auswirkungen der im ROP-E festgelegten Nutzungen. ....	28
Tabelle 2: Parameter für die Betrachtung der Gebiete für Windenergie auf See .....	31
Tabelle 3: Parameter für die Betrachtung der Meeresforschung .....	33
Tabelle 4: Klimaprojektionen zu ausgewählten Parametern <sup>1</sup> (UBA, in Vorbereitung), <sup>2</sup> (IPCC, 2019), <sup>3</sup> (Schade N, in Vorbereitung) .....	44
Tabelle 5: Berechnung des CO <sub>2</sub> -Vermeidungspotenzials der Festlegungen zu Windenergie auf See. ....	44
Tabelle 6: Charakteristische Strömungsparameter für ausgesuchte Positionen in der westlichen Ostsee. ....	69
Tabelle 7: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BfN 2006). ....	99
Tabelle 8: Gefährdete benthische wirbellose Arten der AWZ der deutschen Ostsee und Nachweis (X) in den Gebieten EO1 bis EO3. (RACHOR et al. 2013: 1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G= Gefährdung unbekanntes Ausmaßes HELCOM, 2013b: VU=vulnerable, NT=near threat). ....	107
Tabelle 9: Relative Anteile der Rote-Liste-Kategorien an den Fischarten, die in Gebiet 1, 2 und 3 nachgewiesen wurden. ....	119
Tabelle 10: Gesamtartenliste Fische Deutsche AWZ Ostsee und Artnachweise in Cluster 1, 2 und 3 (UVS-Daten ab 2014 und Daten von 2017/2018 aus der DATRAS-Datenbank des ICES , s. 2.8.1). ....	122
Tabelle 11: Mittwinterbestände der wichtigsten Rastvogelarten in der deutschen Ostsee und der AWZ nach MENDEL et al. (2008).....	140
Tabelle 12: Bestände der im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ geschützten Vogelarten in den vorkommensstarken Jahreszeiten nach BfN (2020). ....	147
Tabelle 13: Zuordnung der wichtigsten Rastvogelarten der deutschen AWZ in der Ostsee in die Gefährdungskategorien der europäischen Roten Liste und nach HELCOM. ....	150



Tabelle 14: Bestandsschätzungen für Zugvögel verschiedenen Flugtyps im südlichen Ostseeraum (Angaben gelten nur für die Herbstsaison; Quelle: BELLEBAUM et al. 2008; errechnet nach HEATH et al. 2000 und SKOV et al. 1998).....	155
Tabelle 15: Vergleich des Greifvogel-Herbstzuges in Falsterbo 2002 und 2003 mit dem Frühjahrszug 2003 am Darßer Ort (M-V) bzw. Herbstzug in Falsterbo 2007 mit dem Frühjahrszug in Rügen 2007 und 2008 (Anzahlen beobachteter Individuen; Quelle: BELLEBAUM et al. 2008)...	163
Tabelle 16: Sichtbarer Anteil des herbstlichen Zugvolumens häufiger skandinavischer Tagzieher: Zugraten an verschiedenen Orten und Brutbestände schwedischer Populationen sowie die Abschätzung des Anteils visuell nicht erfassbaren Vogelzugs am Tag (aus BELLEBAUM et al. 2008). .....	164
Tabelle 17: Populationsgrößen (Anzahl der Brutpaare; Stand 2000) für die häufigsten nachts ziehenden Singvogelarten in Schweden (T = teilweise Tagzieher; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004a). .....	165
Tabelle 18: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Schifffahrt (t=temporär).....	198
Tabelle 19: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen durch Windenergie auf See (t = temporär). .....	206
Tabelle 20: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen durch Leitungen (t = temporär).....	223
Tabelle 21: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Rohstoffgewinnung (t= temporär).....	231
Tabelle 22: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Fischerei (t= temporär). .....	240
Tabelle 23: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Meeresforschung (t= temporär).....	245

## Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
AIS	Automatisches Identifikationssystem (für Schiffe)
ASCOBANS	Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in Nord- und Ostsee
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BBergG	Bundesberggesetz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BFO	Bundesfachplan Offshore
BFO-N	Bundesfachplan Offshore Nordsee
BFO-O	Bundesfachplan Offshore Ostsee
BGBI	Bundesgesetzblatt
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CMS	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
CTD	Conductivity, Temperature, Depth Sensor
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
EMSON	Erfassung von Meeressäugetieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee
ERASNO	Erfassung von Rastvögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee
EnWG	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz)
EUNIS	European Nature Information System
EUROBATS	Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen
F&E	Forschung und Entwicklung
FEP	Flächenentwicklungsplan
FFH	Flora Fauna Habitat
FFH-RL	Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie)
HELCOM	Helsinki-Konvention
HCB	Hexachlorbenzol
IBA	Important bird area
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IfAÖ	Institut für Angewandte Ökosystemforschung
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (Weltnaturschutzunion)
IWC	Internationale Walfangkommission
K	Kelvin
KI	Konfidenzintervall
kn	Knoten

MARPOL	Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe
MINOS	Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich
MSRL	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 (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie)
NAO	Nordatlantische Oszillation
NN	Normal Null
O-NEP	Offshore-Netzentwicklungsplan
OSPAR	Oslo-Paris-Abkommen
OWP	Offshore-Windpark
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
POD	Porpoise-Click-Detektor
PSU	Practical Salinity Units
RL	Rote Liste
ROP	Raumordnungsplan
ROP 2009	Raumordnungsplan für die deutsche AWZ 2009
ROP-E	Entwurf des Raumordnungsplans für die deutsche AWZ 2021
SeeAnIV	Verordnung über Anlagen seewärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres (Seeanlagenverordnung)
SEL	Schallereignispegel
SPA	Special Protected Area
SPEC	Species of European Conservation Concern (Bedeutende Arten für den Vogelschutz in Europa)
StUK4	Standard „Untersuchung von Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen“
StUKplus	"Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus“
SUP	Strategische Umweltprüfung
SUP-RL	Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme (SUP-Richtlinie)
TOC	Total Organic Carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
UBA	Umweltbundesamt
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
VARS	Visual Automatic Recording System
V-RL	Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutz-Richtlinie)
WEA	Windenergieanlage
WindSeeG	Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG)



# 1 Einleitung

## 1.1 Rechtsgrundlagen und Aufgaben der Umweltprüfung

Die maritime Raumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) liegt nach dem Raumordnungsgesetz (ROG)<sup>1</sup> in der Zuständigkeit des Bundes. Gemäß § 17 Abs. 1 ROG stellt das zuständige Bundesministerium, das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), im Einvernehmen mit den fachlich betroffenen Bundesministerien für die deutsche AWZ einen Raumordnungsplan als Rechtsverordnung auf. Das BSH führt gemäß § 17 Abs. 1 Satz 3 ROG mit der Zustimmung des BMI die vorbereitenden Verfahrensschritte zur Aufstellung des Raumordnungsplans durch. Bei der Aufstellung des ROP erfolgt eine Umweltprüfung nach den Vorschriften des ROG und, soweit anwendbar, nach denen des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)<sup>2</sup>, die sog. Strategische Umweltprüfung (SUP).

Die Pflicht zur Durchführung einer Strategischen Umweltprüfung, einschließlich der Erstellung eines Umweltberichts, ergibt sich für die Fortschreibung, Änderung und Aufhebung der bestehenden Raumordnungspläne aus dem Jahr 2009 aus §§ 7 Abs. 7, 8 ROG i.V.m. § 35 Abs. 1 Nr. 1 UVPG i.V.m. Nr. 1.6 der Anlage 5.

Ziel der Strategischen Umweltprüfung ist es, nach Art. 1 der SUP-RL 2001/42/EG, zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung ein hohes Umweltschutzniveau sicherzustellen und dazu beizutragen, dass Umwelterwägungen bereits bei der Ausarbeitung und Annahme von Plänen weit vor der konkreten Vorhabenplanung angemessen berücksichtigt werden. Die Strategische Umweltprüfung hat nach § 8 ROG die Aufgabe, die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen

der Durchführung des Plans zu ermitteln und frühzeitig in einem Umweltbericht zu beschreiben und zu bewerten. Sie dient einer wirksamen Umweltvorsorge nach Maßgabe der geltenden Gesetze und wird nach einheitlichen Grundsätzen sowie unter Beteiligung der Öffentlichkeit durchgeführt. Dabei sind alle Schutzgüter gemäß § 8 Abs. 1 ROG zu betrachten:

- Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
- Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie
- die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Im Rahmen der Raumordnung werden Festlegungen überwiegend in Form von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten sowie weiteren Zielen und Grundsätzen getroffen.

Die Anforderungen und den Inhalt an den zu erstellenden Umweltbericht regelt Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG.

Der Umweltbericht besteht demnach aus einer Einleitung, einer Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen, die in der Umweltprüfung nach § 8 Abs. 1 ROG ermittelt wurden, und zusätzlichen Angaben.

Nach Nr. 2d) der Anlage 1 zu § 8 ROG sollen auch ausdrücklich in Betracht kommende anderweitige Planungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der Ziele und des räumlichen Geltungsbereichs des ROP benannt werden.

---

<sup>1</sup> Vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 159 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

<sup>2</sup> In der Fassung der Bekanntmachung vom 24.02.2010, BGBl. I S. 94, zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749).

## 1.2 Kurzdarstellung des Inhalts und der wichtigsten Ziele des Raumordnungsplans

Nach § 17 Abs. 1 ROG soll der Raumordnungsplan für die deutsche AWZ unter Berücksichtigung etwaiger Wechselwirkungen zwischen Land und Meer sowie unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten Festlegungen treffen

1. zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs,
2. zu weiteren wirtschaftlichen Nutzungen,
3. zu wissenschaftlichen Nutzungen sowie
4. zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt.

Nach § 7 Abs. 1 ROG sind in Raumordnungsplänen für einen bestimmten Planungsraum und einen regelmäßig mittelfristigen Zeitraum Festlegungen als **Ziele und Grundsätze** der Raumordnung zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums, insbesondere zu den Nutzungen und Funktionen des Raums, zu treffen.

Nach § 7 Abs. 3 ROG können diese Festlegungen auch Gebiete bezeichnen. Für die AWZ können dies folgende Gebiete sein:

**Vorranggebiete**, die für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen sind und andere raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen in diesem Gebiet ausschließen, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind.

**Vorbehaltsgebiete**, die bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen vorbehalten bleiben sollen, denen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen ist.

**Eignungsgebiete für den Meeresbereich**, in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen andere raumbedeutsame

Belange nicht entgegenstehen, wobei diese Funktionen oder Nutzungen an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen sind.

Bei Vorranggebieten kann festgelegt werden, dass sie zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten nach § 7 Abs.3 Satz 2 Nr.4 ROG haben.

Die Raumordnungspläne sollen nach § 7 Abs. 4 ROG auch diejenigen Festlegungen zu raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen von öffentlichen Stellen und Personen des Privatrechts nach § 4 Abs. 1 Satz 2 ROG enthalten, die zur Aufnahme in Raumordnungspläne geeignet und zur Koordinierung von Raumansprüchen erforderlich sind und die durch Ziele oder Grundsätze der Raumordnung gesichert werden können.

## 1.3 Beziehung zu anderen relevanten Plänen, Programmen und Vorhaben

In Deutschland besteht zur Koordinierung aller in einem Raum auftretenden Raumansprüche und Belange ein gestuftes Planungssystem der Raumordnung durch die Bundesraumordnung sowie der Landes- und Regionalplanung, mit der nach § 1 Abs. 1 S. 2 ROG unterschiedliche Anforderungen an den Raum aufeinander abgestimmt werden, um auf der jeweiligen Planungsebene auftretende Konflikte auszugleichen sowie Vorsorge für einzelne Nutzungen und Funktionen des Raums zu treffen.

Durch das gestufte System werden die Planungen von den nachfolgenden Planungsebenen weiter konkretisiert. Die Entwicklung, Ordnung und Sicherung der Teilräume soll sich hierbei nach § 1 Abs. 3 ROG in die Gegebenheiten und Erfordernisse des Gesamtraums einfügen, und die Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Gesamtraums soll die Gegebenheiten und Erfordernisse seiner Teilräume berücksichtigen.

Für die Raumordnung auf Bundesebene in der AWZ ist das Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) zuständig. Hingegen ist für die Landesplanung das jeweils zuständige

Bundesland für den Gesamttraum des Landes einschließlich des jeweiligen Küstenmeers zuständig.

Neben der Raumordnung für die jeweiligen Zuständigkeitsbereiche bestehen Fachplanungen auf Grundlage von Fachgesetzen für bestimmte spezielle Planungsbereiche. Fachpläne dienen der Festlegung von Details für den jeweiligen Sektor unter Beachtung der Erfordernisse der Raumordnung.

### **1.3.1 Raumordnungspläne in angrenzenden Gebieten**

Im Sinne einer kohärenten Planung sind Abstimmungsprozesse mit den Plänen der Küstenbundesländer und der angrenzenden Nachbarstaaten angezeigt und bei der kumulativen Bewertung der Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu berücksichtigen. Derzeit befindet sich die Landesraumplanung für Schleswig-Holstein in der Fortschreibung. Regionale Raumordnungsprogramme der Küstenregionen werden berücksichtigt, sofern bedeutsame Festlegungen für das Küstenmeer getroffen werden.

#### **1.3.1.1 Schleswig-Holstein**

In Schleswig-Holstein ist der Landesentwicklungsplan (LEP S-H) die Grundlage für die räumliche Entwicklung des Landes. Für seine Aufstellung und Änderung ist das Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein (MILIG) zuständig. Der aktuelle LEP S-H 2010 ist Grundlage für die räumliche Entwicklung des Landes bis zum Jahr 2025. Das Land Schleswig-Holstein hat das Verfahren für eine Fortschreibung des LEP S-H 2010 eingeleitet und führte 2019 ein Beteiligungsverfahren durch.

#### **1.3.1.2 Mecklenburg-Vorpommern**

Für das Land Mecklenburg-Vorpommern ist die oberste Landesplanungsbehörde das Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern. Dieses ist zuständig für die Raumordnungsplanung auf Landesebene einschließlich des Küstenmeers.

Das aktuelle Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V) trat am 9. Juni 2016 in Kraft.

#### **1.3.1.3 Dänemark**

Dänemark befindet sich in einer fortgeschrittenen Phase des Raumordnungsprozesses. Dänemark entwirft aktuell den ersten Raumordnungsplan als Gesamtplan für die Nord- und Ostsee, welcher bindend sein wird und einen Zeitrahmen bis 2050 umfasst.

#### **1.3.1.4 Schweden**

Schweden befindet sich in der finalen Phase des ersten Raumordnungsplans. Dieser Plan teilt sich in drei Planungsgebiete auf und beschreibt zwei unterschiedliche Ebenen, die nationale Ebene sowie die Ebene der Gemeinden. Die schwedischen Pläne haben eher Management-Charakter und sind nicht bindend.

#### **1.3.1.5 Polen**

In Polen wird zurzeit der erste Raumordnungsplan erstellt, dieser befindet sich ebenfalls in der abschließenden Phase. Der polnische Plan umfasst ein Planungsgebiet mit drei Regionen. Der Planungshorizont des bindenden Plans geht hierbei bis 2030.

### **1.3.2 MSRL-Maßnahmenprogramm**

Jeder Mitgliedstaat hat eine Meeresstrategie zu entwickeln, um einen guten Zustand für seine Meeresgewässer, in Deutschland für Nord- und Ostsee, zu erreichen. Wesentlich hierbei ist die Aufstellung eines Maßnahmenprogramms zur Erreichung oder Aufrechterhaltung eines guten

Umweltzustands sowie die praktische Umsetzung dieses Maßnahmenprogramms. Die Aufstellung des Maßnahmenprogramms (BMUB, 2016) ist in Deutschland durch § 45h Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt. Das aktuelle MSRL-Maßnahmenprogramm nennt unter dem Ziel 2.4 „Meere mit nachhaltig und schonend genutzten Ressourcen“ die maritime Raumordnung als Beitrag bestehender Maßnahmen zur Erreichung der operativen Ziele der MSRL. Der Maßnahmenkatalog formuliert darüber hinaus auch einen konkreten Prüfauftrag an die Fortschreibung der Raumordnungspläne bzgl. Maßnahmen zum Schutz wandernder Arten im marinen Bereich. Sowohl die Umweltziele der MSRL als auch das MSRL-Maßnahmenprogramm werden im Rahmen der SUP berücksichtigt.

### **1.3.3 Managementpläne für die Naturschutzgebiete AWZ**

Im September 2017 traten die Verordnungen über die Festsetzung der Naturschutzgebiete „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV), „Kadetrinne“ (NSGKdrV) und „Pommersche Bucht – Rönnebank“ (NSGPBRV) in Kraft. Nach den Verordnungen werden die zur Erreichung der für die Naturschutzgebiete festgelegten Schutzzwecke notwendigen Maßnahmen in Managementplänen dargestellt. Die Erstellung dieser Pläne erfolgt durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) im Benehmen mit den angrenzenden Ländern und den fachlich betroffenen Trägern öffentlicher Belange sowie unter Beteiligung der interessierten Öffentlichkeit und der vom Bund anerkannten Naturschutzvereinigungen.

Das BfN hat am 16.06.2020 das Beteiligungsverfahren nach § 7 Abs. 3 NSGFmbV, § 7 Abs. 3 NSGKdrV und § 11 Abs. 3 NSGPBRV zu den Managementplänen für die Naturschutzgebiete in der deutschen AWZ der Ostsee eingeleitet. Im Rahmen des Beteiligungsverfahrens fand am 17.08.2020 ein Anhörungstermin zu den Entwürfen statt.

### **1.3.4 Gestuftes Planungsverfahren für Windenergie auf See und Stromleitungen (zentrales Modell)**

Für den Bereich der deutschen AWZ ist für einige Nutzungen, wie zum Beispiel die Windenergie auf See und die Stromkabel, ein mehrstufiger Planungs- und Zulassungsprozess – d.h. eine Unterteilung in mehrere Stufen – vorgesehen. Das Instrument der maritimen Raumplanung steht in diesem Zusammenhang auf der obersten und übergeordneten Stufe. Der Raumordnungsplan ist das vorausschauende Planungsinstrument, das verschiedenste Nutzungsinteressen im Bereich der Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung sowie Schutzansprüche koordiniert. Bei der Aufstellung des Raumordnungsplans ist eine Strategische Umweltprüfung durchzuführen. Die SUP zum ROP steht im Zusammenhang zu verschiedenen nachgelagerten Umweltprüfungen, insbesondere der direkt nachgelagerten SUP zum Flächenentwicklungsplan (FEP).

Auf der nächsten Stufe steht der FEP. Im Rahmen des sogenannten zentralen Modells ist der FEP in einem gestuften Planungsprozess das Steuerungsinstrument für den geordneten Ausbau der Windenergie auf See und der Stromnetze. Der FEP hat den Charakter einer Fachplanung. Der Fachplan ist darauf ausgerichtet, die Nutzung Windenergie auf See und der Stromnetze durch die Festlegung von Gebieten und Flächen sowie von Standorten, Trassen und Trassenkorridoren für Netzanbindungen bzw. für grenzüberschreitende Seekabelsysteme gezielt und möglichst optimal unter den gegebenen Rahmenbedingungen – insbesondere den Erfordernissen der Raumordnung – zu planen. Begleitend zur Aufstellung, Fortschreibung und Änderung des FEP wird grundsätzlich eine Strategische Umweltprüfung durchgeführt.

Im nächsten Schritt werden die im FEP festgelegten Flächen für Windenergieanlagen auf See voruntersucht. Auf die Voruntersuchung folgt bei Vorliegen der Voraussetzungen des § 12 Abs. 2



WindSeeG die Feststellung der Eignung der Fläche für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf See. Begleitend zur Voruntersuchung wird ebenfalls eine Strategische Umweltprüfung durchgeführt.

Wird die Eignung einer Fläche für die Nutzung von Windenergie auf See festgestellt, kommt die Fläche zur Ausschreibung und der obsiegende Bieter bzw. der entsprechend Berechtigte kann einen Antrag auf Zulassung (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf der im FEP festgelegten Fläche stellen. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wird bei Vorliegen der Voraussetzungen eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt.

Während die im FEP festgelegten Flächen für die Nutzung von Windenergie auf See voruntersucht und ausgeschrieben werden, ist dies bei festgelegten Standorten, Trassen und Trassenkorridoren für Netzanbindungen bzw. grenzüberschreitende Seekabelsysteme nicht der Fall. Auf Antrag wird für die Errichtung und den Betrieb von Netzanbindungsleitungen in der Regel ein Planfeststellungsverfahren einschließlich Umweltprüfung durchgeführt. Das Gleiche gilt für grenzüberschreitende Seekabelsysteme.

Nach § 1 Abs. 4 UVPG findet das UVPG auch Anwendung, soweit Rechtsvorschriften des Bundes oder der Länder die Umweltverträglichkeitsprüfung nicht näher bestimmen oder die wesentlichen Anforderungen des UVPG nicht beachten.

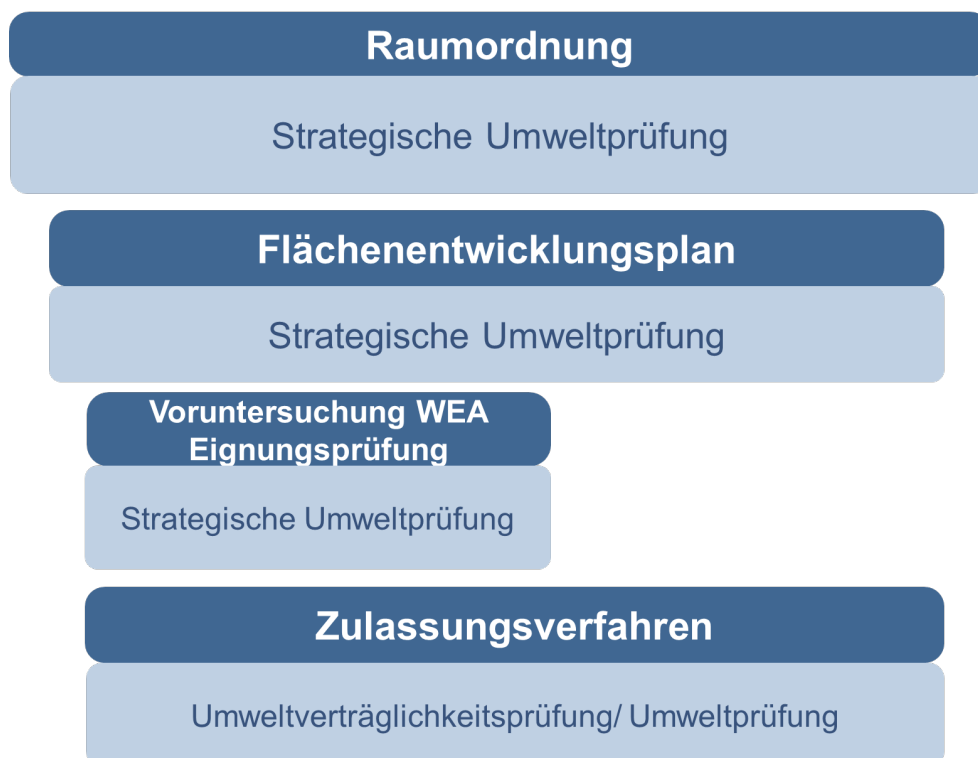


Abbildung 1: Übersicht zum gestuften Planungs- und Zulassungsprozess in der AWZ.

Bei mehrstufigen Planungs- und Zulassungsprozessen ergibt sich für Umweltprüfungen aus dem jeweiligen Fachrecht (etwa Raumordnungsgesetz, WindSeeG und BBergG) bzw. verallgemeinert

aus § 39 Abs. 3 UVPG, dass bei Plänen bereits bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens bestimmt werden soll, auf welcher der Stufen des Prozesses bestimmte Umweltauswirkungen schwerpunktmäßig geprüft

werden sollen. Auf diese Weise sollen Mehrfachprüfungen vermieden werden. Art und Umfang der Umweltauswirkungen, fachliche Erfordernisse sowie Inhalt und Entscheidungsgegenstand des Plans sind dabei zu berücksichtigen.

Bei nachfolgenden Plänen sowie bei nachfolgenden Zulassungen von Vorhaben, für die der Plan einen Rahmen setzt, soll sich die Umweltprüfung nach § 39 Abs. 3 Satz 3 UVPG auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen sowie auf erforderliche Aktualisierungen und Vertiefungen beschränken.

Im Rahmen des gestuften Planungs- und Zulassungsprozesses haben alle Prüfungen gemeinsam, dass Umweltauswirkungen auf die in § 8 Abs. 1 ROG bzw. § 2 Abs. 1 UVPG genannten Schutzgüter einschließlich ihrer Wechselwirkungen betrachtet werden.

Nach der Begriffsbestimmung des § 2 Abs. 2 UVPG sind Umweltauswirkungen im Sinne des UVPG unmittelbare und mittelbare Auswirkungen eines Vorhabens oder der Durchführung eines Plans oder Programms auf die Schutzgüter.

Nach § 3 UVPG umfassen Umweltprüfungen die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der erheblichen Auswirkungen eines Vorhabens oder eines Plans oder Programms auf die Schutzgüter. Sie dienen einer wirksamen Umweltvorsorge nach Maßgabe der geltenden Gesetze und werden nach einheitlichen Grundsätzen sowie unter Beteiligung der Öffentlichkeit durchgeführt.

Im Offshorebereich haben sich als Unterfälle der gesetzlich genannten Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt die speziellen Schutzgüter Avifauna: See-/Rastvögel und Zugvögel, Benthos, Biotoptypen, Plankton, Marine Säuger, Fische und Fledermäuse etabliert.



Abbildung 2: Übersicht zu den Schutzgütern in den Umweltprüfungen.

Im Einzelnen stellt sich der gestufte Planungsprozess wie folgt dar:

#### 1.3.4.1 Maritime Raumordnung (AWZ)

Auf der obersten und übergeordneten Stufe steht das Instrument der maritimen Raumordnung. Für eine nachhaltige Raumentwicklung in der AWZ erstellt das BSH im Auftrag des zuständigen Bundesministeriums einen Raumordnungsplan, der in Form von Rechtsverordnungen in Kraft tritt.

Die Raumordnungspläne sollen unter Berücksichtigung etwaiger Wechselwirkungen zwischen Land und Meer sowie unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten **Festlegungen** treffen

- zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs,
- zu weiteren wirtschaftlichen Nutzungen,
- zu wissenschaftlichen Nutzungen sowie
- zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt.

Im Rahmen der Raumordnung werden Festlegungen überwiegend in Form von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten sowie weiteren Zielen und Grundsätzen getroffen. Nach § 8 Abs. 1 ROG ist bei der Aufstellung von Raumordnungsplänen von der für den Raumordnungsplan zuständigen Stelle eine Strategische Umweltprüfung durchzuführen, in der die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen des jeweiligen Raumordnungsplans auf die Schutzgüter einschließlich der Wechselwirkungen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten sind.

**Ziel** des Instruments der Raumordnung ist die Optimierung planerischer Gesamtlösungen. Betrachtet wird ein größeres Spektrum an Nutzungen und Funktionen. Zu Beginn eines Planungsprozesses sollen strategische Grundsatzfragen geklärt werden. Damit fungiert das Instrument primär und im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen als steuerndes Planungsinstrument der planenden Verwaltungsstellen, um einen raum-

und möglichst naturverträglichen Rahmen für sämtliche Nutzungen zu schaffen.

Die **Prüfungstiefe** ist bei der Raumordnung grundsätzlich durch eine größere Untersuchungsbreite, d.h. eine grundsätzlich größere Anzahl an Planungsmöglichkeiten, und eine geringere Untersuchungstiefe im Sinne von Detailanalysen gekennzeichnet. Es werden vor allem regionale, nationale und globale Auswirkungen sowie sekundäre, kumulative und synergetische Auswirkungen berücksichtigt.

Im **Schwerpunkt** sind daher mögliche kumulative Effekte, strategische und großräumige Planungsmöglichkeiten und mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen Gegenstand der Strategischen Umweltprüfung.

#### 1.3.4.2 Flächenentwicklungsplan

Auf der nächsten Stufe steht der FEP.

Die vom FEP zu treffenden und im Rahmen der SUP zu prüfenden **Festlegungen** ergeben sich aus § 5 Abs. 1 WindSeeG. In dem Plan werden überwiegend Festlegungen zu Gebieten und Flächen für Windenergieanlagen sowie der voraussichtlich zu installierenden Leistung auf den Flächen getroffen. Darüber hinaus trifft der FEP Festlegungen zu Trassen, Trassenkorridoren und Standorten. Ferner werden Planungs- und Technikgrundsätze festgelegt. Diese dienen zwar u.a. auch der Verminderung von Umweltauswirkungen, können ihrerseits aber auch zu Auswirkungen führen, so dass eine Prüfung im Rahmen der SUP erforderlich ist.

Im Hinblick auf die **Zielrichtung** des FEP behandelt dieser für die Nutzung Windenergie auf See und Netzanbindungen auf Grundlage der gesetzlichen Vorgaben die Grundsatzfragen vor allem nach dem Bedarf, dem Zweck, der Technologie und der Findung von Standorten und Trassen bzw. Trassenkorridoren. Der Plan hat daher in erster Linie die Funktion eines steuernden Planungsinstruments, um einen raum- und mög-

lichst naturverträglichen Rahmen für die Realisierung von Einzelvorhaben, d.h. die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf See, deren Netzanbindungen, grenzüberschreitende Seekabelsysteme und Verbindungen untereinander, zu schaffen.

Die **Tiefe der Prüfung** von voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ist gekennzeichnet durch eine größere Untersuchungsbreite, d.h. etwa eine größere Zahl an Alternativen und im Grundsatz eine geringere Untersuchungstiefe. Auf der Ebene der Fachplanung erfolgen grundsätzlich noch keine Detailanalysen. Berücksichtigt werden vor allem lokale, nationale und globale Auswirkungen sowie sekundäre, kumulative und synergetische Auswirkungen im Sinne einer Gesamtbetrachtung.

Der **Schwerpunkt** der Prüfung liegt ebenso wie bei dem Instrument der maritimen Raumplanung auf möglichen kumulativen Effekten sowie möglichen grenzüberschreitenden Auswirkungen. Darüber hinaus sind im FEP speziell für die Nutzung Windenergie und Stromleitungen die strategischen, technischen und räumlichen Alternativen ein Prüfungsschwerpunkt.

#### 1.3.4.3 Eignungsprüfung im Rahmen der Voruntersuchung

Der nächste Schritt im gestuften Planungsprozess ist die Eignungsprüfung von Flächen für Windenergieanlagen auf See.

Zudem wird die zu installierende Leistung auf der gegenständlichen Fläche bestimmt.

Bei der Eignungsprüfung wird nach § 10 Abs. 2 WindSeeG geprüft, ob der Errichtung und dem Betrieb von Windenergieanlagen auf See auf der Fläche die Kriterien für die Unzulässigkeit die Festlegung einer Fläche im Flächenentwicklungsplan nach § 5 Abs. 3 WindSeeG oder, soweit sie unabhängig von der späteren Ausgestaltung des Vorhabens beurteilt werden können, die nach § 48 Abs. 4 Satz 1 WindSeeG für die

Planfeststellung maßgeblichen Belange nicht entgegenstehen.

Sowohl die Kriterien des § 5 Abs. 3 WindSeeG als auch die Belange des § 48 Abs. 4 Satz 1 WindSeeG bedingen eine Prüfung, ob die Meeresumwelt gefährdet wird. In Bezug auf die letztgenannten Belange ist insbesondere zu überprüfen, ob eine Verschmutzung der Meeresumwelt im Sinne des Artikels 1 Absatz 1 Nummer 4 des Seerechtsübereinkommens der Vereinten Nationen nicht zu besorgen ist und der Vogelzug nicht gefährdet wird.

Die Voruntersuchung mit der Eignungsprüfung bzw. –feststellung ist damit das zwischen FEP und Einzelzulassungsverfahren für Windenergieanlagen auf See geschaltete Instrument. Sie bezieht sich auf eine konkrete, im FEP ausgewiesene Fläche und ist damit deutlich kleinteiliger angelegt als der FEP. Gegenüber dem Planfeststellungsverfahren ist sie dadurch abgegrenzt, dass ein vom späteren konkreten Anlagentyp und Layout unabhängiger Prüfansatz anzulegen ist. So werden der Auswirkungsprognose modellhafte Parameter beispielsweise in zwei Szenarien bzw. in Spannbreiten zugrunde gelegt, die mögliche realistische Entwicklungen abbilden sollen.

Die SUP der Eignungsprüfung zeichnet sich somit im Vergleich zum FEP durch einen kleinräumigeren Untersuchungsraum und eine größere **Untersuchungstiefe** aus. Es kommen grundsätzlich weniger und räumlich eingegrenzte Alternativen ernsthaft in Betracht. Die beiden primären Alternativen sind die Feststellung der Eignung einer Fläche auf der einen und die Feststellung ihrer (ggf. auch teilweisen) Nichteignung (siehe hierzu § 12 Abs. 6 WindSeeG) auf der anderen Seite. Beschränkungen zu Art und Umfang der Bebauung, die als Vorgaben in der Eignungsfeststellung enthalten sind, sind hingegen keine Alternativen in diesem Sinne.

Der **Schwerpunkt** der Umweltprüfung liegt im Rahmen der Eignungsprüfung auf der Betrachtung der lokalen Auswirkungen durch eine Bebauung mit Windenergieanlagen bezogen auf die Fläche und die Lage der Bebauung auf der Fläche.

#### 1.3.4.4 Zulassungsverfahren (Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren) für Windenergieanlagen auf See

Auf der nächsten Stufe nach der Voruntersuchung steht das Zulassungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf See. Nachdem die voruntersuchte Fläche durch die BNetzA ausgeschrieben wurde, kann der obsiegende Bieter mit dem Zuschlag der BNetzA gemäß § 46 Abs. 1 WindSeeG einen Antrag auf Planfeststellung bzw. – bei Vorliegen der Voraussetzungen – auf Plangenehmigung für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf See einschließlich der erforderlichen Nebenanlagen auf der voruntersuchten Fläche stellen.

Der Plan muss zusätzlich zu den gesetzlichen Vorgaben des § 73 Abs. 1 S. 2 VwVfG die in § 47 Abs. 1 WindSeeG enthaltenen Angaben umfassen. Der Plan darf nur unter bestimmten in § 48 Abs. 4 WindSeeG aufgezählten Voraussetzungen festgestellt werden und zwar u.a. nur dann, wenn die Meeresumwelt nicht gefährdet wird, insbesondere eine Verschmutzung der Meeresumwelt im Sinn des Artikels 1 Absatz 1 Nummer 4 des Seerechtsübereinkommens nicht zu besorgen ist und der Vogelzug nicht gefährdet wird.

Nach § 24 UVPG erarbeitet die zuständige Behörde eine zusammenfassende Darstellung

- der Umweltauswirkungen des Vorhabens,
- der Merkmale des Vorhabens und des Standorts, mit denen erhebliche nachteilige

Umweltauswirkungen ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen,

- der Maßnahmen, mit denen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen, sowie
- der Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft.

Nach § 16 Abs. 1 UVPG hat der Vorhabenträger dazu der zuständigen Behörde einen Bericht zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens (UVP-Bericht) vorzulegen, der zumindest folgende Angaben enthält:

- eine Beschreibung des Vorhabens mit Angaben zum Standort, zur Art, zum Umfang und zur Ausgestaltung, zur Größe und zu anderen wesentlichen Merkmalen des Vorhabens,
- eine Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile im Einwirkungsbereich des Vorhabens,
- eine Beschreibung der Merkmale des Vorhabens und des Standorts, mit denen das Auftreten erheblicher nachteiliger Umweltauswirkungen des Vorhabens ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden soll,
- eine Beschreibung der geplanten Maßnahmen, mit denen das Auftreten erheblicher nachteiliger Umweltauswirkungen des Vorhabens ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden soll, sowie eine Beschreibung geplanter Ersatzmaßnahmen,
- eine Beschreibung der zu erwartenden erheblichen Umweltauswirkungen des Vorhabens,
- eine Beschreibung der vernünftigen Alternativen, die für das Vorhaben und seine spezifischen Merkmale relevant und vom Vorhabenträger geprüft worden

sind, und die Angabe der wesentlichen Gründe für die getroffene Wahl unter Berücksichtigung der jeweiligen Umweltauswirkungen sowie

- eine allgemein verständliche, nichttechnische Zusammenfassung des UVP-Berichts.

Pilotwindenergieanlagen werden ausschließlich im Rahmen der Umweltprüfung im Zulassungsverfahren und nicht schon auf vorgelagerten Stufen behandelt.

#### **1.3.4.5 Zulassungsverfahren für Netzanbindungen (Konverterplattformen und Seekabelsysteme)**

Im gestuften Planungsprozess wird auf der Stufe der Zulassungsverfahren (Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren) in Umsetzung der Vorgaben der Raumordnung und der Festlegungen des FEP die Errichtung und der Betrieb von Netzanbindungen für Windenergieanlagen auf See (ggf. Konverterplattform und Seekabelsysteme) auf Antrag des jeweiligen Vorhabenträgers – des zuständigen ÜNB – geprüft.

Nach § 44 Abs. 1 i.V.m. § 45 Abs. 1 WindSeeG bedürfen die Errichtung und der Betrieb von Einrichtungen zur Übertragung von Strom der Planfeststellung. Der Plan muss zusätzlich zu den gesetzlichen Vorgaben des § 73 Abs. 1 Satz 2 VwVfG die in § 47 Abs. 1 WindSeeG enthaltenen Angaben umfassen. Der Plan darf nur unter bestimmten in § 48 Abs. 4 WindSeeG aufgezählten Voraussetzungen festgestellt werden und zwar u.a. nur dann, wenn die Meeresumwelt nicht gefährdet wird, insbesondere eine Verschmutzung der Meeresumwelt im Sinn des Artikels 1 Absatz 1 Nummer 4 des Seerechtsübereinkommens nicht zu besorgen ist und der Vogelzug nicht gefährdet wird.

Im Übrigen gelten nach § 1 Abs. 4 UVPG für die Durchführung der Umweltprüfung die Anforderungen an die Umweltverträglichkeitsprüfung für

Windenergieanlagen auf See einschließlich Nebenanlagen entsprechend.

#### **1.3.4.6 Grenzüberschreitende Seekabelsysteme**

Nach § 133 Abs. 1 i.V.m. Abs. 4 BBergG bedarf die Errichtung und der Betrieb eines Unterwasserkabels in oder auf dem Festlandsockel einer Genehmigung

- in bergbaulicher Hinsicht (durch das zuständige Landesbergamt) und
- hinsichtlich der Ordnung der Nutzung und Benutzung der Gewässer über dem Festlandsockel und des Luftraumes über diesen Gewässern (durch das BSH).

Nach § 133 Abs. 2 BBergG dürfen die oben genannten Genehmigungen nur versagt werden, wenn eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Personen oder von Sachgütern oder eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen zu besorgen ist, die nicht durch eine Befristung, durch Bedingungen oder Auflagen verhütet oder ausgeglichen werden kann. Eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen liegt insbesondere in den in § 132 Abs. 2 Nr. 3 BBergG genannten Fällen vor. Nach § 132 Abs. 2 Nr. 3 b) und d) BBergG liegt eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen in Bezug auf die Meeresumwelt insbesondere vor, wenn die Pflanzen- und Tierwelt in unvertretbarer Weise beeinträchtigt würde oder eine Verunreinigung des Meeres zu besorgen ist.

Nach § 1 Abs. 4 UVPG sind für die Errichtung und den Betrieb von grenzüberschreitenden Seekabelsystemen die wesentlichen Anforderungen des UVPG zu beachten.

Tabellarische Übersicht Umweltprüfungen: Schwerpunkt der Prüfungen

Raumordnung SUP			FEP SUP	Voruntersuchung SUP-Eignungsprüfung	Zulassungsverfahren (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) Netzanbindungen UP	Genehmigungsverfahren Grenzüberschreitende Seekabelsysteme UP
Strategische Planung für die Festlegungen			Strategische Planung für die Festlegungen		Umweltprüfung Antrag auf	
Strategische Planung für die Festlegungen			Strategische Eignungsfeststellung für Flächen mit WEA		Umweltprüfung Antrag auf	
<b>Festlegungen und Prüfungsgegenstand</b>						
<p>Vorrang- und Vorbehaltsgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs,</li> <li>zu weiteren wirtschaftlichen Nutzungen, insbesondere Offshore-Windenergie und Rohrleitungen</li> <li>zu wissenschaftlichen Nutzungen sowie</li> </ul> <p>Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt</p> <p>Ziele und Grundsätze</p> <p>Anwendung des Ökosystemansatzes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebiete für Windenergieanlagen auf See</li> <li>Flächen für Windenergieanlagen auf See, einschl. der voraussichtlich zu installierenden Leistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prüfung der Eignung der Fläche für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen, einschließlich der zu installierenden Leistung</li> <li>Auf Grundlage der abgetretenen und erhobenen Daten (STUK) sowie sonstigen mit zumutbarem Aufwand ermittelbaren Angaben</li> <li>Vorgaben insb. zu Art, Umfang und Lage der Bebauung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Errichtung und den Betrieb von Plattformen und Anbindungsleitungen</li> <li>nach den Vorgaben der Raumordnung und des Flächenentwicklungsplans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Errichtung und den Betrieb von grenzüberschreitenden Seekabelsystemen</li> <li>nach den Vorgaben der Raumordnung und des FEP</li> </ul>		
<b>Analyse Umweltauswirkungen</b>						
<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen des Plans auf die Meeresumwelt.</p>	<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen des Plans auf die Meeresumwelt.</p>	<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen, die unabhängig von der späteren Ausgestaltung des Vorhabens beurteilt werden können anhand von Modellannahmen</p>	<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die Umweltauswirkungen des konkreten Vorhabens (ggf. Plattform und Anbindungsleitung).</p>	<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die Umweltauswirkungen des konkreten Vorhabens.</p>		
<b>Zielrichtung</b>						
<p>Zielt auf die Optimierung planerischer Gesamtlösungen, also umfassender Maßnahmenbündel, ab.</p> <p>Betrachtung eines größeren Spektrums an Nutzungen.</p>	<p>Behandelt für die Nutzung Offshore-Windenergie die Grundsatzfragen nach dem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarf bzw. gesetzlichen Zielen</li> <li>Zweck</li> <li>Technologie</li> <li>Kapazitäten</li> </ul>	<p>Behandelt für die Nutzung Windenergieanlagen die Grundsatzfragen nach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kapazität</li> <li>Eignung der Fläche</li> </ul>	<p>Behandelt Fragen nach der konkreten Ausgestaltung („Wie“) eines Vorhabens (technische Ausstattung, Bauausführung – Baufreigaben).</p>	<p>Behandelt Fragen nach der konkreten Ausgestaltung („Wie“) eines Vorhabens (technische Ausstattung, Bauausführung – Baufreigaben).</p>		

Setzt am Beginn des Planungsprozesses zur Klärung von strategischen Grundsatzfragen ein, also zu einem frühen Zeitpunkt, zu dem noch größerer Handlungsspielraum besteht.

- Findung von Standorten für Plattformen und Trassen.

Sucht nach umweltgerechten Maßnahmenbündeln, ohne die Umweltverträglichkeit der Planung absolut zu beurteilen.

Fungiert im Wesentlichen als steuerndes Planungsinstrument der planenden Verwaltungsstellen, um einen umweltgerechten Rahmen für sämtliche Nutzungen zu schaffen.

Fungiert überwiegend als steuerndes Planungsinstrument, um einen umweltgerechten Rahmen für die Realisierung von Einzelvorhaben (WEA und Netzanbindungen, grenzüberschreitende Seekabel) zu schaffen

Stellt die für die Angebotsabgabe gesetzlich geregelten Informationen über die Fläche zur Verfügung.

Sucht nach umweltgerechten Maßnahmenbündeln, ohne die Umweltverträglichkeit des konkreten Vorhabens zu beurteilen.

Fungiert als Instrument zwischen FEP und Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen auf einer konkreten Fläche.

Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Auflagen.

Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Auflagen.

Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Vorhabenträgers reagiert.

Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Vorhabenträgers reagiert.

### Prüfungstiefe

Gekennzeichnet durch größere Untersuchungsbreite, d.h. eine größere Zahl an Alternativen, und geringere Untersuchungstiefe (keine Detailanalysen)

Gekennzeichnet durch größere Untersuchungsbreite, d.h. größere Zahl an Alternativen, und geringere Untersuchungstiefe (keine Detailanalysen)

Gekennzeichnet durch einen kleinräumigeren Untersuchungsraum, größere Untersuchungstiefe (detaillierte Analysen).

Gekennzeichnet durch geringere Untersuchungsbreite (begrenzte Zahl an Alternativen) und größere Untersuchungstiefe (detaillierte Analysen).

Gekennzeichnet durch geringere Untersuchungsbreite (begrenzte Zahl an Alternativen) und größere Untersuchungstiefe (detaillierte Analysen).

Berücksichtigt raumbezogene, nationale und globale Auswirkungen sowie sekundäre, kumulative und synergetische Auswirkungen im Sinne einer Gesamtbetrachtung.

Berücksichtigt lokale, nationale und globale Auswirkungen sowie sekundäre, kumulative und synergetische Auswirkungen im Sinne einer Gesamtbetrachtung.

Die Eignungsfeststellung kann Vorgaben für das spätere Vorhaben beinhalten, insbesondere zu Art und Umfang der Bebauung der Fläche und ihrer Lage.

Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Auflagen.

Berücksichtigt primär lokale Auswirkungen im Nahbereich des Vorhabens.

Berücksichtigt primär lokale Auswirkungen im Nahbereich des Vorhabens.

### Schwerpunkt der Prüfung

**Kumulative Effekte**  
Gesamtplanbetrachtung  
Strategische und großräumige Alternativen  
Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen

**Kumulative Effekte**  
Gesamtplanbetrachtung  
Strategische, technische und räumliche Alternativen  
Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen

**Lokale Auswirkungen** bezogen auf die Fläche und deren Lage.

Anlagen-, errichtungs- und betriebsbedingte Umweltauswirkungen

Anlage-, errichtungs- und betriebsbedingte Umweltauswirkungen

Anlagenrückbau

Prüfung bezogen auf das konkrete Anlagendesign.

Prüfung bezogen auf das konkrete Anlagendesign.

Eingriffs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.

Eingriffs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.

Zulassungsverfahren (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) für WEA

UVP



## Prüfungsgegenstand

### Prüfung der Umweltverträglichkeit auf Antrag für

- die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen
- auf der im FEP festgelegten und voruntersuchten Fläche
- Nach den Festlegungen des FEP und Vorgaben der Voruntersuchung.

## Prüfung Umweltauswirkungen

Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die Umweltauswirkungen des konkreten Vorhabens (Windenergieanlagen, ggf. Plattformen und parkinterne Verkabelung)

Nach § 24 UVPG erarbeitet die zuständige Behörde eine zusammenfassende Darstellung

- der Umweltauswirkungen des Vorhabens,
- der Merkmale des Vorhabens und des Standorts, mit denen **erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen** ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen,
- der Maßnahmen, mit denen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen, sowie
- der Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft (Anmerkung: Ausnahme nach § 56 Abs. 3 BNatSchG)

## Zielrichtung

Behandelt die Fragen nach der konkreten Ausgestaltung („Wie“) eines Vorhabens (technische Ausstattung, Bauausführung).

Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Ausschreibungsgewinners/Vorhabenträgers reagiert.

## Prüfungstiefe

Gekennzeichnet durch geringere Untersuchungsbreite, d.h. eine begrenzte Zahl an Alternativen, und größere Untersuchungstiefe (detaillierte Analysen).

Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens auf der voruntersuchten Fläche und formuliert dazu Auflagen.

Berücksichtigt überwiegend lokale Auswirkungen im Nahbereich des Vorhabens.

## Schwerpunkt der Prüfung

Den Schwerpunkt der Prüfung bilden:

- Errichtungs- und betriebsbedingte Umweltauswirkungen.
- Prüfung bezogen auf das konkrete Anlagendesign.
- Anlagenrückbau.

Abbildung 3: Übersicht zu Schwerpunkten in den Umweltprüfungen im Planungs- und Zulassungsverfahren.

### 1.3.5 Leitungen

Auf der oberen Stufe steht das Instrument der Raumordnung. In diesem Rahmen werden Gebiete bzw. Korridore für Rohrleitungen und Datenkabel festgelegt.

Nach § 8 Abs. 1 ROG sind die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Festlegungen zu Rohrleitungen auf die Schutzgüter zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten.

Nach § 133 Abs. 1 i.V.m. Abs. 4 BBergG bedarf die Errichtung und der Betrieb einer Transit-Rohrleitung oder eines Unterwasserkabels (Datenkabel) in oder auf dem Festlandsockel einer Genehmigung

- in bergbaulicher Hinsicht (durch das zuständige Landesbergamt) und
- hinsichtlich der Ordnung der Nutzung und Benutzung der Gewässer über dem Festlandsockel und des Luftraumes über diesen Gewässern (durch das BSH).

Nach § 133 Abs. 2 BBergG dürfen die oben genannten Genehmigungen nur versagt werden, wenn eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Personen oder von Sachgütern oder eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen zu besorgen ist, die nicht durch eine Befristung, durch Bedingungen oder Auflagen verhütet oder ausgeglichen werden kann. Eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen liegt insbesondere in den in § 132 Abs. 2 Nr. 3 BBergG genannten Fällen vor. Nach § 132 Abs. 2 Nr. 3 b) und d) BBergG liegt eine Beeinträchtigung überwiegender öffentlicher Interessen in Bezug auf die Meeresumwelt insbesondere vor, wenn die Pflanzen- und Tierwelt in unvertretbarer Weise beeinträchtigt würde oder eine Verunreinigung des Meeres zu besorgen ist.

Nach § 133 Abs. 2a BBergG gilt für die Errichtung und den Betrieb einer Transit-Rohrleitung,

die zugleich ein Vorhaben im Sinne des § 1 Absatz 1 Nummer 1 UVPG ist, dass eine Prüfung der Umweltverträglichkeit im Genehmigungsverfahren hinsichtlich der Ordnung der Nutzung und Benutzung der Gewässer über dem Festlandsockel und des Luftraumes über diesen Gewässern nach dem UVPG durchzuführen ist.

Nach § 1 Abs. 4 UVPG sind für die Errichtung und den Betrieb von Datenkabeln die wesentlichen Anforderungen des UVPG zu beachten.



Abbildung 4: Übersicht zu den Schwerpunkten der Umweltprüfung für Rohrleitungen und Datenkabel.

### 1.3.6 Rohstoffgewinnung

In der deutschen Nord- und Ostsee werden verschiedene Bodenschätze aufgesucht und gewonnen, z.B. Sand, Kies und Kohlenwasserstoffe. Die Raumordnung befasst sich als übergeordnetes Instrument mit möglichen großräumigen räumlichen Festlegungen, ggf. unter Einbeziehung anderer Nutzungen. Die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen werden geprüft (vgl. auch Kapitel 1.5.4.3).

Die Rohstoffgewinnung unterteilt sich bei der Umsetzung regelmäßig in unterschiedliche Phasen – Aufsuchungs- bzw. Erkundungs-, Erschließungs-, Betriebs- und Nachsorgephase.

Die Aufsuchung dient der Erkundung von Rohstofflagerstätten nach § 4 Abs. 1 BBergG. Sie er-

folgt im marinen Bereich regelmäßig durch geophysikalische Untersuchungen, einschließlich seismischer Untersuchungen und Explorationsbohrungen. Die Gewinnung von Rohstoffen beinhaltet in der AWZ das Fördern (Lösen, Freisetzen), Aufbereiten, Lagern und Transportieren von Rohstoffen.

Für die Aufsuchung im Bereich des Festlandsockels müssen gemäß Bundesberggesetz Bergbauberechtigungen (Erlaubnis, Bewilligung) eingeholt werden. Diese gewähren das Recht zur Aufsuchung und/oder Gewinnung von Bodenschätzen in einem festgelegten Feld für einen bestimmten Zeitraum. Für die Erschließung (Gewinnungs- und Aufsuchungstätigkeit) sind zusätzliche Zulassungen in Form von Betriebsplänen notwendig (vgl. § 51 BBergG). Für die Errichtung und Führung eines Betriebs sind Hauptbetriebspläne für einen in der Regel 2 Jahre nicht übersteigenden Zeitraum aufzustellen, die bei Bedarf fortlaufend erneut aufgestellt werden müssen (§ 52 Abs. 1 S. 1 BBergG).

Bei bergbaulichen Vorhaben, die einer UVPG bedürfen, ist die Aufstellung eines Rahmenbetriebsplans obligatorisch, für dessen Zulassung ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen ist (§ 52 Abs. 2a BBergG). Rahmenbetriebspläne gelten i.d.R. für einen Zeitraum von 10 bis 30 Jahren.

Errichtung und Betrieb von Förderplattformen zur Gewinnung von Erdöl und Erdgas im Bereich des Festlandsockels bedürfen nach § 57c BBergG i.V.m. der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau) einer UVP. Gleiches gilt für marine Sand- und Kiesgewinnung auf Abbauflächen von mehr als 25 ha oder in einem ausgewiesenen Naturschutzgebiet oder Natura 2000-Gebiet.

Zulassungsbehörden für die deutsche AWZ der Nord- und Ostsee sind die Landesbergämter.

### **1.3.7 Schifffahrt**

Festlegungen zum Sektor Schifffahrt erfolgen im Rahmen der Raumordnung regelmäßig in Form von Festlegungen von Gebieten (Vorrang- und/oder Vorbehaltsgebiete), Zielen und Grundsätzen. Ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess wie dies bei dem Sektor Windenergie auf See, Netzanbindungen, grenzüberschreitende Seekabel, Rohrleitungen und Datenkabel der Fall ist, besteht für den Sektor Schifffahrt nicht.

Hinsichtlich der Betrachtung von voraussichtlich erheblichen Auswirkungen der Festlegungen zum Sektor Schifffahrt wird auf das Kapitel 1.5.4.3 verwiesen.

### **1.3.8 Fischerei und marine Aquakultur**

Fischerei und Aquakulturen werden im Rahmen der Raumordnung als Belange betrachtet. Ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess besteht nicht.

Hinsichtlich der Betrachtung der voraussichtlich erheblichen Auswirkungen wird auf das Kapitel 1.5.4.3 verwiesen.

### **1.3.9 Wissenschaftliche Meeresforschung**

Wissenschaftliche Meeresforschung wird im Rahmen der Raumordnung als Belang betrachtet. Ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess besteht nicht.

Hinsichtlich der Betrachtung der voraussichtlich erheblichen Auswirkungen wird auf das Kapitel 1.5.4.3 verwiesen.

### **1.3.10 Landes- und Bündnisverteidigung**

Die Landes- und Bündnisverteidigung wird im Rahmen der Raumordnung als Belang betrachtet. Ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess besteht nicht.

Hinsichtlich der Betrachtung der voraussichtlich erheblichen Auswirkungen wird auf das Kapitel 1.5.4.3 verwiesen.

### 1.3.11 Freizeit

Auch der Belang Freizeit wird betrachtet. Ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess besteht nicht.

Hinsichtlich der Betrachtung der voraussichtlich erheblichen Auswirkungen wird auf das Kapitel 1.5.4.3 verwiesen.

## 1.4 Darstellung und Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes

Die Aufstellung des ROP sowie die Durchführung der SUP erfolgt unter Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes. Diese geben Auskunft darüber, welcher Umweltzustand in Zukunft angestrebt wird (Umweltqualitätsziele). Die Ziele des Umweltschutzes lassen sich in einer Gesamtschau den internationalen, unionsrechtlichen und nationalen Übereinkommen bzw. Vorschriften entnehmen, die sich mit dem Meeresumweltschutz befassen und aufgrund derer sich die Bundesrepublik Deutschland zu bestimmten Grundsätzen bekannt und zu Zielen verpflichtet hat. Der Umweltbericht wird eine Darstellung enthalten, wie die Einhaltung der Vorgaben geprüft wird und welche Festlegungen oder Maßnahmen getroffen werden.

### 1.4.1 Internationale Übereinkommen zum Meeresumweltschutz

Die Bundesrepublik Deutschland ist Vertragspartei aller relevanten internationalen Übereinkommen zum Meeresumweltschutz.

#### 1.4.1.1 Weltweit gültige Übereinkommen, die ganz oder teilweise dem Meeresumweltschutz dienen

- Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Verschmutzung durch Schiffe in der Fassung des Protokolls von 1978 (MARPOL 73/78)
- Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen von 1982

- Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (London, 1972) sowie das Protokoll von 1996

#### 1.4.1.2 Regionale Übereinkommen zum Meeresumweltschutz

- Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes von 1992 (Helsinki-Übereinkommen)

#### 1.4.1.3 Schutzgutspezifische Abkommen

- Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention) von 1979
- Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten von 1979 (Bonner Konvention)

Im Rahmen der Bonner Konvention wurden nach Art. 4 Nr. 3 Bonner Konvention regionale Abkommen zur Erhaltung der in Anhang II genannten Arten geschlossen:

- Abkommen zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen wandernden Wasservögel von 1995 (AEWA)
- Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in Nord- und Ostsee von 1991 (ASCOBANS)
- Abkommen zur Erhaltung der Seehunde im Wattenmeer von 1991
- Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen von 1991 (EUROBATS)
- Übereinkommen über die biologische Vielfalt von 1993

### 1.4.2 Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf EU-Ebene

Als einschlägige Rechtsvorschriften der EU sind zu berücksichtigen:

- Richtlinie 2014/89/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 2014 zur Schaffung eines Rahmens für die maritime Raumplanung (MRO-Richtlinie),
- Richtlinie 337/85/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (Umweltverträglichkeitsprüfungs-Richtlinie, UVP-Richtlinie),
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, FFH-Richtlinie),
- 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 (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL),
- Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme (Strategische Umweltprüfungs-Richtlinie, SUP-Richtlinie),
- 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 (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL),
- Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie, V-RL).

### 1.4.3 Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf nationaler Ebene

Auch auf der nationalen Ebene bestehen diverse Rechtsvorschriften, deren Vorgaben im Umweltbericht zu berücksichtigen sind:

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG)
- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
- Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „Fehmarnbelt“, Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „Kadettrinne“ und die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „Östliche Deutsche Bucht – Rönnebank“ in der AWZ Ostsee
- Managementpläne für die Naturschutzgebiete in der deutschen AWZ der Ostsee (Beteiligungsverfahren noch nicht abgeschlossen)
- Energie- und Klimaschutzziele der Bundesregierung

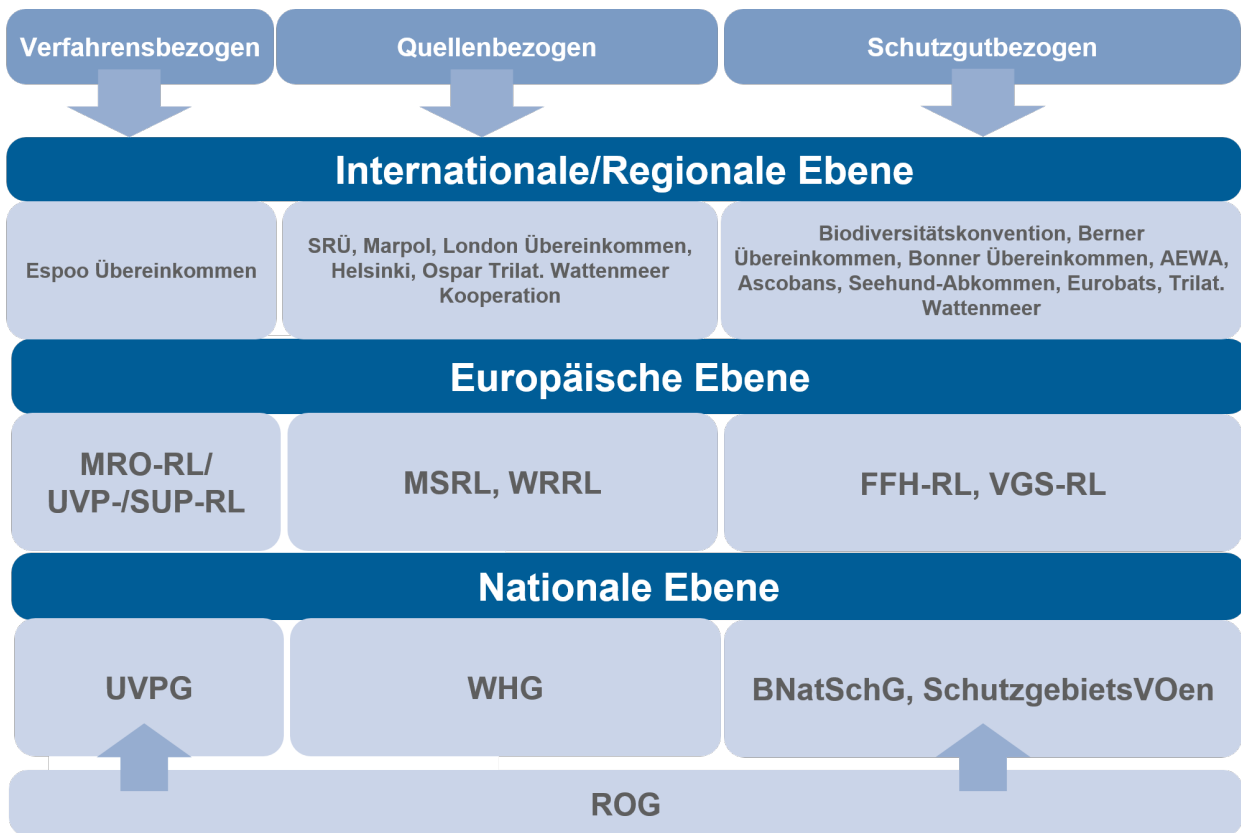


Abbildung 5: Übersicht zu den Normebenen der einschlägigen Rechtsakte für die SUP.

#### 1.4.4 Unterstützung der Ziele der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Die Raumordnung kann die Umsetzung einzelner Ziele der MSRL unterstützen und so zu einem guten Umweltzustand in Nord- und Ostsee beitragen.

Bei der Festlegung von Zielen und Grundsätzen werden folgende Umweltziele (BMUB, 2016) berücksichtigt:

- Umweltziel 1: Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung: Berücksichtigung bei den Zielen und Grundsätzen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs.
- Umweltziel 3: Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten: Berücksichtigung bei den Zielen und Grundsätzen zur Windenergie auf See und Naturschutz
- Umweltziel 6: Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge: Berücksichtigung bei den Zielen und Grundsätzen zur Windenergie auf See und Leitungen

Im Rahmen der Umweltprüfung werden Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen formuliert, die die Ziele 1, 3 und 6 unterstützen.

Darüber hinaus wird im Raumordnungsplan einer Verschlechterung des Umweltzustands entgegengewirkt, indem bestimmte Nutzungen nur in räumlich abgegrenzten Gebieten und zeitlich eingeschränkt möglich sind. Die Grundsätze zum Umweltschutz müssen dabei berücksichtigt werden. Auf Genehmigungsebene wird die Ausgestaltung der Nutzung ggf. mit Auflagen konkretisiert, um negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt abzuwenden.

Eine wesentliche Grundlage der MSRL ist der in Artikel 1 Abs. 3 MSRL geregelte Ökosystemansatz, der die nachhaltige Nutzung der Meere-

sökosysteme gewährleistet indem die Gesamtbelastung der menschlichen Aktivitäten derart gesteuert werden, dass sie mit der Erreichung eines guten Umweltzustands vereinbar sind. Die Anwendung des Ökosystemansatzes wird in Kapitel 4.3 dargelegt.

#### 1.5 Methodik der Strategischen Umweltprüfung

Bei der Durchführung der Strategischen Umweltprüfung kommen grundsätzlich verschiedene methodische Ansätze in Betracht. Im vorliegenden Umweltbericht wird auf die bereits zugrunde gelegte Methodik der Strategischen Umweltprüfung der Bundesfachpläne und des Flächenentwicklungsplans im Hinblick auf die Nutzung Windenergie auf See und Stromnetzanbindungen aufgebaut.

Für alle weiteren Nutzungen, für die Festlegungen im ROP getroffen werden, wie zum Beispiel Schifffahrt, Rohstoffgewinnung und Meeresforschung, werden sektorspezifische Kriterien für eine Bewertung möglicher Auswirkungen zu Grunde gelegt.

Die Methodik richtet sich vor allem nach den zu prüfenden Festlegungen des Plans. Im Rahmen dieser SUP wird für die einzelnen Festlegungen ermittelt, beschrieben und bewertet, ob die Festlegungen voraussichtlich erhebliche Auswirkungen auf die betroffenen Schutzgüter haben. Nach § 1 Abs. 4 UVPG i.V.m. § 40 Abs. 3 UVPG bewertet die zuständige Behörde vorläufig im Umweltbericht die Umweltauswirkungen der Festlegungen im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge nach Maßgabe der geltenden Gesetze. Kriterien für die Bewertung finden sich unter anderem in Anlage 2 des Raumordnungsgesetzes.

Der Untersuchungsgegenstand des Umweltberichts umfasst die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Umsetzung des ROP auf die Meeresumwelt für Festlegungen zur Nutzung und zum Schutz

der AWZ. Die Prüfung erfolgt jeweils schutzgutbezogen.

Nach § 7 Abs. 1 ROG sind in Raumordnungsplänen Festlegungen als Ziele und Grundsätze der Raumordnung zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums, insbesondere zu den Nutzungen und Funktionen des Raums, zu treffen. Nach § 7 Abs. 3 ROG können diese Festlegungen auch Gebiete bezeichnen.

Festlegungen zu folgenden Nutzungen sind Untersuchungsgegenstand des Umweltberichts, insbesondere:

- Schifffahrt
- Windenergie auf See
- Leitungen
- Rohstoffgewinnung
- Fischerei und marine Aquakultur
- Meeresforschung

Nach § 17 Absatz 1 Nr.4 ROG spielen auch Festlegungen zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt (Naturschutz / Meereslandschaft / Freiraum) eine Rolle.

### 1.5.1 Untersuchungsraum

Es werden zwei separate Umweltberichte für die AWZ der Nordsee und Ostsee erstellt. Die Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands bezieht sich in diesem Umweltbericht auf die AWZ der Ostsee, für welche der Raumordnungsplan Festlegungen trifft. Der Untersuchungsraum der SUP erstreckt sich auf die deutsche AWZ (Abbildung 7).

Das angrenzende Küstenmeer und die angrenzenden Bereiche der Anrainerstaaten sind nicht Gegenstand dieses Plans, sie werden jedoch im Rahmen der kumulativen und grenzüberschreitenden Betrachtung – und sofern erforderlich – in der Verträglichkeitsprüfung im Rahmen dieser SUP mit betrachtet.

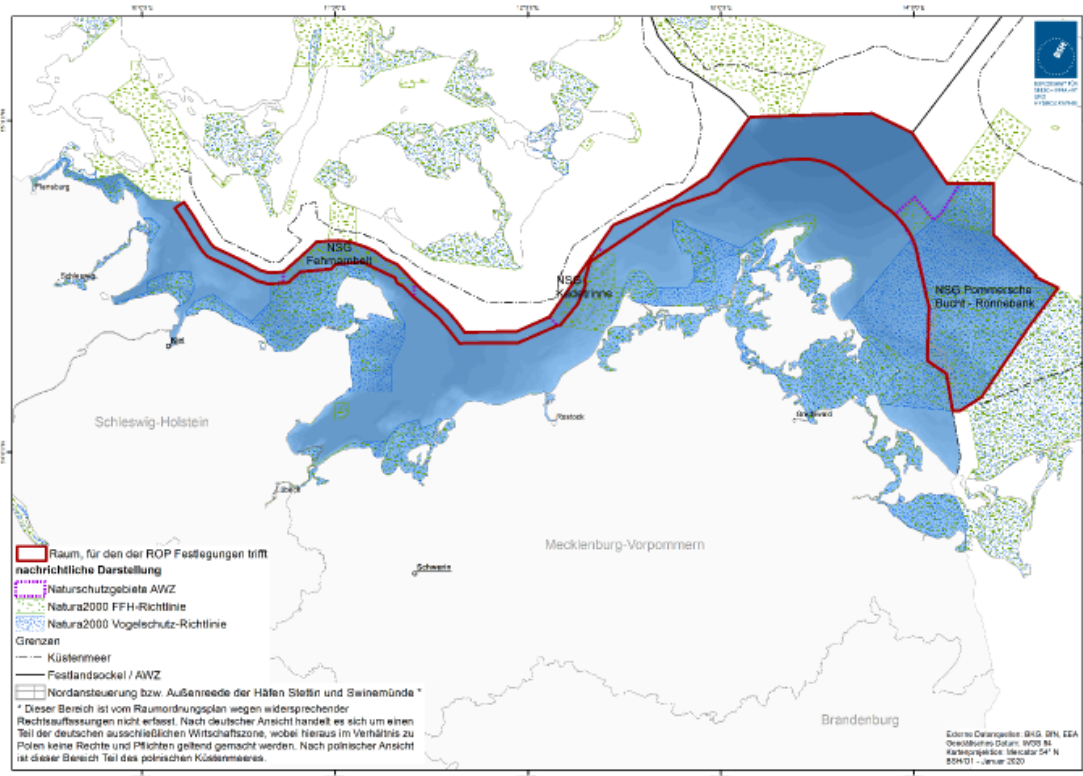


Abbildung 6: Abgrenzung des Untersuchungsraums für die SUP AWZ Ostsee.



### 1.5.2 Durchführung der Umweltprüfung

Die Prüfung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans umfasst schutzgutbezogen sekundäre, kumulative, synergetische, kurz-, mittel- und langfristige, ständige und vorübergehende, positive und negative Auswirkungen. Unter sekundären oder indirekten Auswirkungen sind solche zu verstehen, die nicht unmittelbar und somit möglicherweise erst nach einiger Zeit und/oder an anderen Orten wirksam werden. Gelegentlich wird auch von Folgewirkungen oder Wechselwirkungen gesprochen.

Mögliche Auswirkungen der Planumsetzung werden schutzgutbezogen beschrieben und bewertet. Eine einheitliche Definition des Begriffs „Erheblichkeit“ existiert nicht, da es sich um eine „im Einzelfall individuell festgestellte Erheblichkeit“ handelt, die nicht unabhängig von den „spezifischen Charakteristika von Plänen oder Programmen betrachtet werden kann“ (SOMMER, 2005, 25f.). Im Allgemeinen können unter erheblichen Auswirkungen solche Effekte verstanden werden, die im betrachteten Zusammenhang schwerwiegend und maßgeblich sind.

Nach den für die Einschätzung der voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen maßgeblichen Kriterien der Anlage 2 des ROG bestimmt sich die Erheblichkeit durch

- „die Wahrscheinlichkeit, Dauer, Häufigkeit und Unumkehrbarkeit der Auswirkungen;
- den kumulativen Charakter der Auswirkungen;
- den grenzüberschreitenden Charakter der Auswirkungen;
- die Risiken für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt (z. B. bei Unfällen);
- den Umfang und die räumliche Ausdehnung der Auswirkungen;
- die Bedeutung und die Sensibilität des voraussichtlich betroffenen Gebiets aufgrund seiner besonderen natürlichen Merkmale o-

der seines kulturellen Erbes, der Überschreitung der Umweltqualitätsnormen oder der Grenzwerte sowie einer intensiven Bodennutzung;

- die Auswirkungen auf Gebiete oder Landschaften, deren Status als national, gemeinschaftlich oder international geschützt anerkannt ist“.

Weiterhin relevant sind auch die Merkmale des Plans, insbesondere in Bezug auf

- das Ausmaß, in dem der Plan für Projekte und andere Tätigkeiten in Bezug auf Standort, Art, Größe und Betriebsbedingungen oder durch die Inanspruchnahme von Ressourcen einen Rahmen setzt;
- das Ausmaß, in dem der Plan andere Pläne und Programme — einschließlich solcher in einer Planungshierarchie — beeinflusst;
- die Bedeutung des Plans für die Einbeziehung der Umwelterwägungen, insbesondere im Hinblick auf die Förderung der nachhaltigen Entwicklung;
- die für den Plan relevanten Umweltprobleme;
- die Bedeutung des Plans für die Durchführung der Umweltvorschriften der Gemeinschaft (z. B. Pläne und Programme betreffend die Abfallwirtschaft oder den Gewässerschutz) (Anhang II SUP-Richtlinie).

Aus dem Fachrecht ergeben sich teilweise weitere Konkretisierungen dazu, wann eine Auswirkung die Erheblichkeitsschwelle erreicht. Unter-gesetzlich wurden Schwellenwerte erarbeitet, um eine Abgrenzung vornehmen zu können.

Die Beschreibung und Bewertung der potenziellen Umweltauswirkungen erfolgt für die einzelnen räumlichen und textlichen Festlegungen zur Nutzung und zum Schutz der AWZ schutzgutbezogen unter Einbeziehung der Zustandseinschätzung.

Des Weiteren wird, sofern erforderlich, eine Differenzierung nach unterschiedlichen technischen Ausführungen vorgenommen. Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Plans auf die Meeresumwelt beziehen

sich ebenfalls auf die dargestellten Schutzgüter. Es werden alle Planinhalte untersucht, die potenziell erhebliche Umweltauswirkungen entfalten können.

Dabei werden sowohl dauerhafte als auch temporäre, z.B. baubedingte, Auswirkungen betrachtet. Anschließend erfolgt eine Darstellung möglicher Wechselwirkungen, eine Betrachtung möglicher kumulativer Effekte und potenzieller grenzüberschreitender Auswirkungen.

Folgende Schutzgüter werden im Hinblick auf die Einschätzung des Umweltzustands betrachtet:

- Fläche
- Boden
- Wasser
- Plankton
- Biototypen
- Benthos
- Fische
- Marine Säugetiere
- Avifauna
- Fledermäuse
- Biologische Vielfalt
- Luft
- Klima
- Landschaftsbild
- Kulturgüter und sonstige Sachgüter
- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit
- Wechselwirkungen

Im Allgemeinen finden folgende methodische Ansätze Eingang in die Umweltprüfung:

- Qualitative Beschreibungen und Bewertungen
- Quantitative Beschreibungen und Bewertungen
- Auswertung von Studien und Fachliteratur, Gutachten
- Visualisierungen
- Worst-case-Annahmen
- Trendabschätzungen (etwa zum Stand der Technik von Anlagen und der möglichen Entwicklung des Schiffsverkehrs)
- Einschätzungen von Experten/ der Fachöffentlichkeit

Eine Bewertung der Auswirkungen durch die Festlegungen des Plans erfolgt anhand der Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung und der Funktion und Bedeutung der einzelnen Gebiete für die einzelnen Schutzgüter einerseits und den von diesen Festlegungen ausgehenden Wirkungen und daraus resultierenden potenziellen Auswirkungen andererseits. Eine Prognose der vorhabenbezogenen Auswirkungen bei Umsetzung des ROP erfolgt in Abhängigkeit der Kriterien Intensität, Reichweite und Dauer bzw. Häufigkeit der Effekte (vgl. Abbildung 7). Als weitere Bewertungskriterien ergeben sich aus Anlage 2 zu § 8 Abs.2 ROG die Wahrscheinlichkeit und Umkehrbarkeit der Auswirkungen.

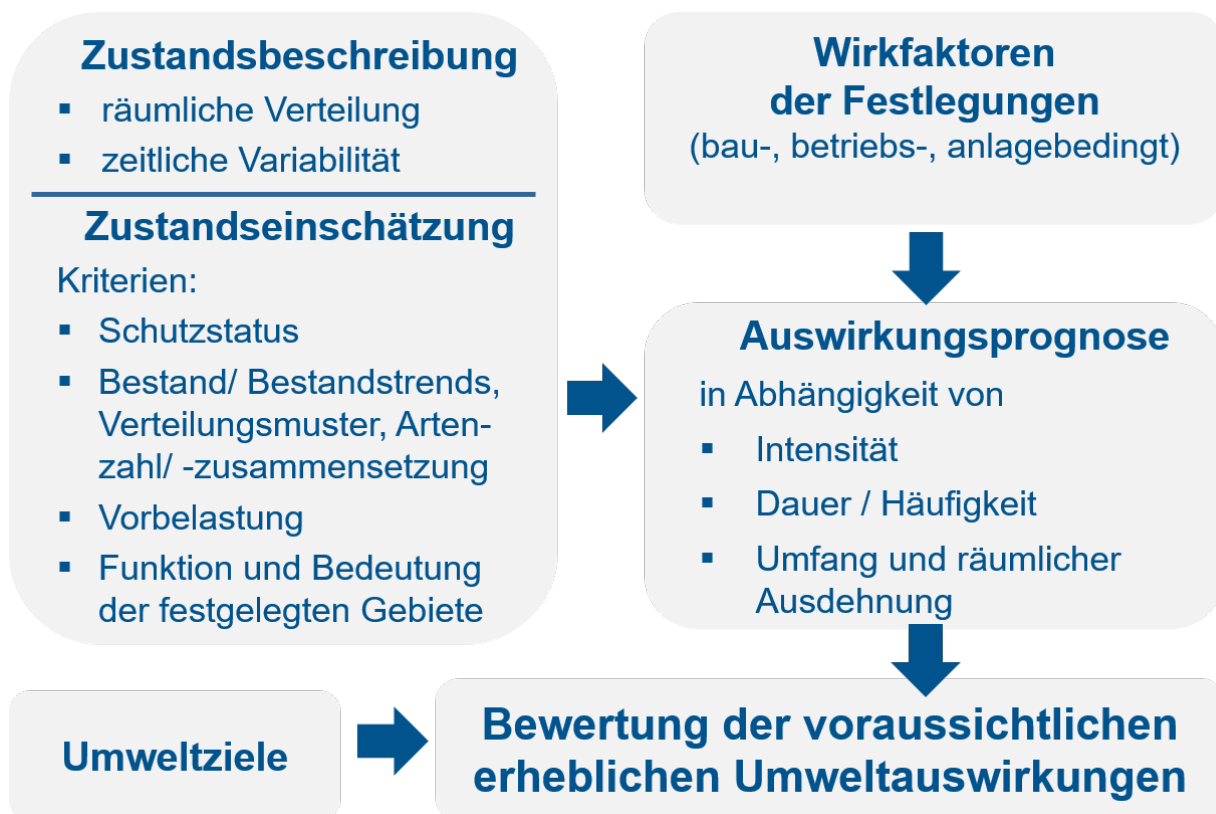


Abbildung 7: Allgemeine Methodik der Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen.

### 1.5.3 Kriterien für die Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung

Die Zustandseinschätzung der einzelnen Schutzgüter erfolgt anhand verschiedener Kriterien. Für die Schutzgüter Fläche/Boden, Benthos und Fische wird die Einschätzung basierend auf den Aspekten Seltenheit und Gefährdung, Vielfalt und Eigenart sowie Vorbelastungen vorgenommen. Die Beschreibung und Einschätzung der Schutzgüter Marine Säugtiere und See- und Rastvögel orientiert sich an den in der Abbildung aufgeführten Aspekten. Da es sich um hochmobile Arten handelt, ist eine Betrachtungsweise analog zu den Schutzgütern Fläche/Boden, Benthos und Fische nicht zielführend. Für See- und Rastvögel und marine Säuger werden die Kriterien Schutzstatus, Bewertung des Vorkommens, Bewertung räumlicher

Einheiten und Vorbelastungen zugrunde gelegt. Für das Schutzgut Zugvögel werden neben Seltenheit und Gefährdung und Vorbelastung die Aspekte Bewertung des Vorkommens und großräumige Bedeutung des Gebiets für den Vogelzug betrachtet. Für das Schutzgut Fledermäuse liegt derzeit keine belastbare Datengrundlage für eine kriterienbasierte Bewertung vor. Das Schutzgut Biologische Vielfalt wird textlich bewertet.

Im Folgenden sind die Kriterien zusammengestellt, die für die Zustandseinschätzung des jeweiligen Schutzgutes herangezogen wurden. Diese Übersicht geht auf die Schutzgüter ein, die anhand von Kriterien sinnvoll eingrenzbar sind und im Schwerpunkt betrachtet werden.

## Fläche/Boden

<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: Flächenmäßiger Anteil der Sedimente auf dem Meeresboden und Verbreitung des morphologischen Formeninventars.
<b>Aspekt: Vielfalt und Eigenart</b>
Kriterium: Heterogenität der Sedimente auf dem Meeresboden und Ausbildung des morphologischen Formeninventars.
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Ausmaß der anthropogenen Vorbelastung der Sedimente auf dem Meeresboden und des morphologischen Formeninventars.

## Benthos

<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: Anzahl der seltenen bzw. gefährdeten Arten anhand der nachgewiesenen Rote-Liste-Arten (Rote Liste von RACHOR et al. 2013).
<b>Aspekt: Vielfalt und Eigenart</b>
Kriterium: Artenzahl und Zusammensetzung der Artengesellschaften. Es wird bewertet, inwieweit für den Lebensraum charakteristische Arten oder Lebensgemeinschaften auftreten und wie regelmäßig diese vorkommen.
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Für dieses Kriterium wird die Intensität der fischereilichen Nutzung, welche die wirksamste Störgröße darstellt, als Bewertungsmaßstab herangezogen. Weiterhin können durch Eutrophierung benthische Lebensgemeinschaften beeinträchtigt werden. Für andere Störgrößen, wie Schiffsverkehr, Schadstoffe, etc. fehlen derzeit noch die geeigneten Mess- und Nachweismethoden, um diese in die Bewertung einbeziehen zu können.

## Biotoptypen

<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: nationaler Schutzstatus sowie Gefährdung der Biotoptypen nach der Roten Liste gefährdeter Biotoptypen Deutschlands (FINCK et al., 2017).
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Gefährdung durch anthropogene Einflüsse.

## Fische

<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: Anteil von Arten, die lt. der aktuellen Roten Liste Meeresfische (THIEL et al. 2013) und für die diadromen Arten der Roten Liste Süßwasserfische (FREYHOF 2009) als gefährdet gelten und Rote-Liste-Kategorien zugeordnet wurden.
<b>Aspekt: Vielfalt und Eigenart</b>
Kriterium: Die Vielfalt einer Fischgemeinschaft kann durch die Artenzahl ( $\alpha$ -Diversität, ‚Species richness‘) beschrieben werden. Zur Beurteilung der Eigenart einer Fischgemeinschaft, d.h. wie regelmäßig lebensraumtypische Arten auftreten, kann die Artzusammensetzung herangezogen werden. Vielfalt und Eigenart werden zwischen der gesamten Ostsee und Deutscher AWZ sowie zwischen der AWZ und den einzelnen Gebieten verglichen und bewertet.
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Durch die Entnahme der Zielarten und des Beifangs sowie der Beeinträchtigung des Meeresbodens im Falle grundberührender Fangmethoden wird die Fischerei als die wirksamste Störung der Fischgemeinschaft betrachtet und dient daher als Maß für die Vorbelastung der Fischgemeinschaften in der Ostsee. Eine Einschätzung der Bestände auf einer kleineren räumlichen Skala wie z. B. der Deutschen Bucht erfolgt nicht. Der Eintrag von Nährstoffen in natürliche Gewässer ist ein weiterer Pfad, über den menschliche Aktivitäten Fischgemeinschaften beeinflussen können. Daher wird für die Bewertung der Vorbelastung die Eutrophierung herangezogen.

## Marine Säuger

<b>Aspekt: Schutzstatus</b>
Kriterium: Status gemäß Anhang II und Anhang IV der FFH-Richtlinie und folgender internationaler Schutzabkommen: Übereinkommen zum Schutz wandernder wild lebender Tierarten (Bonner Konvention, CMS), ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas), Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wild lebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention)
<b>Aspekt: Bewertung des Vorkommens</b>
Kriterien: Bestand, Bestandsveränderungen/Trends anhand von großräumigen Erfassungen, Verteilungsmuster und Dichteverteilungen
<b>Aspekt: Bewertung räumlicher Einheiten</b>
Kriterien: Funktion und Bedeutung der deutschen AWZ sowie der im ROP festgelegten Gebiete für marine Säugetiere als Durchzugsgebiet, Nahrungs- oder Aufzuchtgrund
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen.

## See- und Rastvögel

<b>Aspekt: Schutzstatus</b>
Kriterium: Status gemäß Anhang I Arten der Vogelschutz-RL, Europäische Rote Liste von BirdLife International
<b>Aspekt: Bewertung des Vorkommens</b>
Kriterien: Bestand der dt. Ostsee und Bestand dt. AWZ, großräumige Verteilungsmuster, Abundanzen, Variabilität
<b>Aspekt: Bewertung räumlicher Einheiten</b>
Kriterien: Funktion der im ROP festgelegten Gebiete für relevante Brutvögel, Durchzügler, als Rastgebiete, Lage der Schutzgebiete
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen.

## Zugvögel

<b>Aspekt: Großräumige Bedeutung des Vogelzugs</b>
Kriterium: Leitlinien und Konzentrationsbereiche
<b>Aspekt: Bewertung des Vorkommens</b>
Kriterium: Zuggeschehen und dessen Intensität
<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: Artenzahl und Gefährdungsstatus der beteiligten Arten gemäß Anhang I der Vogelschutz-RL, Übereinkommen von Bern von 1979 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume, Bonner Übereinkommen von 1979 zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten, AEWA (Afrikanisch-eurasisches Wasservogelabkommen) und SPEC (Species of European Conservation Concern).
<b>Aspekt: Vorbelastung</b>
Kriterium: Vorbelastung/ Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen.

#### **1.5.4 Annahmen für die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen**

Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Umsetzung des ROP-E auf die Meeresumwelt erfolgt für die einzelnen Festlegungen zur Nutzung und zum Schutz der AWZ schutzgutbezogen unter Einbeziehung der oben beschriebenen Zustandseinschätzung. In der folgenden Tabelle

sind ausgehend von den wesentlichen Wirkfaktoren diejenigen potenziellen Umweltauswirkungen aufgeführt, die von der jeweiligen Nutzung ausgehen und sowohl als Vorbelastung, bei Nichtdurchführung des Planes oder als voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkung durch die Festlegungen im ROP zu prüfen sind. Dabei werden die Wirkungen danach unterschieden, ob diese dauerhaft oder temporär sind.





Nutzung	Wirkung	Potenzielle Auswirkung	Schutzgüter																
			Benthos	Fische	See- und Raistvogel	Zugvögel	Meeresräuger	Fledermäuse	Plankton	Biotoptypen	Biologische Vielfalt	Böden	Fläche	Wasser	Luft	Klima	Mensch/ Gesundheit	Kultur- und Sachgüter	Landschaftsbild
<b>Meeresnutzungen mit räumlichen Festlegungen im Raumordnungsplan</b>																			
Rohstoffe Sand- und Kiesabbau / Seismische Untersuchungen	Entnahme von Substraten	Veränderung von Habitaten	x	x			x		x	x	x	x						x	
		Lebensraum- und Flächenverlust	x	x			x		x	x	x	x	x					x	
	Trübungsfahren	Beeinträchtigung	x t	x t	x t				x t					x t					
		Physiologische Effekte und Scheueffekte		x t															
	Physische Störung	Beeinträchtigung des Meeresbodens	x							x		x	x					x	
Unterwasserschall bei seismischen Untersuchungen	Beeinträchtigung / Scheueffekt		x t				x												
Meeresforschung	Entnahme ausgewählter Arten	Reduzierung der Bestände		x															
		Physische Störung durch Schleppnetze	x	x						x		x						x	
Fischerei	Entnahme ausgewählter Arten	Reduzierung der Bestände	x	x								x							
		Verschlechterung der Nahrungsgrundlage			x														
	Beifang	Reduzierung der Bestände	x	x	x		x					x							
Physische Störung durch Schleppnetze	Beeinträchtigung / Schädigung	x	x				x			x		x						x	
<b>Meeresnutzungen ohne räumliche Festlegungen im Raumordnungsplan</b>																			
Landesverteidigung	Unterwasserschall	Beeinträchtigung / Scheueffekt		x t			x												
		Einbringen gefährlicher Substanzen	x	x	x		x		x	x	x	x	x				x		
	Kollisionsrisiko					x													
	Überwasserschall	Beeinträchtigung / Scheueffekt			x	x		x										x	
	Einbringen von Müll	Beeinträchtigung	x	x						x			x					x	
Freizeit (-verkehr)	Entnahme von Arten (Angeln)	Reduzierung der Bestände		x															
		Unterwasserschall		x			x												
	Emission von Luftschadstoffen	Beeinträchtigung der Luftqualität			x	x		x						x	x		x		
		Einbringen von Müll	Beeinträchtigung	x	x	x		x		x				x				x	
	Visuelle Unruhe	Beeinträchtigung / Scheueffekt			x														
Aquakultur	Einbringen von Nährstoffen	Beeinträchtigung	x	x					x				x						
		Veränderung von Habitaten	x	x					x	x	x							x	
	Einbringen fester Installationen	Lebensraum- und Flächenverlust	x	x	x					x				x				x	x

- x potenzielle Auswirkung auf das Schutzgut
- x t potenzielle temporäre Auswirkung auf das Schutzgut

Neben den Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter werden auch kumulative Effekte und Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern geprüft.

### 1.5.4.1 Kumulative Betrachtung

Nach Art. 5 Abs.1 SUP-Richtlinie umfasst der Umweltbericht auch die Prüfung kumulativer Auswirkungen. Kumulative Auswirkungen entstehen aus dem Zusammenwirken verschiedener unabhängiger Einzeleffekte, die sich entweder durch ihre Zusammenwirkung addieren (Kumulativeneffekte) oder sich gegenseitig verstärken und damit mehr als die Summe ihrer einzelnen Wirkung erzeugen (synergetische Effekte) (u.a. SCHOMERUS et al., 2006). Kumulative wie synergetische Auswirkungen können sowohl durch zeitliches als auch durch räumliches Zusammentreffen von Auswirkungen hervorgerufen werden. Dabei kann die Wirkung durch gleichartige Nutzungen oder verschiedene Nutzungen mit gleicher Wirkung verstärkt werden und so die Auswirkung auf ein oder mehrere Schutzgüter erhöhen.

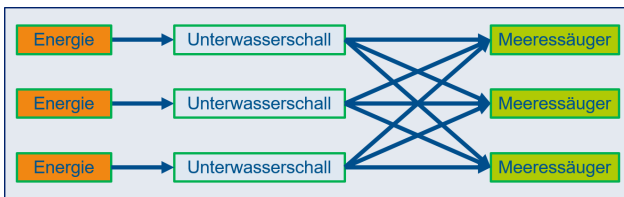


Abbildung 8: Exemplarische kumulative Wirkung gleichartiger Nutzungen.

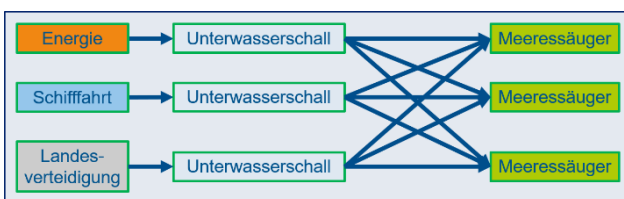


Abbildung 9: Exemplarische kumulative Wirkung verschiedener Nutzungen.

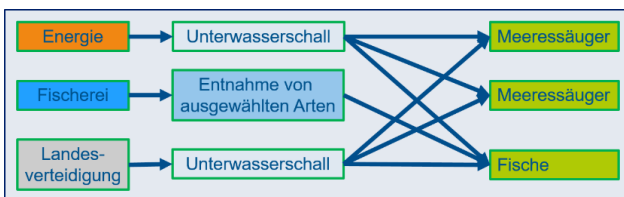


Abbildung 10: Exemplarische kumulative Wirkung verschiedener Nutzungen mit verschiedenen Auswirkungen.

Zur Prüfung der kumulativen Auswirkungen ist es erforderlich zu bewerten, inwieweit den Festlegungen des Plans im Zusammenwirken eine erhebliche nachteilige Auswirkung zugeschrieben werden kann. Eine Prüfung der Festlegungen erfolgt auf der Grundlage des bisherigen Wissensstandes im Sinne des Art. 5 Abs. 2 SUP-Richtlinie.

### 1.5.4.2 Wechselwirkungen

Allgemein führen Auswirkungen auf ein Schutzgut zu verschiedenen Folge- und Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern. Die wesentliche Verflechtung der biotischen Schutzgüter besteht über die Nahrungsketten. Wegen der Variabilität des Lebensraumes lassen sich Wechselwirkungen insgesamt nur sehr ungenau beschreiben.

### 1.5.4.3 Spezifische Annahmen für die Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen

Im Einzelnen wird bei der Analyse und Prüfung der jeweiligen Festlegungen wie folgt vorgegangen:

#### Windenergie auf See

Hinsichtlich der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Windenergie auf See wird grundsätzlich von einer worst-case-Betrachtung ausgegangen. Für eine schutzgutbezogene Betrachtung werden dazu in dieser SUP bestimmte Parameter in Form von Bandbreiten räumlich getrennt nach Zone 1 und 2 und Zone 3 bis 5 angenommen. Im Einzelnen sind das etwa Leistung pro Anlage [MW], Nabenhöhe [m], Rotordurchmesser [m] und Gesamthöhe [m] der Anlagen.

Als Eingangsparameter werden bei der SUP insbesondere berücksichtigt:

- Anlagen, die sich bereits in Betrieb oder im Zulassungsverfahren befinden (als Referenz und Vorbelastung)

- Übertragung der durchschnittlichen Parameter der in den letzten 5 Jahren in Betrieb genommenen Anlagen auf den im FEP 2019 festgelegten Flächen
- Prognose bestimmter technischer Entwicklungen für die im ROP zusätzlich festgelegten Vorrang- und Vorbehaltsgebiete

bierte für Windenergie auf See auf Grundlage der in Tabelle 2 dargestellten Parameter. Hierbei ist zu beachten, dass es sich lediglich um zum Teil schätzungs-basierte Annahmen handelt, da auf Ebene der SUP die Prüfung projektspezifischer Parameter nicht erfolgt bzw. erfolgen kann.

Tabelle 2: Parameter für die Betrachtung der Gebiete für Windenergie auf See

Parameter WEA	Bandbreite Zone 1 und 2		Bandbreite Zone 3 bis 5	
	von	bis	von	bis
Leistung pro Anlage [MW]	5	12	12	20
Nabenhöhe [m]	100	160	160	200
Rotordurchmesser [m]	140	220	220	300
Gesamthöhe [m]	170	270	270	350

Für Netzanbindungssysteme in der AWZ der Ostsee liegt die Leistung bei 250 bis 300 MW. Die Trassenlänge variiert zwischen 14 und 24 km. Für den Kabelgraben von Seekabelsystemen wird eine Breite von 1 m angenommen.

Für die Trassenkorridore für Rohrleitungen, grenzüberschreitende Seekabelsysteme oder Datenkabel ergeben sich die Kabellängen aus den Festlegungen. Für Rohrleitungen wird für die Bewertung der Umweltauswirkungen eine Breite von 1,5 m für die aufliegende Pipeline angenommen plus jeweils 10 m Beeinträchtigungen durch "Riffeffekt" und Sedimentdynamik.

Für andere Nutzungen sind Bewertungskriterien bzw. Parameter für die umweltfachliche Bewertung zu entwickeln bzw. im weiteren Verfahren zu konkretisieren.

Schifffahrt

Für die Bewertung der Umweltauswirkungen durch die Schifffahrt gilt es zu untersuchen, welche zusätzlichen Auswirkungen auf die Festlegungen im Raumordnungsplan zurückzuführen sind.

Die festgelegten Vorranggebiete Schifffahrt sind von baulicher Nutzung frei zu halten. Durch

diese Steuerung im ROP-E sollen Kollisionen und Unfälle vermieden oder zumindest verringert werden. Aufgrund der Festlegungen im ROP wird sich die Verkehrsfrequenz in den Vorranggebieten voraussichtlich erhöhen, wobei dies insbesondere auf die Zunahme von Offshore Windparks entlang der Schifffahrtsrouten zurückzuführen ist. Die Schiffsbewegungen auf den Schifffahrtsrouten SN1 bis SN17 bzw. SO1 bis SO5 variieren stark, wobei auf der am stärksten befahrenen Route SN1 teilweise über 15 Schiffe pro km<sup>2</sup> pro Tag verkehren, auf den übrigen, schmaleren Routen sind es meistens ca. 1-2 Schiffe pro km<sup>2</sup> pro Tag (BfN, 2017).

Das BSH hat ein Gutachten zur Verkehrsanalyse des Schiffsverkehrs in Auftrag gegeben, bei dem aktuelle Auswertungen erwartet werden.

Die Darstellung der allgemeinen Auswirkungen durch die Schifffahrt wird in Kapitel 2 als Vorbelastung, insbesondere für Vögel und Meeressäuger dargestellt. Die Auswirkungen durch Serviceverkehre zu den Windparks werden im Kapitel Windenergie behandelt.

## Rohstoffgewinnung

Bei der Bewertung von möglichen Umweltauswirkungen der Rohstoffgewinnung muss zwischen der Sand- und Kiesgewinnung und der Förderung von Kohlenwasserstoffen unterschieden werden.

### *Sand- und Kiesgewinnung*

Der Abbau von Sand und Kies erfolgt mittels Schwimmsaugbaggern. Dabei wird das Gewinnungsfeld in ca. 2 m breiten Streifen überfahren und der Untergrund bis zu einer Abbautiefe von ca. 2 m abgebaut. Zwischen den Abbaustreifen bleibt der Meeresboden beansprucht. Beim Abbau wird ein Sediment-Wasser-Gemisch an Bord des Saugbaggers gefördert. Das Sediment in der gewünschten Korngröße wird ausgesiebt und die nicht benötigte Fraktion vor Ort ins Meer zurückgeleitet. Durch den Abbau und die Einleitung entstehen Trübungsfahnen. Potenzielle temporäre Auswirkungen ergeben sich aus den Trübungsfahnen, die zu Beeinträchtigungen und Scheucheffekten der Meeresfauna führen können. Potenzielle permanente Auswirkungen entstehen durch die Entnahme der Substrate und physische Störung bedingen einen Lebensraum- und Flächenverlust, die Veränderung von Habitaten und eine Beeinträchtigung des Meeresbodens.

Die Sand- und Kiesgewinnung erfolgt auf Grundlage von Betriebsplänen auf Teilflächen der genehmigten Bewilligungsfelder.

### *Gasförderung*

Zur Erkundung und Erschließung von Gaslagerstätten werden Erkundungs- bzw. Förderbohrungen durchgeführt. Bei den Bohrungen durch das über der Lagerstätte liegende Gestein entsteht Bohrabrieb. Dieser wird mittels Bohrspülungen zutage gefördert. Die Bohrspülungen haben entweder eine Wasser- oder Ölbasis. Wird eine auf Wasserbasis beruhende Bohrspülung verwendet, wird diese zusammen mit dem Bohrklein in

das Meer eingeleitet. Kommen ölbasierte Bohrspülungen zum Einsatz, wird diese zusammen mit dem Bohrklein an Land entsorgt.

Bei der Erkundung von Kohlenwasserstofflagerstätten werden seismische Verfahren eingesetzt, die zu Scheucheffekten bei Meeressäugern führen.

Betriebsbedingte Stoffeinträge ins Meer entstehen durch die Einleitung von Produktions- und Spritzwasser, Abwasser aus der Kläranlage sowie durch den verursachten Schiffsverkehr. Produktionswasser ist im Wesentlichen Lagerstättenwasser, das Bestandteile aus dem Untergrund enthalten kann, wie z.B. Salze, Kohlenwasserstoffe und Metalle. Mit zunehmendem Alter der Lagerstätte steigt die Menge Gas im Produktionswasser. Produktionswasser kann daneben auch Chemikalien enthalten, die fördertechnisch eingesetzt werden, um den Abbau zu verbessern oder der Korrosionsvermeidung von Fördereinrichtungen dienen. Das Produktionswasser wird nach Behandlung nach dem Stand der Technik und Einhaltung nationaler und internationaler Standards in das Meer eingeleitet.

## Meeresforschung

Die festgelegten Gebiete für die wissenschaftliche Meeresforschung entsprechen Standarduntersuchungsgebieten („Boxen“) des Thünen-Institutes in der Nordsee sowie der Ostsee. In der Ostsee werden seit über dreißig Jahren mehrmals pro Jahr wissenschaftliche Fischereifänge durchgeführt, für die auch außerhalb der Vorbehaltsgebiete Forschung im Rahmen der Programme BALTBOX, BITS und COBALT Beprobungen erfolgen. Die Datensätze bilden eine wichtige Grundlage zur Beurteilung von langfristigen Veränderungen in der Bodenfischfauna (kommerzielle und nicht kommerzielle Arten) der Ostsee, hervorgerufen durch natürliche (z.B. klimatische) Einflüsse oder anthropogene Faktoren (z.B. Fischerei).

In der Ostsee werden Grundschieppnetze und Baumkurren eingesetzt. Details zu den einge-

setzten Geräten, dem Aufwand und den Fangmengen sind den jeweiligen Fahrtberichten zu den Forschungsreisen des Thünen-Institutes zu entnehmen.

Auswirkungen sind durch das eingesetzte Gerät insbesondere auf den Boden / das Sediment und

die dadurch betroffenen Habitate zu erwarten. Dazu werden Fische verschiedener Alters- und Größenklassen entnommen.

Tabelle 3: Parameter für die Betrachtung der Meeresforschung

<b>Häufigkeit der Surveys pro Jahr/ Anzahl Hauls / Dauer pro Haul (Näherungswerte, variieren von Fahrt zu Fahrt)</b>	2 / im Bereich von ca. 40 – 50 (nur GSBTS) / 30 min.
<b>Eingesetztes Fanggerät (Zielarten)</b>	Standardisierte Grundsleppnetzfänge, mit hoch stauendem Scherbrettnetz (Bodenfischgemeinschaften) 2-Meter-Baumkurre (Epibenthos) Van-Veen-Greifer (Infauna)
<b>Fangmenge</b>	Gesamtmenge für alle (beprobten) Boxen (z.T. mit anderen Forschungsaktivitäten) im zweistelligen Tonnen-Bereich

### Naturschutz / Meereslandschaft / Freiraum

Von den Festlegungen zum Naturschutz im Raumordnungsplan gehen voraussichtlich keine erheblichen negativen Umweltauswirkungen aus.

Die Festlegungen tragen dazu bei, dass die Meeresumwelt in der AWZ großflächig als ökologisch intakter Freiraum dauerhaft erhalten und entwickelt wird. Besonderer Bedeutung kommt hierbei der Größe der Festlegungen zu. Das Freihalten der Schutzgebiete von mit dem Naturschutz nicht vereinbaren Nutzungen trägt ebenso großräumig zum Freiraumschutz und zur Sicherung der Meereslandschaft bei.

Die Leitvorstellungen der schonenden und sparsamen Inanspruchnahme der Naturgüter in der AWZ, sowie die Anwendung des Vorsorgeprinzips und des Ökosystemansatzes sollen Beeinträchtigungen des Naturhaushalts vermeiden oder vermindern.

Der Raumordnungsplan trägt damit zur Erreichung der Ziele der MSRL bei. Die Einflussmög-

lichkeit der Raumordnung ist hierbei jedoch eingeschränkt und kann sich nicht auf alle Ziele auswirken.

### Landes- und Bündnisverteidigung

Der ROP-E enthält textliche Festlegungen zur Landes- und Bündnisverteidigung.

### 1.6 Datengrundlagen

Grundlage für die SUP ist eine Beschreibung und Bewertung des Umweltzustands im Untersuchungsraum. Dabei sind alle Schutzgüter mit einzubeziehen. Die Datengrundlage ist Basis für die Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen, die gebiets- und artenschutzrechtliche Prüfung und die Alternativenprüfung.

Nach § 8 Abs. 1 Satz 3 ROG bezieht sich die Umweltprüfung auf das, was nach gegenwärtigem Wissensstand und allgemein anerkannten Prüfmethode sowie nach Inhalt und Detaillierungsgrad des Raumordnungsplans angemessenerweise verlangt werden kann.

Nach § 40 Abs. 4 UVPG können Angaben, die der zuständigen Behörde aus anderen Verfahren oder Tätigkeiten vorliegen, in den Umweltbericht aufgenommen werden, wenn sie für den vorgesehenen Zweck geeignet und hinreichend aktuell sind.

Der Umweltbericht beschreibt und bewertet zum einen derzeitigen Zustand der Umwelt und stellt die voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans dar. Zum anderen werden die durch die Umsetzung des Plans bedingten voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen prognostiziert und bewertet.

Grundlage für die Einschätzung möglicher Auswirkungen ist eine ausführliche Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustandes. Die Beschreibung und Bewertung des derzeitigen Zustandes der Umwelt sowie der voraussichtlichen Entwicklung bei Nichtdurchführung des Planes wird im Hinblick auf die folgenden Schutzgüter vorgenommen werden:

- Fläche/Böden
- Wasser
- Plankton
- Biototypen
- Benthos
- Fische
- Marine Säugetiere
- Avifauna
- Fledermäuse
- Biologische Vielfalt
- Luft
- Klima
- Landschaftsbild
- Kulturgüter und sonstige Sachgüter
- Menschen, insbesondere Gesundheit des Menschen
- Wechselwirkungen zw. Schutzgütern.

### 1.6.1 Übersicht Datengrundlage

Insbesondere durch die umfangreichen Datenerhebungen im Rahmen von Umweltverträglichkeitsstudien sowie das Bau- und Betriebsmonitoring für die Offshore-Windparkvorhaben und die ökologische Begleitforschung hat sich die Daten- und Erkenntnislage in den letzten Jahren deutlich verbessert.

Diese Informationen bilden auch eine wesentliche Grundlage für das planbegleitende Monitoring der Raumordnungspläne 2009 gemäß § 45 Abs. 4 UVPG. Danach sind die Ergebnisse der Überwachung der Öffentlichkeit zugänglich zu machen und bei einer erneuten Aufstellung des Plans zu berücksichtigen. Ergebnisse des planbegleitenden Monitorings der aktuellen Pläne sind im parallel veröffentlichten Statusbericht zur Fortschreibung der Raumordnung in der deutschen AWZ in der Nord- und Ostsee (Kap. 2.5) zusammengefasst.

Verallgemeinernd zusammengefasst werden folgende Datengrundlagen für den Umweltbericht verwendet:

- Daten und Erkenntnisse aus dem Betrieb von Offshore-Windparks
- Daten und Erkenntnisse aus Zulassungsverfahren für Offshore-Windparks, Seekabelsysteme und Rohrleitungen
- Ergebnisse aus der Flächenvoruntersuchung
- Ergebnisse aus dem Monitoring der Natura2000-Gebiete
- Kartieranleitungen für § 30-Biototypen
- MSRL Anfangs- und Fortschrittsbewertung
- Erkenntnisse und Ergebnisse aus F&E-Projekten im Auftrag des BfN und/oder des BSH und aus der ökologischen Begleitforschung
- Ergebnisse aus EU-Kooperationsprojekten, wie Pan Baltic Scope und SEANSE

- Studien/ Fachliteratur
- Aktuelle Rote Listen
- Stellungnahmen der Fachbehörden
- Stellungnahmen der (Fach-)Öffentlichkeit

Eine detaillierte Übersicht der einzelnen Daten- und Erkenntnisgrundlagen wurde in den Anhang des Untersuchungsrahmens aufgenommen.

### 1.6.2 Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen

Nach Nr. 3a Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG sind Hinweise auf Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung der Angaben aufgetreten sind, zum Beispiel technische Lücken oder fehlende Kenntnisse, darzustellen. Stellenweise bestehen noch Kenntnislücken, insbesondere im Hinblick auf die folgenden Punkte:

- Langzeiteffekte aus dem Betrieb von Offshore-Windparks
- Effekte der Schifffahrt auf einzelne Schutzgüter
- Effekte von Forschungsaktivitäten
- Daten zur Beurteilung des Umweltzustands der verschiedenen Schutzgüter für den Bereich der äußeren AWZ.

Grundsätzlich bleiben Prognosen zur Entwicklung der belebten Meeresumwelt nach Durchführung des ROP mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Häufig fehlen Langzeit-Datenreihen oder Analysemethoden, z. B. zur Verschneidung umfangreicher Informationen zu biotischen und abiotischen Faktoren, um komplexe Wechselbeziehungen des marinen Ökosystems besser verstehen zu können.

Insbesondere fehlt eine detaillierte flächendeckende Sediment- und Biotopkartierung außerhalb der Naturschutzgebiete der AWZ. Dadurch fehlt eine wissenschaftliche Grundlage, um die Auswirkungen durch die mögliche Inanspruchnahme von streng geschützten Biotopstrukturen beurteilen zu können. Aktuell wird im Auftrag des

BfN und in Kooperation mit dem BSH, Forschungs- und Hochschuleinrichtungen sowie einem Umweltbüro eine Sediment- und Biotopkartierung mit räumlichem Schwerpunkt in den Naturschutzgebieten durchgeführt.

Zudem fehlen für einige Schutzgüter wissenschaftliche Bewertungskriterien sowohl hinsichtlich der Bewertung ihres Zustands als auch hinsichtlich der Auswirkungen anthropogener Aktivitäten auf die Entwicklung der belebten Meeresumwelt, um kumulative Effekte grundsätzlich zeitlich wie räumlich zu betrachten.

Aktuell werden im Auftrag des BSH verschiedene F&E-Studien zu Bewertungsansätzen, u. a. für Unterwasserschall, erarbeitet. Die Vorhaben dienen der kontinuierlichen Weiterentwicklung einer einheitlichen qualitätsgeprüften Basis an Meeresumweltinformationen zur Bewertung möglicher Auswirkungen von Offshore-Anlagen.

Der Umweltbericht wird auch für die einzelnen Schutzgüter spezifische Informationslücken oder Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen auflisten.

## 1.7 Anwendung des Ökosystemansatzes

Zur Erreichung einer „nachhaltige[n] Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung [...] führt“ (§ 1 Abs. 2 ROG) trägt die Anwendung des Ökosystemansatzes bei. Die Anwendung ist eine Vorgabe nach § 2 Abs. 3 Nr. 6 S. 9 ROG mit dem Ziel der Steuerung des menschlichen Handelns, der nachhaltigen Entwicklung und Unterstützung des nachhaltigen Wachstums (vgl. Art. 5 Abs. 1 MRO-RL in Verbindung mit Art. 1 Abs. 3 der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie).

Erwägungsgrund 14 der MRO-RL spezifiziert, dass die Raumordnung auf einem Ökosystemansatz gemäß MSRL beruhen soll. Ebenso

wird hier – wie auch in Präambel 8 der MSRL – deutlich, dass nachhaltige Entwicklung und Nutzung der Meere mit dem guten Umweltzustand zu vereinbaren sein sollen.

Gemäß Art. 5 Absatz 1 MRO-RL ziehen die Mitgliedstaaten „bei der Ausarbeitung und Umsetzung der maritimen Raumplanung [...] wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte in Erwägung, um die nachhaltige Entwicklung und das nachhaltige Wachstum im Meeresbereich unter Anwendung eines Ökosystem-Ansatzes zu unterstützen und um die Koexistenz einschlägiger Tätigkeiten und Nutzungsarten zu fördern.“

In Art. 1 Abs. 3 MSRL wird konkretisiert, dass „im Rahmen der Meeresstrategien [...] ein Ökosystem-Ansatz für die Steuerung menschlichen Handelns angewandt [wird], der gewährleistet, dass die Gesamtbelastung durch diese Tätigkeiten auf ein Maß beschränkt bleibt, das mit der Erreichung eines guten Umweltzustands vereinbar ist, und dass die Fähigkeit der Meeresökosysteme, auf vom Menschen verursachte Veränderungen zu reagieren, nicht beeinträchtigt wird, und der gleichzeitig die nachhaltige Nutzung von Gütern und Dienstleistungen des Meeres heute und durch die künftigen Generationen ermöglicht.“

Der Ökosystemansatz ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der Meeresumwelt, wobei anerkannt wird, dass der Mensch ein integraler Bestandteil des natürlichen Systems ist. Natürliche Ökosysteme und ihre Dienstleistungen werden mit den Wechselwirkungen resultierend aus ihrer Nutzung betrachtet. Es wird der Ansatz verfolgt, die Ökosysteme innerhalb der „Grenzen ihrer Funktionsfähigkeit“ zu managen, um sie für die Nutzung durch zukünftige Generationen zu sichern. Darüber hinaus ermöglicht das Verständnis der Ökosysteme eine effektive und nachhaltige Nutzung der Ressourcen.

Ein umfassendes Verständnis, der Schutz und die Verbesserung der Meeresumwelt sowie eine effektive und nachhaltige Nutzung der Ressour-

cen innerhalb der Grenzen der Tragfähigkeit sichern die marinen Ökosysteme auch für zukünftige Generationen. Der Ökosystemansatz kann daher – zumindest teilweise – zu einem guten Zustand der Meeresumwelt beitragen.

Basierend auf den sogenannten zwölf Malawi-Prinzipien der Biodiversitätskonvention ist der Ökosystemansatz auch durch die HELCOM-VASAB Arbeitsgruppe zur Maritimen Raumordnung konkretisiert und für die Meeresraumplanung spezifiziert worden (HELCOM/VASAB, 2016). Die dort formulierten Schlüsselemente stellen einen geeigneten Ansatz zur Strukturierung der Anwendung des Ökosystemansatzes im Raumordnungsplan für die deutsche AWZ dar.

Die Verbindung von inhaltlichen und prozessorientierten Schlüsselementen soll ein möglichst umfassendes Gesamtbild fördern:

- Verwendung des aktuellen Wissensstands;
- Vorsorgeprinzip;
- Prüfung von Alternativen;
- Identifizierung von Ökosystemleistungen;
- Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen;
- Verständnis von Zusammenhängen;
- Beteiligung und Kommunikation;
- Subsidiarität und Kohärenz;
- Anpassung.

Die Anwendung des Ökosystemansatzes zielt auf eine ganzheitliche Perspektive, die kontinuierliche Weiterentwicklung des Wissens über die Meere und ihre Nutzung, die Anwendung des Vorsorgeprinzips und ein flexibles, adaptives Management bzw. Planung ab. Eine der größten Herausforderungen ist der Umgang mit Wissenslücken. Das Verständnis der kumulativen Effekte, die durch die Kombination verschiedener Aktivitäten Auswirkungen auf Arten und Lebensräume haben können, ist für eine nachhaltige Nutzung von großer Bedeutung. Wichtig für den Planungsprozess ist die Förderung der



Kommunikations- und Partizipationsprozesse, um eine möglichst breite Wissensbasis aller Stakeholder nutzen zu können sowie eine möglichst große Akzeptanz des Plans zu erreichen.

Die Abbildung 11 zeigt das Verständnis der Anwendung des Ökosystemansatzes. Diese findet

gleichermaßen im Planungsprozess, dem ROP sowie in der Strategischen Umweltprüfung (SUP) statt. Die SUP erweist sich als das zentrale Instrument zur Anwendung des Ökosystemansatzes (Altvater, 2019) und bietet vielseitige Anknüpfungspunkte in den inhaltlichen und prozessorientierten Schlüsselementen (s.u.).

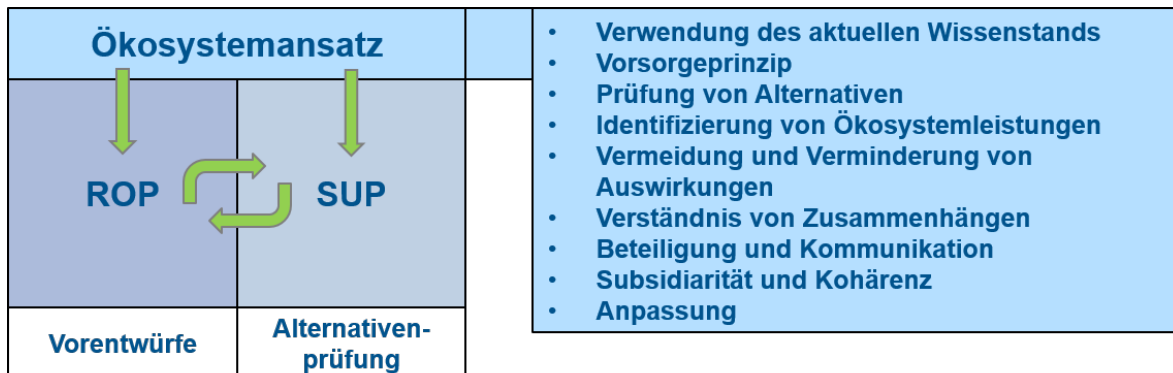


Abbildung 11: Der Ökosystemansatz als strukturierendes Konzept im Planungsprozess, dem ROP und den Strategischen Umweltprüfungen

Der Ökosystemansatz ist als Grundlage des Raumordnungsplans im Leitbild verankert. Zudem ist seine Bedeutung explizit in den folgenden Grundsätzen hervorgehoben:

- Allgemeine Erfordernisse für wirtschaftliche Nutzungen Grundsätze Beste Umweltpraxis (8.1) und Monitoring (8.2)
- Grundsatz Naturschutz Erhaltung der AWZ als Naturraum (5)

Durch die zeichnerischen und textlichen Festlegungen zum Meeresnaturschutz ergibt sich grundsätzlich ein Beitrag zum Schutz und zur Verbesserung des Zustandes der Meeresumwelt (siehe Leitbild ROP). Darüber hinaus fördern die Festlegungen des ROP die Resilienz der Meeresumwelt – gegenüber Auswirkungen aus wirtschaftlichen Nutzungen sowie gegenüber den Veränderungen durch den Klimawandel.

Eine Quantifizierung der Tragfähigkeit des Ökosystems kann mangels Daten und Erkenntnissen nicht abschließend betrachtet werden.

Dies stellt eine Aufgabe für die zukünftige Weiterentwicklung des Ökosystemansatzes dar. Auch wenn eine Quantifizierung derzeit nicht möglich ist, gilt, dass über die SUP und kumulative Betrachtung gewährleistet wird, dass der ROP und enthaltenen Festlegungen zu wirtschaftlichen Nutzungen die Grenzen der Funktionsfähigkeit der Ökosysteme nicht überschreiten.

Die Prüfung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans sind methodisch in Kapitel 4 beschrieben. Der Ökosystemansatz stellt selbst keine Prüfung dar, umfasst jedoch eine Vielzahl an wichtigen Aspekten und Instrumenten zur nachhaltigen Raumentwicklung. Von diesen dient die SUP umfassend zur Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf die Meeresumwelt.

## Anwendung der Schlüsselemente

Der Ökosystemansatz ist aufgrund seiner Vielseitigkeit und der umfassenden Betrachtung der Beziehungen zwischen Meeresumwelt und wirtschaftlichen Nutzungen von hoher Komplexität. Auch die Schlüsselemente wirken sich untereinander aus, was die Vernetzung und ganzheitliche Perspektive unterstreicht. Abbildung 12 zeigt abstrakt die Beziehungen zwischen den Schlüsselementen. Greifbar und anwendbar wird dieser Ansatz durch die Betrachtung auf Ebene der einzelnen Schlüsselemente, hier insbesondere jene der HELCOM/VASAB Richtlinie (2016).

Die Anwendung im Raumordnungsplan für die deutsche AWZ folgt dem Verständnis, dass dieser Ansatz ständig weiterzuentwickeln ist. Bestehende Wissenslücken und der Bedarf an konzeptioneller Verbreiterung ergeben die Notwendigkeit, den Ökosystemansatz als eine dauerhafte Aufgabe der Weiterentwicklung zu betrachten.

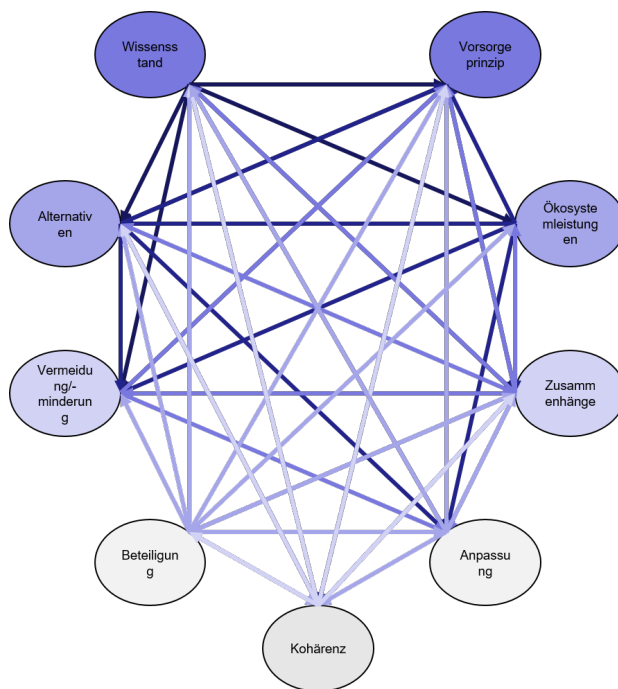


Abbildung 12: Vernetzung zwischen den Schlüsselementen.

## Verwendung des aktuellen Wissensstands

„Die Zuteilung und Entwicklung menschlicher Nutzungen erfolgt auf der Grundlage des neuesten Wissensstandes über die Ökosysteme

als solche und der Praxis des bestmöglichen Schutzes der Bestandteile des Meeresökosystems“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Die Verwendung des aktuellen (fundierte) Wissensstands ist für Planungsprozesse grundsätzlich unerlässlich und Grundlage des Planungsverständnisses der Fortschreibung des Raumordnungsplans. Dieses Schlüsselement wirkt sich somit auch auf die anderen genannten Elemente, wie bspw. das Vorsorgeprinzip, die Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen und das Verständnis von Zusammenhängen, aus.

Im Rahmen des Fortschreibungsprozesses wird die Wissensbasis durch einen frühzeitigen und umfassenden Beteiligungsprozess um das sektorspezifische Fachwissen der Stakeholder ergänzt. Bereits vor der Erarbeitung der Konzeption der Fortschreibung wurden Themenworkshops und Fachgespräche mit verschiedenen Interessensvertretern statt.

Der Wissenschaftliche Begleitkreis (WiBeK) zur Fortschreibung der maritimen Raumordnung in der AWZ in Nord- und Ostsee berät aus wissenschaftlicher Sicht u.a. in Bezug auf inhaltliche Fragen sowie den Ablauf des Verfahrens und den Beteiligungsprozess.

Es werden Ergebnisse aus Projekten und Erkenntnisse zu Vorgehensweisen der Planerstellung der Nachbarstaaten im Rahmen von internationalen Kooperationen für den Prozess der Planerstellung berücksichtigt. Neben der Verbesserung des Wissensstands trägt dies zum Schlüsselement „Subsidiarität und Kohärenz“ bei.

Eigene Forschungen und Entwicklungen, wie Datenbanken und weitere Tools, werden im BSH für eine vielfältige Nutzung entwickelt, validiert und angewendet, z.B. MARLIN und MarineEARS. Diese können mit fundierten Informationen den Planungsprozess und das anschließende Planmonitoring unterstützen und leisten einen wichtigen Beitrag zur stetigen Verbesserung des Wissensstands bei.

Die folgenden Festlegungen des Raumordnungsplans fördern die Verwendung des aktuellen Wissensstands bei den wirtschaftlichen Nutzungen als grundsätzliche Vorgabe:

- Allgemeine Erfordernisse für wirtschaftliche Nutzungen Grundsatz Beste Umweltpraxis (8.1);
- Schifffahrt Grundsatz Schutz der Meeresumwelt (3);
- Windenergie auf See Grundsatz Schutz der Meeresumwelt (6.1);
- Meeresforschung Grundsatz Schutz der Meeresumwelt (5).

Die SUP basiert auf sehr detaillierten und umfassenden Daten zu allen relevanten biologischen und physikalischen Aspekten und Bedingungen der Meeresumwelt, insbesondere aus UVP-Studien und dem Monitoring von Offshore-Windparkprojekten gemäß StUK, wissenschaftlichen Forschungsaktivitäten und aus nationalen und internationalen Überwachungsprogrammen.

### Vorsorgeprinzip

„Eine weitsichtige, vorausschauende und präventive Planung soll die nachhaltige Nutzung in den Meeresgebieten fördern und Risiken und Gefahren menschlicher Aktivitäten für das Meeresökosystem ausschließen. Jene Tätigkeiten, die nach dem derzeitigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erheblichen oder irreversiblen Auswirkungen auf das Meeresökosystem führen können und deren Auswirkungen derzeit insgesamt oder in Teilen möglicherweise nicht ausreichend vorhersehbar sind, erfordern eine besondere sorgfältige Untersuchung und Gewichtung der Risiken“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Das Vorsorgeprinzip hat insbesondere aufgrund der Komplexität mariner Ökosysteme, weitreichender Wirkketten und bestehender Wissenslücken einen hohen Stellenwert in der Raumordnung. Dies ist bereits im Leitbild des ROP hervorgehoben.

Die Festlegungen des Raumordnungsplans verdeutlichen die Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips bei den wirtschaftlichen Nutzungen als grundsätzliche Vorgabe (Grundsatz 5 Naturschutz / Meereslandschaft / Freiraum) sowie bei den folgenden Nutzungen:

- Schifffahrt Ziel Vorranggebiete Schifffahrt (1);
- Allgemeine Erfordernisse für wirtschaftliche Nutzungen Ziel Rückbau (3), Grundsatz Flächensparsamkeit (2) und Beste Umweltpraxis (8.1);
- Leitungen Grundsatz Meeresumwelt (8);
- Fischerei und marine Aquakultur Grundsatz nachhaltige Bewirtschaftung (2);
- Naturschutz Grundsatz Erhaltung der AWZ als Naturraum (5).

In der SUP wird die Erheblichkeit der Auswirkungen der Festlegungen des ROP zu Nutzungen auf die Schutzgüter geprüft (Kap.4).

### Prüfung von Alternativen

„Vernünftige Alternativen sollen entwickelt werden, um Lösungen zur Vermeidung oder Verringerung negativer Auswirkungen auf die Umwelt und andere Bereiche sowie auf die Güter und Dienstleistungen des Ökosystems zu finden“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Der Betrachtung von Alternativen wurde im Fortschreibungsprozess der Raumordnungspläne ein hoher Stellenwert eingeräumt und frühzeitig in die Beiteiligung integriert.

In der Konzeption zur Weiterentwicklung der Raumordnungspläne (BSH, 2020) wurden drei Planungsmöglichkeiten als gesamtträumliche Planalternativen entwickelt, die die Nutzungsansprüche der unterschiedlichen Sektoren aus unterschiedlichen Perspektiven darstellen:

- Planungsmöglichkeit A: Perspektive Traditionelle Nutzungen
- Planungsmöglichkeit B: Perspektive Klimaschutz

- Planungsmöglichkeit C: Perspektive Meeresnaturschutz

Die als Planungsmöglichkeiten dargestellten Alternativen sind integrierte Ansätze die die räumlichen und inhaltlichen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen großräumig berücksichtigen.

Die frühzeitige und umfängliche Betrachtung mehrerer Planungsmöglichkeiten stellt einen wesentlichen Planungs- und Prüfschritt bei der Fortschreibung der Raumordnungspläne dar.

Für die Konzeption erfolgte bereits vor Erstellung dieses Umweltberichts eine vorläufige Einschätzung ausgewählter Umweltaspekte. Die vorläufige Einschätzung ausgewählter Umweltaspekte im Sinne einer frühzeitigen Varianten- und Alternativenprüfung sollte unterstützend den Vergleich der drei Planungsmöglichkeiten aus umweltfachlicher Sicht erlauben.

Die Konzeption und die vorläufige Abschätzung ausgewählter Umweltaspekte wurde konsultiert, so dass das Wissen und die Bewertungen der beteiligten Stakeholder zum Planungsprozess beige-steuert wurden.

Eine Alternativenprüfung findet in der SUP statt (vgl. Kap.9). Der Schwerpunkt liegt auf der konzeptionellen/strategischen Ausgestaltung des Plans, und dabei insbesondere auf räumlichen Alternativen.

### Identifizierung von Ökosystemleistungen

„Um eine sozio-ökonomische Bewertung der Auswirkungen und Potentiale zu gewährleisten, müssen die bereitgestellten Ökosystemleistungen identifiziert werden“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Die Identifizierung von Ökosystemleistungen ist ein wichtiger Schritt für die Weiterentwicklung des Raumordnungsplans und den Ökosystemansatz in der maritimen Raumordnung. Ökosystemleistungen können zu einem umfassenderen Verständnis beitragen und verdeutlichen die vielfältigen Funktionen die Ökosysteme bieten können. Hervorzuheben ist insbe-

sondere die Funktion als natürliche Kohlenstoffsenken und andere Beiträge zu Klimaschutz- und -anpassung. Dieser Bedarf soll in zukünftigen Fortschreibungen des Raumordnungsplans berücksichtigt und die Entwicklung der nötigen Werkzeuge fortgeführt werden.

Mit der Fachanwendung MARLIN (Marine Life Investigator) entwickelt das BSH aktuell ein großflächiges und hochauflösendes Informationsnetzwerk zu meeresökologischen Daten aus den Umweltuntersuchungen im Rahmen von Umweltverträglichkeitsstudien, Flächenvoruntersuchungen und Monitoring von Offshore-Windparkvorhaben. Möglich sind diverse Datenanalysen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen, um die Aufgaben des BSH bedarfsgerecht zu unterstützen. MARLIN kombiniert zudem die integrierten meeresökologischen Daten mit verschiedenen umweltbezogenen Daten und unterstützt so das Verständnis von Auswirkungen und Zusammenhängen der marinen Ökosystemleistungen.

Zukünftig soll MARLIN als validierte Grundlage für Ökosystemmodellierungen dienen, um die Auswirkung kumulativer Effekte besser bewerten zu können. So wird es beispielsweise künftig möglich alle Offshore-Windparkverfahren zu betrachten und großräumige Studien anzulegen. Darauf aufbauend kann damit eine Identifizierung von Ökosystemdienstleistungen möglich sein. Der ganzheitliche Ansatz von MARLIN ermöglicht neue Ansätze für die Analyse und Modellierung ökologischer Muster und Prozesse und schafft eine Plattform für die Entwicklung und Anwendung fortschrittlicher Instrumente für das Management und die Regulierung der Meere.

### Vermeidung und Verminderung von Auswirkungen

„Die Maßnahmen sind vorgesehen, um alle erheblichen negativen Auswirkungen [der Implementierung des Plans] auf die Umwelt zu verhindern, zu verringern und so vollständig wie möglich auszugleichen“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Das Leitbild des ROP definiert den Beitrag zum Schutz und zur Verbesserung des Zustandes der Meeresumwelt auch durch die Festlegungen zur Vermeidung oder Verminderung von Störungen und Verschmutzungen durch Nutzungen.

Die Festlegungen des Raumordnungsplans verdeutlichen diese Berücksichtigung mit Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von negativen Auswirkungen bei einzelnen Nutzungen:

- Schifffahrt Grundsatz Schutz der Meeresumwelt (3);
- Allgemeine Erfordernisse für wirtschaftliche Nutzungen Grundsatz Beste Umweltpraxis (8.1);
- Windenergie auf See Grundsatz Schutz der Meeresumwelt (6.1);
- Leitungen Grundsätze Vermeidungen von Kreuzungen (5) und Meeresumwelt (8);
- Rohstoffgewinnung Grundsatz Seetaucher (3);
- Naturschutz Grundsatz Vorbehaltsgebiet Seetauche (2) und Vorbehaltsgebiet Schweinswal (3).

In der SUP werden Maßnahmen zur Vermeidung, Verminderung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen der Umsetzung des Raumordnungsplans umfassend in Kap. 8 dargestellt.

### **Verständnis von Zusammenhängen**

„Es ist notwendig, verschiedene Auswirkungen auf das Ökosystem zu berücksichtigen, die durch menschliche Aktivitäten und Wechselwirkungen zwischen menschlichen Aktivitäten und dem Ökosystem sowie zwischen verschiedenen menschlichen Aktivitäten verursacht werden. Dazu gehören direkte/indirekte, kumulative, kurz-/langfristige, permanente/zeitweilige und positive/negative Auswirkungen sowie Wechselbeziehungen einschließlich der Wechselwirkungen zwischen Meer und Land“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Das Verständnis von Zusammenhängen und Wechselbeziehungen ist von hoher Bedeutung für die Aufgaben der Raumordnung und den Planungsprozess. Das Leitbild des ROP hebt in diesem Sinne die ganzheitliche Betrachtung hervor und schließt die Berücksichtigung von Land-Meer-Beziehungen mit ein.

In der Strategischen Umweltprüfung wird dies in den Kapiteln 4.8 Wechselwirkungen und 4.9 Kumulative Betrachtung aufgegriffen und geprüft.

Zur technischen Unterstützung entwickelt das BSH aktuell die Fachanwendung MARLIN (Marine Life Investigator) als großflächiges und hochauflösendes Informationsnetzwerk zu meeresökologischen Daten aus den Umweltuntersuchungen im Rahmen von Umweltverträglichkeitsstudien, Flächenvoruntersuchungen und Monitoring von Offshore-Windparkvorhaben. Möglich sind diverse Datenanalysen auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen, um die Aufgaben des BSH bedarfsgerecht zu unterstützen. MARLIN kombiniert zudem die integrierten meeresökologischen Daten mit verschiedenen umweltbezogenen Daten. Der ganzheitliche Ansatz von MARLIN ermöglicht neue Richtungen für die Analyse und Modellierung ökologischer Muster und Prozesse und schafft eine Plattform für die Entwicklung und Anwendung fortschrittlicher Instrumente für das Management und die Regulierung der Meere. Damit wird das Verständnis von Auswirkungen und Zusammenhängen unterstützt.

Weitere Erfahrungen z.B. zur kumulativen Betrachtung wurden in europäischen Kooperationsprojekten (Pan Baltic Scope, SEANSE) gewonnen und fließen in die konzeptionelle Weiterentwicklung genauso ein wie Erkenntnisse aus dem Beteiligungsprozess.

Eine Übersicht der Projektergebnisse findet sich auf den jeweiligen Seiten:

- <http://www.panbalticscope.eu/results/reports/>
- <https://northseaportal.eu/downloads/>

## **Beteiligung und Kommunikation**

„Alle relevanten Behörden und Interessengruppen sowie eine breitere Öffentlichkeit sollen frühzeitig in den Planungsprozess einbezogen werden. Die Ergebnisse sind zu kommunizieren.“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Dieses Schlüsselement zeigt beispielhaft die die Vernetzung und Beziehungen der Schlüsselemente auf. Der Erkenntnisgewinn kann zu allen weiteren Schlüsselementen beitragen.

Im Rahmen des Fortschreibungsprozesses sind Beteiligung und Kommunikation von Beginn an intensiv durchgeführt worden. Die frühzeitige und umfassende Beteiligung trägt daher deutlich zu einer Erweiterung der Wissensbasis durch das sektorspezifische Fachwissen der Stakeholder und eingegangene Bewertungen bei.

Basis hier für bildete die Entwicklung eines Beteiligungs- wie auch Kommunikationskonzeptes. Im Verlauf der Fortschreibung wurden themenspezifische Workshops und Fachgespräche mit Vertretern auf sektoraler Ebene durchgeführt. Am 18. und 19.03.2020 wurde im Beteiligungstermin (Scoping) die Konzeption und der Entwurf des Untersuchungsrahmens konsultiert.

Zwischenergebnisse und Informationen zu Stakeholder Terminen werden auf dem Blog „Offshore aktuell“ des BSH kommuniziert (wp.bsh.de).

Eine zusätzliche Unterstützung des Prozesses findet durch den Wissenschaftlichen Begleitkreis (WiBeK) statt. Der WiBeK zur Fortschreibung der maritimen Raumordnung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone in Nord- und Ostsee berät seit 2018 aus wissenschaftlicher Sicht u.a. in Bezug auf inhaltliche Fragen sowie den Ablauf des Verfahrens und den Beteiligungsprozess.

## **Subsidiarität und Kohärenz**

„Die maritime Raumplanung mit einem ökosystemorientierten Ansatz als übergeordnetem

Prinzip wird auf der am besten geeigneten Ebene durchgeführt und bemüht sich um Kohärenz zwischen den verschiedenen Ebenen“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Die Raumordnung strebt durch die Abstimmung mit den Küstenländern und den Partnern aus Nachbarstaaten nach der Erstellung von kohärenten Plänen in Nord- und Ostsee. Langjähriger bilateraler Austausch, die Mitwirkung in der Arbeitsgruppe von HELCOM und VASAB zur maritimen Raumordnung sowie die Zusammenarbeit in internationalen Projekten zur maritimen Raumordnung tragen hierzu bei.

Projektergebnisse und Erkenntnisse zu Vorgehensweisen der Planerstellung der Nachbarstaaten im Rahmen von internationalen Kooperationen werden für den Prozess der Planerstellung berücksichtigt. Einen weiteren Beitrag stellen die internationalen Konsultationsverfahren dar.

Im Leitbild des ROP ist diese Zusammenarbeit als Beitrag zu einer kohärenten internationalen Meeresraumplanung und abgestimmten Planung mit den Küstenländern festgehalten.

Auf der Ebene der Festlegungen heben die Grundsätze 3 und 4 für Leitungen diesen sektoralen Abstimmungsbedarf zur Planung grenzübergreifender linearer Strukturen hervor.

Im Rahmen der SUP werden die grenzüberschreitende Auswirkungen für die angrenzenden Gebiete der Nachbarstaaten betrachtet (Kap.4.10).

## **Anpassung**

„Die nachhaltige Nutzung des Ökosystems sollte in einem iterativen Prozess erfolgen, der die Überwachung, Überprüfung und Bewertung sowohl des Prozesses als auch des Ergebnisses umfasst“ (HELCOM/VASAB, 2016).

Monitoring und Evaluierung im Rahmen der Raumordnung für die deutsche AWZ finden auf verschiedenen Ebenen statt.

Zunächst soll der Plan und seine Umsetzung evaluiert werden. Hierfür wird ein Monitoring- und Evaluierungskonzept entwickelt.

Zudem sind im Rahmen der SUP die geplanten Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Umwelt in Kap.10 aufgeführt.

Auswirkungen wirtschaftlicher Nutzungen auf die Meeresumwelt sollen auf Vorhabenebene mittels eines Effekt-Monitorings untersucht und ausgewertet werden. Dies legt der Grundsatz 8.2 der allgemeinen Erfordernisse für wirtschaftliche Nutzungen im ROP fest.

**Zusammenfassung**

In Summe und darüber hinaus zeigen die Schlüsselemente und ihre Implementierung im Planungsprozess, dem ROP sowie der SUP wie der Ökosystemansatz als Gesamtkonzept die ganzheitliche Perspektive der Raumordnung unterstützt und dadurch einen Beitrag zum Schutz und zur Verbesserung des Zustandes der Meeresumwelt leistet.

**1.8 Berücksichtigung des Klimawandels**

Der anthropogene Klimawandel als eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen ist von besonderer Bedeutung für Veränderungen in den Meeren sowie ihrer Nutzung. Die Abbildung 13 stellt die Zusammenhänge zwischen dem Klimawandel, dem Ökosystem Meer, Nutzungen und der maritimen Raumordnung, auch als Instrument zur Erreichung der Ziele für die nachhaltige Entwicklung dar.

In sich verändernden Meeren ist die Berücksichtigung und Integration von Klimaauswirkungen in die MRO von großer Bedeutung, um dem vorsorgenden und zukunftsorientierten Charakter der MRO gerecht zu werden und langfristig tragfähige Pläne zu entwickeln.

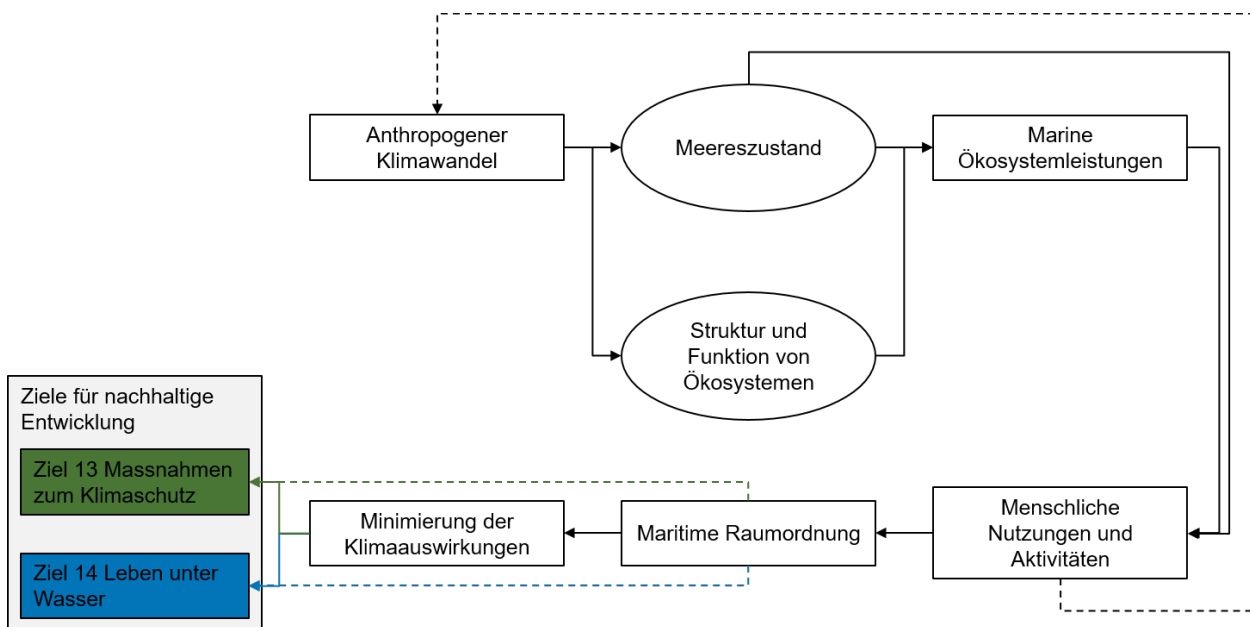


Abbildung 13: Darstellung der Zusammenhänge des Klimawandels, mariner Ökosysteme und der maritimen Raumordnung, nach (Frazão Santos, 2020)

Durch den Klimawandel werden sich die physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen in Nord- und Ostsee verändern. Dies wird zwangsläufig Auswirkungen auf die marinen Ökosysteme, ihre Struktur und Funktionen haben, wodurch sich auch die Ökosystemleistungen ändern können. Die

Veränderungen können auch direkt Einfluss auf die Nutzungen haben, bspw. für die Schifffahrt, erneuerbare Energie oder den Rohstoffabbau (Frazão Santos, 2020).

Die folgende Tabelle zeigt Projektionen zu einigen relevanten Parametern.

Tabelle 4: Klimaprojektionen zu ausgewählten Parametern <sup>1</sup> (UBA, in Vorbereitung), <sup>2</sup> (IPCC, 2019), <sup>3</sup> (Schade N, in Vorbereitung)

	Nordsee	Ostsee
Zunahme der mittleren Meeresoberflächentemperatur für 2031-2060 (im 50. Perzentil des RCP8.5-Szenarios ggü. 1971-2000) <sup>1</sup>	1 – 1,5 °C	1,5 – 2 °C
Zunahme der mittleren Meeresoberflächentemperatur für 2071-2100 (im 50. Perzentil des RCP8.5-Szenarios ggü. 1971-2000) <sup>1</sup>	2,5 – 3 °C	2,5 – 3,5 °C
Anstieg des globalen Meeresspiegels 2100 (RCP8.5-Szenario ggü. 1986-2005) <sup>2</sup>	61 – 110cm	61 – 110cm
Zunahme extremer Windgeschwindigkeiten (RCP8.5-Szenario ggü. 1971-2000) <sup>3</sup>	0 – 0,5 m/s	Keine mehrheitlich signifikanten Anstiege

Als Beitrag zum Klimaschutz sind vordergründig die Festlegungen zu Windenergie auf See zu nennen. Unter der Annahme der Fortschreibung des aktuellen CO<sub>2</sub>-Vermeidungsfaktors von Strom aus Windenergie auf See (UBA, 2019) auf das Jahr 2040 ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzial von durchschnittlich jährlich 62,9 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr für

den Zeitraum zwischen 2020 und 2040. Zum Vergleich: Die jährlichen Emissionen aus Kraftwerken der Energiewirtschaft lagen im Jahr 2016 bei 294,5 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr (BMU, 2019). Tabelle 5 stellt das Vermeidungspotenzial für die Jahre 2020, 2040 sowie den jährlichen Durchschnitt für den gesamten Zeitraum dar.

Tabelle 5: Berechnung des CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzials der Festlegungen zu Windenergie auf See.

	installierte Leistung	Volllaststunden	jährl. Stromproduktion	CO <sub>2</sub> -Vermeidungsfaktor	CO <sub>2</sub> -Vermeidung
	GW	h/a	GWh/a	g CO <sub>2</sub> äq/kWh	Mt CO <sub>2</sub> äq/a
2020	7,2	3800	27360	701	19,2
2040	40	3800	152000	701	106,6
durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Vermeidung pro Jahr					62,9



Des Weiteren trägt das Freihalten der Vorranggebiete des Naturschutzes und das Potenzial der Ökosysteme als natürliche Kohlenstoffsinken zum Klimaschutz bei. Die Festlegungen der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Naturschutz können zudem als Beitrag zur Stärkung der Resilienz der Ökosysteme dienen und unterstützen damit das Vorsorgeprinzip.

Das Leitbild zeigt auf, dass der Einsatz klimafreundlicher Technologien im Meer die Energiesicherheit und das Erreichen nationaler und internationaler Klimaziele unterstützt.

Die Erarbeitung von Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen gegenüber dem Klimawandel sowie Anpassungsmaßnahmen in den relevanten Sektoren sollte an die Raumordnung kommuniziert werden. Die ganzheitliche Perspektive der Raumordnung kann dazu beitragen die Verträglichkeit von Maßnahmen mit anderen Nutzungen und dem Meeresnaturschutz abzustimmen und Konflikte zu vermeiden.

Zur Förderung könnte ein Dialog gestartet werden, dass eine gemeinsame Diskussion in einem Forum der Raumordnung mit den Stakeholdern aus den Sektoren stattfindet.

Zur umfassenden Inklusion des Klimawandels in die MRO ist eine Stärkung der institutionellen, inklusive der internationalen Zusammenarbeit in Nord- und Ostsee, nötig. Insbesondere über Projekte bietet sich die Möglichkeit mit den Nachbarländern kohärente Herangehensweisen zu entwickeln oder bspw. gemeinsame Datenpools zu nutzen.

Ein Schwerpunkt sollte die konzeptionelle Weiterentwicklung zu marinen Ökosystemleistungen und v.a. dem Potenzial natürlicher Kohlenstoffsinken bilden.

## 2 Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands

Nach § 8 ROG i.V.m. Anlage 1 und 2 zu § 8 ROG enthält der Umweltbericht eine Darstellung der Merkmale der Umwelt und des derzeitigen Umweltzustands im Untersuchungsraum der SUP. Die Beschreibung des gegenwärtigen Umweltzustandes ist erforderlich, um dessen Veränderung bei Umsetzung des Plans prognostizieren zu können. Gegenstand der Bestandsaufnahme sind die in 8 Abs. 1 ROG aufgezählten Schutzgüter sowie Wechselwirkungen zwischen diesen. Die Darstellung erfolgt problemorientiert. Schwerpunkte werden also bei möglichen Vorbelastungen, besonders schützenswerten Umweltbestandteilen und bei denjenigen Schutzgütern gesetzt, auf die sich die Umsetzung des Plans stärker auswirken wird. In räumlicher Hinsicht orientiert sich die Beschreibung der Umwelt an den jeweiligen Umweltauswirkungen des Plans. Diese haben abhängig von der Art der Einwirkung und dem betroffenen Schutzgut eine unterschiedliche Ausdehnung und können über die Grenzen des Planwerks hinausgehen.

### 2.1 Boden/Fläche

#### 2.1.1 Schutzgut Fläche

Die Schutzgüter Boden und Fläche gemeinsam betrachtet. Wo es sinnvoll bzw. erforderlich ist, wird näher auf das Schutzgut Fläche eingegangen.

#### 2.1.2 Datenlage

Eine der wichtigsten Grundlagen für die Beschreibung der Oberflächensedimente in der AWZ der deutschen Ostsee ist die Karte zur Sedimentverteilung in der westlichen Ostsee (BSH/IOW, 2012). Sie beruht im Wesentlichen auf punktuellen Datenerhebungen, die in die Fläche interpoliert wurden. Um genauere Informati-

onen insbesondere über die Lage und Verbreitung von Grobsand- und Feinkiesflächen sowie Restsedimenten (inkl. Kiesen, Steinen und Blöcken) zu erhalten, wird seit einigen Jahren sukzessive eine flächendeckende Sedimentkartierung mittels hydroakustischer Verfahren durchgeführt. Die daraus resultierenden detaillierten Karten und Abbildungen zur Form und Ausdehnung von Bodenstrukturen sowie zu kleinräumigen Struktur- und Sedimentwechseln an der Meeresbodenoberfläche ist aufgrund der punktuellen Datengrundlage für die Karte zur Sedimentverteilung des BSH/IOW (BSH / IOW, 2012) nicht gegeben. Insbesondere die Verbreitung von groben Sedimenten (Kiese und steiniges Restsediment) ist nach bisherigen Erkenntnissen größer als in der Karte des BSH/IOW (BSH / IOW, 2012) dargestellt. Ähnliches gilt für die Verbreitung von Steinen und Blöcken.

Diese Sedimentverteilungskarten liegen zurzeit noch nicht für die gesamte AWZ der Ostsee vor. Für das Schutzgebiete Fehmarn Belt liegen sämtliche Ergebnisse vor und das Schutzgebiet Kadetrinne ist weitestgehend abgeschlossen. Die Ergebnisse der Erkundungen zur Arkonasee und zum Schutzgebiet Pommersche Bucht - Rönnebank liegen noch nicht flächendeckend vor. Weitere Informationen stammen aus Daten und Berichten der Baugrunderkundungen der Verfahren und eigenen Untersuchungen des BSH.

Die Beschreibungen zum Aufbau des oberflächennahen Untergrundes basieren im Wesentlichen auf Bohrungen, Drucksondierungen und Berichten der Baugrunderkundungen, der Literatur sowie eigenen Untersuchungen und Auswertungen des BSH.

Die Daten und Informationen, die zur Beschreibung der Schadstoffverteilung im Sediment, Schwebstoffe und Trübung sowie Nähr- und Schadstoffverteilung herangezogen wurden, werden während der jährlichen Überwachungsfahrten des BSH in Zusammenarbeit mit dem IOW erhoben.

### 2.1.3 Geomorphologie und Sedimentologie

Die Ostsee ist ein Nebenmeer des Atlantiks und über den Großen und Kleinen Belt sowie den Øresund mit der Nordsee verbunden. Das betrachtete Plangebiet ist die AWZ der deutschen Ostsee.

Die spät- und nacheiszeitliche Entwicklung der Ostsee ist an den weltweiten Meeresspiegelanstieg und die Landhebung als Folge der Entlastung der Erdkruste gekoppelt und lässt sich in vier große Stadien untergliedern:

- Baltischer Eisstausee (bis 10.200 Jahre vor heute),
- Yoldia-Meer (10.200 – 9.300 Jahre vor heute),
- Ancylus-See (9.300 – 8.000 Jahren vor heute) und
- Litorina-Meer (8.000 Jahre – heute).

Das Bodenrelief zeichnet sich durch eine charakteristische Becken- und Schwellenstruktur

aus. Die nachfolgende Abbildung 14 zur Bathymetrie in der deutschen Ostsee veranschaulicht diese Abfolge von Becken und Schwellen und dient als Grundlage für die Gliederung der geomorphologischen und sedimentologischen Beschreibung des vorliegenden Umweltberichtes.

Ausgehend von der Becken- und Schwellengliederung der Ostsee wurden anhand geologischer, geomorphologischer und ozeanographischer Kriterien acht Teilgebiete abgegrenzt:

- Kieler Bucht
- Fehmarn Belt
- Mecklenburger Bucht
- Darßler Schwelle
- Arkona-Becken
- Kriegers Flak
- Adlergrund
- Oderbank.

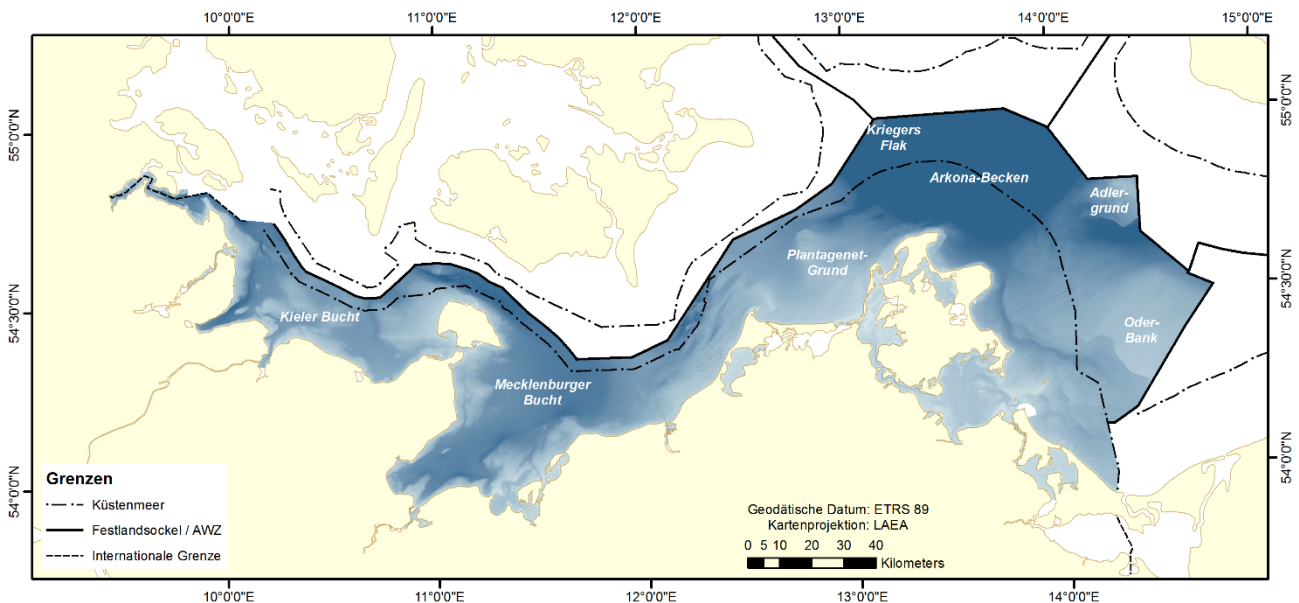


Abbildung 14: Darstellung des Meeresbodenreliefs (Bathymetrie, BSH/IOW, 2012) in der deutschen Ostsee. Die Kieler Bucht und die Mecklenburger Bucht bilden zusammen die Beltsee. Die dunkelblauen Bereiche kennzeichnen die Becken (z.B. Mecklenburger Bucht oder Arkona Becken), die flacheren Bereiche haben entsprechend hellere Blautöne (z.B. Plantagenet Grund, Adlergrund oder Oderbank).

#### Kieler Bucht

Die Kieler Bucht bildet den westlichen Teil der Beltsee. Sie liegt in der westlichen Ostsee am

Südausgang des Kleinen und des Großen Belt. Die östliche Begrenzung bilden der Fehmarn-Belt und Fehmarn-Sund. Die Kieler Bucht ist

eine typische Fördenküste, deren schmale, tief-  
eingeschnittene Buchten durch die erosive Tä-  
tigkeit des Weichsel-Gletschers geformt wurden.

Die Wassertiefen liegen zwischen 5 m auf dem  
Stoller Grund und über 35 m in der Vinds Grav-  
Rinne bei Fehmarn. Die durchschnittlichen Was-  
sertiefen betragen zwischen 15 m und 20 m.  
Mehrere Untiefen sind Reste einer ehemaligen  
Landoberfläche, die heute als „ertrunkene“ End-  
moränenreste vom umgebenden Meeresboden  
herausragen. Im nördlichen Teil der Kieler Bucht  
befindet sich ein etwa West-Ost verlaufendes  
Rinnensystem bestehend aus der Vejsnæs-  
Rinne südlich der dänischen Insel Ærø, die über  
mehrere kleinere Rinnen ihre östliche Fortset-  
zung im Vinds Grav am Westausgang des  
Fehmarn-Belts hat. Die maximalen Wassertiefen

liegen bei über 30 m in der Vejsnæs-Rinne bzw.  
bis 42 m im Vinds Grav.

Die Abbildung 15 zeigt die Sedimentverteilung  
auf dem Meeresboden in der Kieler Bucht. Rest-  
sedimentvorkommen (Grobsand, Kiese und  
auch Steinvorkommen) sind im Wesentlichen  
auf einem schmalen Bereich entlang weiter Teile  
der schleswig-holsteinischen Küste, auf Untiefen  
in der Kieler Bucht und westlich von Fehmarn  
anzutreffen. Schlickvorkommen (meist Schluffe,  
aber auch Tone) treten vor allem in den tieferen  
Bereichen der westlichen Kieler Bucht (Eckern-  
förder Bucht, Flensburger Förde und die tieferen  
Bereiche der AWZ) anzutreffen. Im mittleren Teil  
der Kieler Bucht dominieren Fein und Mittel-  
sande, die in der Senke westlich von Fehmarn in  
schluffige Sande und Schluffe übergehen.

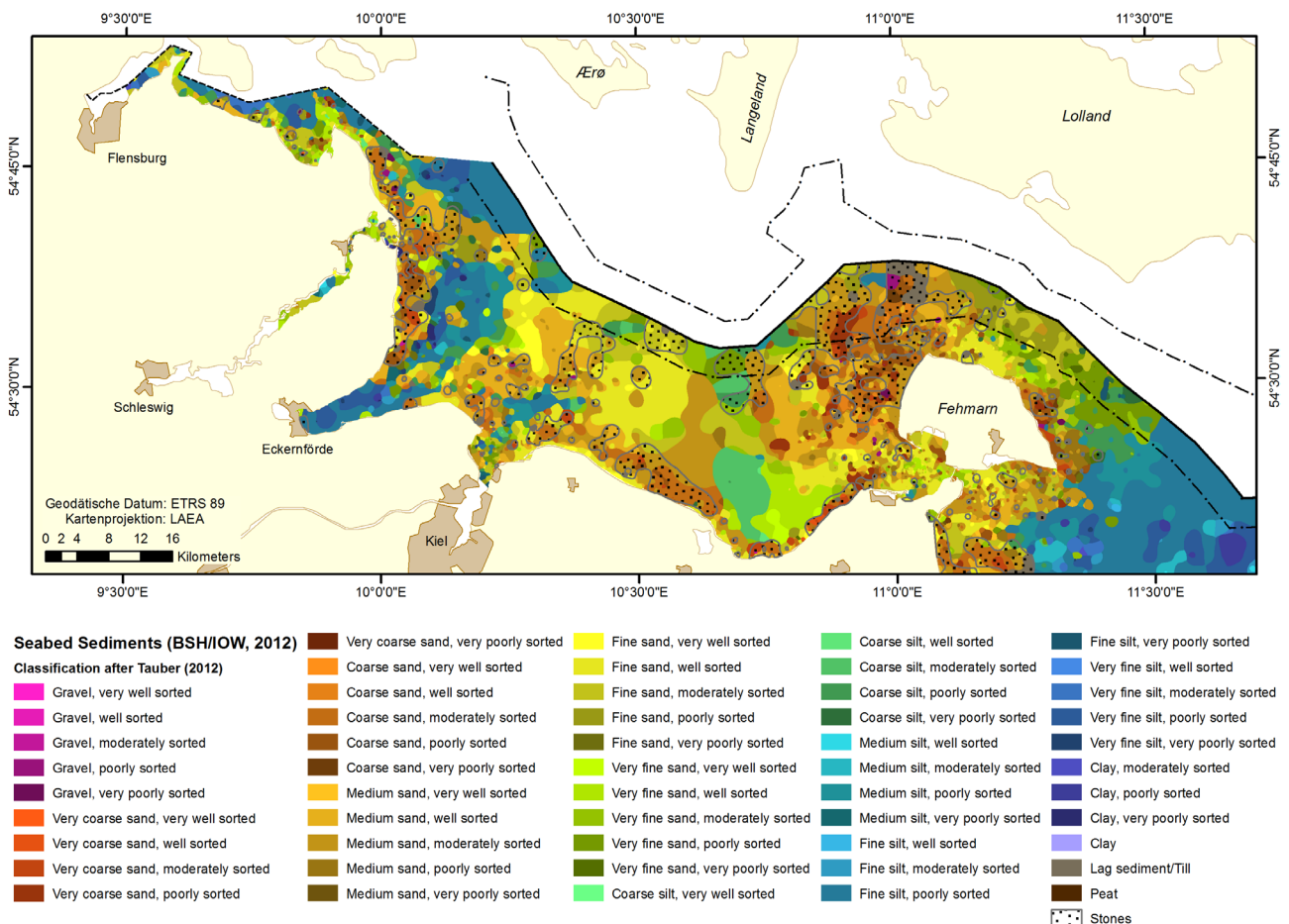


Abbildung 15: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Kieler Bucht (BSH / IOW, 2012).

Für den geologischen Aufbau des oberen Meeresbodens ist von Bedeutung, dass die Kieler Bucht erst im Zuge der Litorina-Transgression vor etwa 8.000 Jahren von der Ostsee überflutet wurde. Nach ATZLER (Atzler, 1995) besteht die holozäne Sedimentauflage neben der bereits beschriebenen Sedimentverteilung aus spätglazialen Sanden und Bändertonen. Während die Sande ausschließlich im Außenbereich der Kieler Förde vorkommen, wurden die Bändertone in alten Rinnensystemen, die über die gesamte Kieler Bucht verteilt sind, abgelagert. Die holozänen Sedimente liegen auf einem weichselzeitlichen, 4 bis 5 m mächtigen Geschiebemergel, der aus einer jüngeren und älteren Einheit besteht und in der Kossauer Rinne (westlich von Fehmarn) eine maximale Mächtigkeit von 70 m erreicht. Lokal sind im Geschiebemergel, der zahlreiche Steine und Findlinge führen kann, weichselzeitliche Schmelzwassersande eingeschaltet.

In weiten Teilen der Kieler Bucht folgen unter den weichselzeitlichen Ablagerungen ein saalezeitlicher Geschiebemergel und Schmelzwassersande, die wiederum in der Regel auf älteren eiszeitlichen oder tertiären Tonen und Sanden liegen. In diesem Seegebiet kommen mehrere große, pleistozäne Rinnensysteme vor, die heute zwar weitgehend verfüllt, aber teilweise noch als leichte Depressionen im Meeresboden erhalten sind und mit der rezenten Schlickverteilung korrelieren.

#### Fehmarn Belt

Der 18 bis 24 km breite Fehmarn Belt nimmt eine zentrale Stellung für den Wasseraustausch der Belte mit den östlich angrenzenden Ostsee-Becken ein. Der Austausch zwischen Nordsee- und Ostseewasser erfolgt überwiegend über das System Großer Belt – Fehmarn Belt.

Die durchschnittlichen Wassertiefen in dieser Meerenge liegen zwischen 15 m und 25 m. Am Westeingang ragt die ehemalige Eisrandlage des Öjets bis 10 m Wassertiefe auf und verengt den Querschnitt des Fehmarn-Belts in einer

Weise, dass die hohen Strömungsgeschwindigkeiten den beim Überlauf des Anclyus-Sees entstandenen Vinds Grav weiter bis auf 42 m Tiefe ausgeräumt haben.

Als Folge der hydrodynamischen Verhältnisse im westlichen Bereich des Fehmarn Belt haben sich mehrere Mega- bzw. Riesenrippelfelder im westlichen Fehmarn-Belt. In Abbildung 16 sind diese Mega- und Riesenrippelfelder als längliche, von SW nach NO verlaufende, sandige Strukturen zu erkennen, die auf Grobsedimenten bis Restsedimenten lagern. Die Riesenrippel treten in 11 bis 18 m Wassertiefe auf und bestehen vorwiegend aus Mittelsand. Sie haben Kammhöhen bis 2 m und Wellenabstände von 60 bis 70 m. Kleinere Formen mit Abständen von 25 m finden sich in Wassertiefen von 24 m.

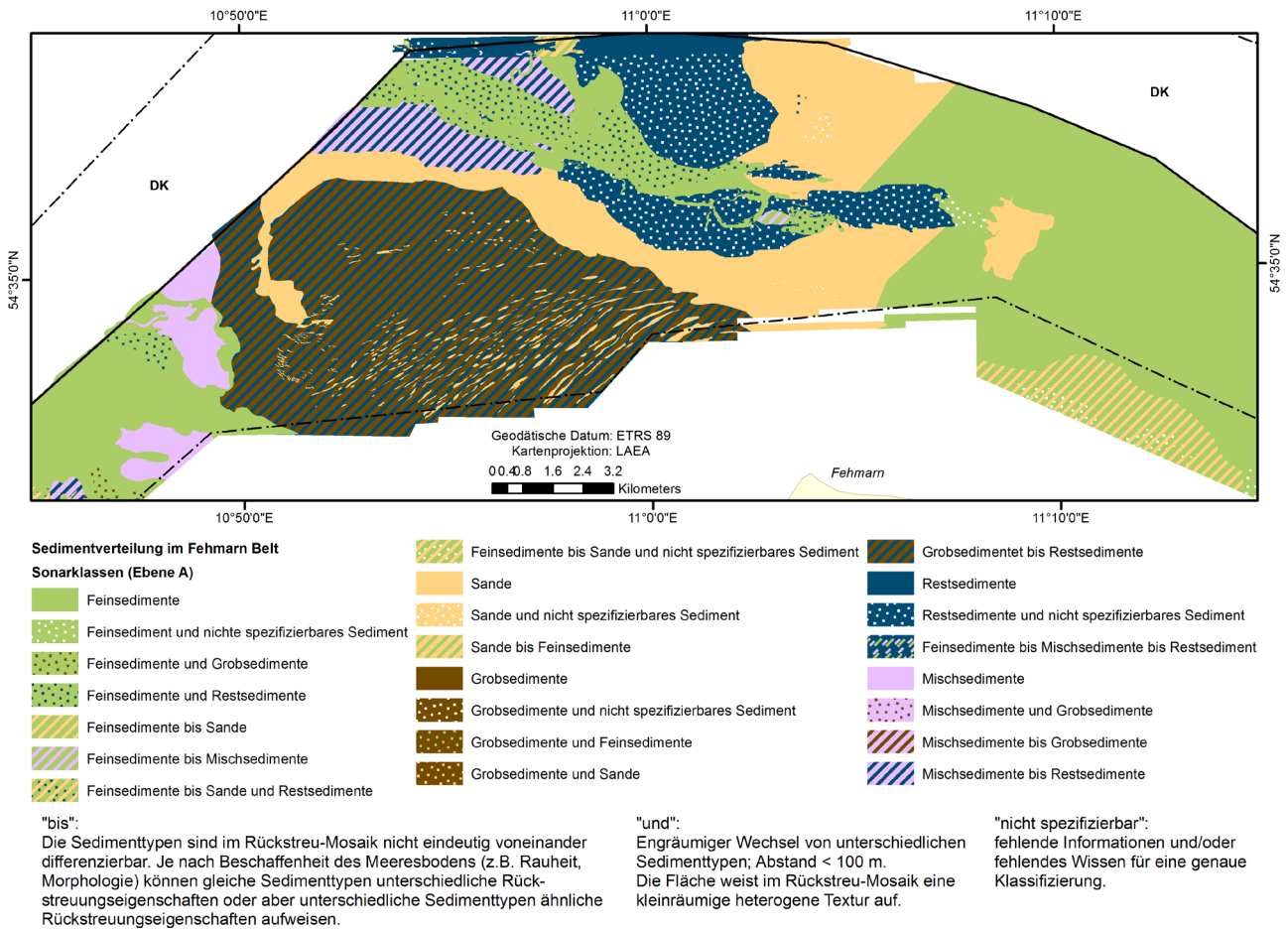


Abbildung 16: Sedimentverteilung auf der Meeresboden im westlichen Teil des des Fehmarn Belts. Grundlage der Sedimentverteilungskarte bilden Seitensichtsonar-Aufzeichnungen. Die Sedimentklassifizierung der Ebene A erfolgt nach dem vereinfachten ternären System für klastische Sedimenttypen nach Folk (1954). Quelle: Projekt „Sedimentkartierung AWZ“; Höft, D., Feldens, A., Tauber, F., Schwarzer, K., Valerius, J., Thiesen, M., Mulckau, A. (in prep.): Map of sediment distribution in the German EEZ (1:10.000), Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie; Papenmeier, S., Valerius, J., Thiesen, M., Mulckau, A. (in prep.): Map of sediment distribution in the German EEZ (1:10.000). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.

Die Riesenrippel liegen auf einer durchgehenden Lage aus Restsedimenten, die vor allem aus Steinen in unterschiedlicher Dichte bestehen (Abbildung 17).

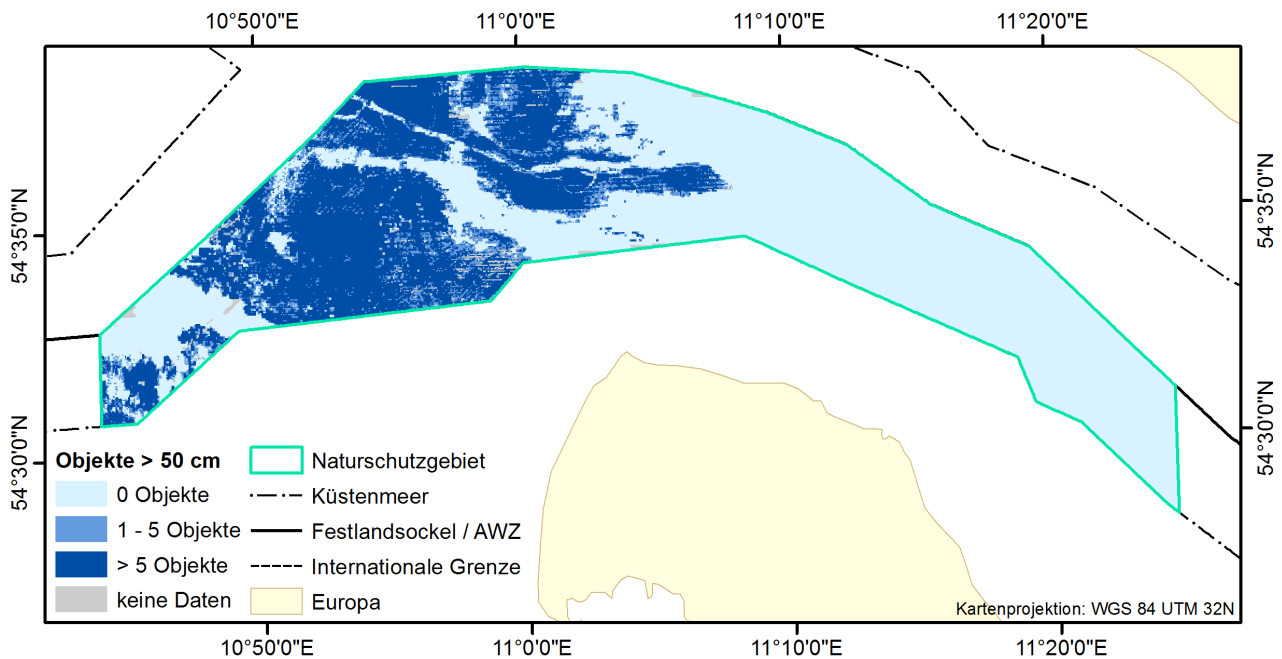


Abbildung 17: Darstellung der Belegungsdichte von Objekten (Steine bzw. Blöcke ab einer Größe von etwa 50 cm) im Bereich des Naturschutzgebietes Fehmarn Belt. Grundlage der Darstellung ist das 100x100 m EU-Grid, das in 50x50 m große Grid-Zellen geteilt wurde. Dargestellt ist die Anzahl der Objekte je 50x50 Grid-Zelle. Quelle: Projekt „Sedimentkartierung AWZ“; Höft, D., Richter, P., Valerius, J., Schwarzer, K. Meier, F., Thiesen, M., Mulckau, A. (in prep.): Map of boulder distribution in the German EEZ, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.

Vereinzelt kann auch Geschiebemergel am Meeresboden anstehen. Die Geschiebemergeloberfläche taucht im östlichen Fehmarn-Belt nach Osten ab und Restsedimente bzw. Mittelsande gehen in Fein- und Feinstsande sowie Schluffe über, die in Richtung Mecklenburger Bucht zunehmend von Schlickern überlagert werden.

Abbildung 18 zeigt einen geologischen Profilschnitt durch den Fehmarn Belt zwischen Putgarden und Rødby Havn. Über tertiären Tonen und kreidezeitlichen Kalken liegt ein 6 bis 57 m mächtiger Geschiebemergel, der wiederum von

bis zu 9 m mächtigen Beckentonen des zentralen Fehmarn Belts überlagert wird. In den Flachwasserbereichen am Rand der Rinne kommen überwiegend sandige und schluffige Gytjen und Torfe vor, deren stufenförmiger Versatz mit tiefsitzenden Störungen in den tertiären Tonen und pleistozänen Geschiebemergeln in Verbindung gebracht wird. Die störungsbedingte Setzung und Ablagerung dieser Sedimenteinheit hat wahrscheinlich gleichzeitig stattgefunden, so dass die tektonischen Bewegungen die spät- und postglaziale Sedimentation beeinflusst haben.

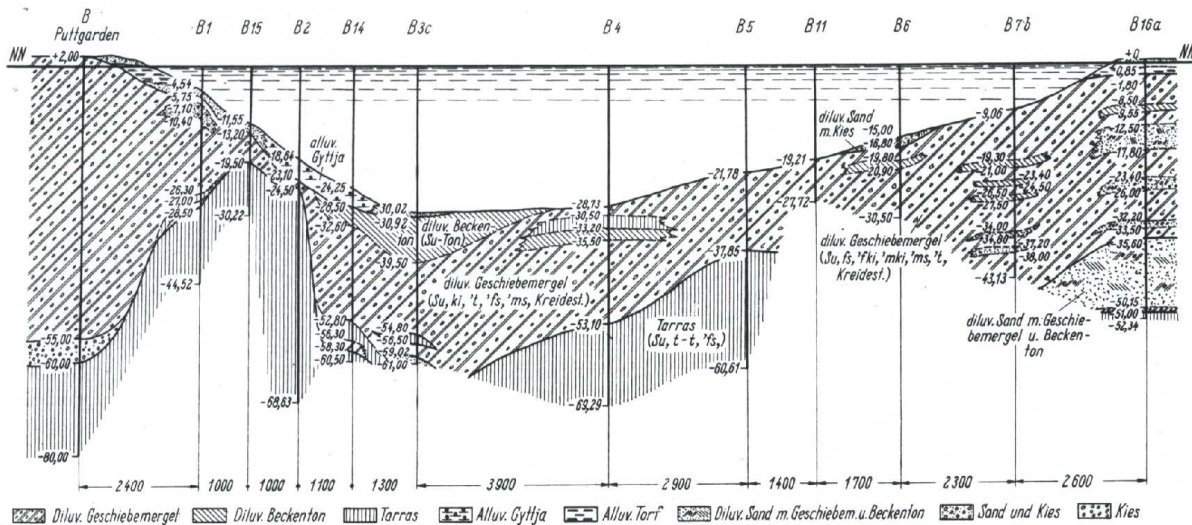


Abbildung 18: Geologischer Profilschnitt durch den Fehmarn-Belt zwischen Puttgarden und Rødby-Havn (RUCK, 1969)

### Mecklenburger Bucht

Östlich an den Fehmarn Belt schließt sich die Mecklenburger Bucht an, die nach KOLP (1976) etwa entlang der 20 m-Tiefenlinie zur Darßer Schwelle und zum Fehmarn Belt abgegrenzt wird. Die Mecklenburger Bucht ist im Mittel etwas tiefer als die Kieler Bucht, jedoch deutlich flacher als das Arkona-Becken. Die maximale Wassertiefe liegt bei etwa 28 m. Im Unterschied zur Kieler Bucht fehlen in der Mecklenburger Bucht und im Arkona-Becken die ausgeprägten Rinnenstrukturen im heutigen Meeresboden-Relief.

Die Verteilung der Oberflächensedimente zeigt deutlich den Beckencharakter der Mecklenburger Bucht (Abbildung 19). Im Zentrum der Bucht liegt unterhalb der 20 m-Tiefenlinie das Schlick-

gebiet. Der Schlick besteht im Wesentlichen auch meist schlecht sortierten feinen und mittleren Schluffen. Im Allgemeinen nimmt die Mächtigkeit des Schlicks zum Beckenzentrum hin auf Werte zwischen 5 bis 10 m zu.

Zum Beckenrand hin, oberhalb der 20 m-Tiefenlinie, geht der Schlick in Fein- und Mittelsande über, stellenweise auch in Grobsande sowie Restsedimente. Größere Vorkommen von Grobsanden, Kies und Restsedimenten (Steine, Blöcke) treten in den Flachwasserzonen südlich von Fehmarn und im südöstlichen Bereich der Mecklenburger Bucht (nordwestlich der Insel Poel, Abbildung 19) auf. Im Nordosten der Mecklenburger Bucht gehen die Sedimente in Richtung Darßer Schwelle in schlickige Fein- und Feinstsande über.



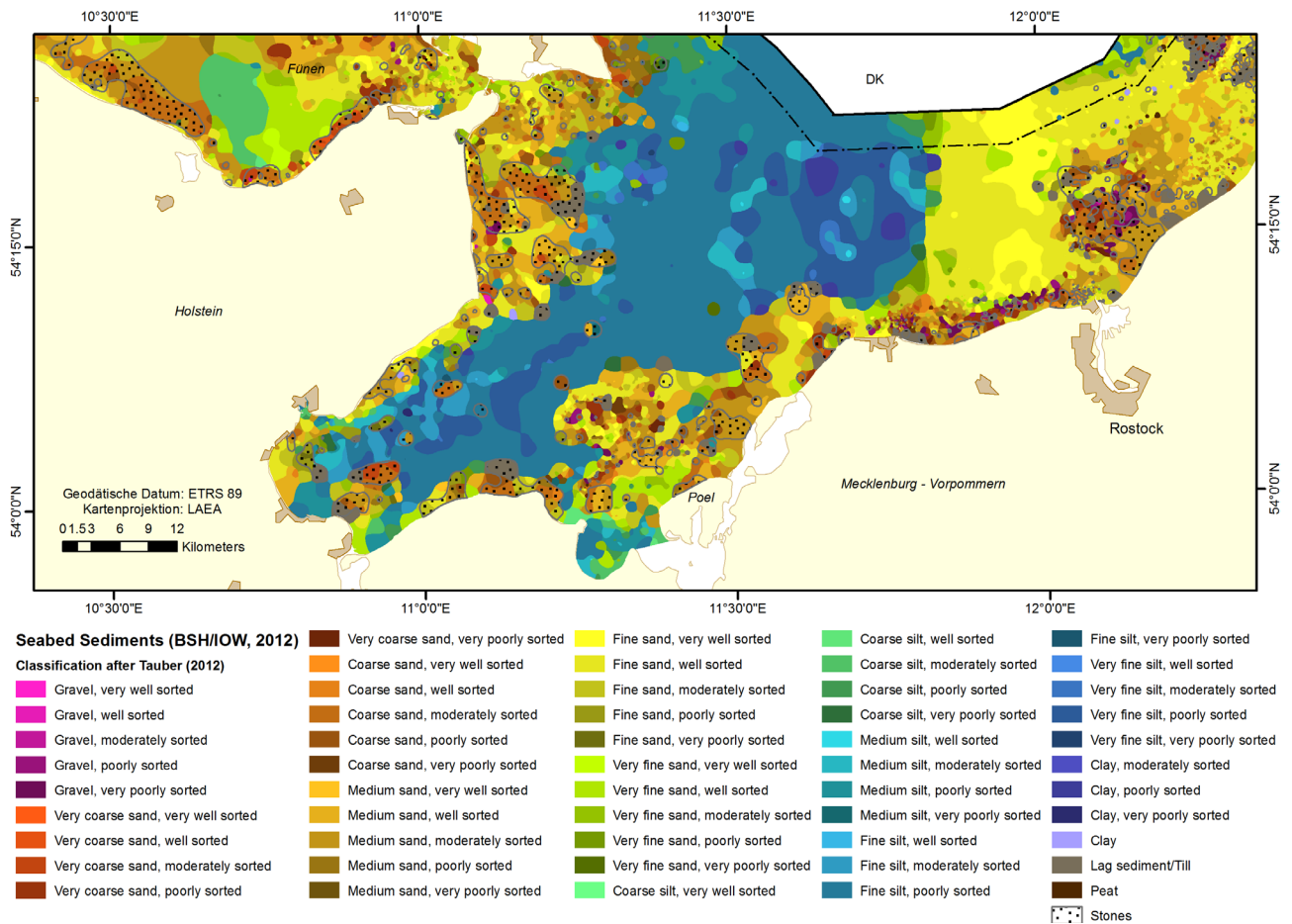


Abbildung 19: Sedimentverteilung im Bereich der Mecklenburger Bucht (BSH/IOW, 2012). Die Randbereiche der Schlicke (blaue Farben im Zentrum des Beckens) zeichnen recht gut die 20 m-Tiefenlinie nach. Die AWZ im Bereich der Mecklenburger Bucht liegt vollständig im nördlichen Teil des Schlickgebietes.

Die Quartärbasis der Mecklenburger Bucht besteht wahrscheinlich aus tertiären Sedimenten und liegt in Tiefen zwischen 50 bis 120 m unter NN. Darüber folgt der Geschiebemergel, der ähnlich wie in der Kieler Bucht oder im Arkona-Becken in zwei Einheiten untergliedert werden kann. Der untere Geschiebemergel hat vermutlich eine Mächtigkeit zwischen 20 bis 120 m. Der obere Geschiebemergel ist dagegen geringmächtiger; die Werte bewegen sich im Meter-Bereich. Er hat eine graue bis graubraune Farbe und führt zahlreiche Schreibkreide- und Flintgeschiebe. In den tiefsten Teilen der Mecklenburger Bucht und des Fehmarn Belts liegen Sedimente aus der Zeit des frühen Baltischen Eisstaussees (W2), die weitgehend der Morphologie des Geschiebemergels folgen. In Wassertiefen über 20 m kommen spätglaziale Sedimente

aus der Phase des späten Baltischen Eisstaussees (W3) vor. Sie bestehen aus geschichteten Tonen, die zum Beckenrand in Feinsande übergehen. In den tieferen Bereichen folgen auch sie der Morphologie der darunterliegenden Schichten, außerhalb dieser spätglazialen Becken sind sie horizontal gelagert. Die frühholozänen Süßwasserbildungen der W4-Einheit sind in der zentralen Mecklenburger Bucht 1 bis 2 m mächtig und lithologisch außerordentlich vielfältig: neben grauen Mittel- bis Grobsanden und grauen tonigen Schluffen finden sich Torfgyttjen und Torfe sowie stark kalkhaltige Gytjen und Seekreide. In diesen Sedimenten, deren Oberfläche teilweise erodiert wurde, treten häufig Pflanzenreste auf. Die jüngsten Ablagerungen stellen die litorinazeitlichen und jüngeren marinen Sedi-

mente (W5) dar. Sie gleichen das Relief des Untergrunds aus und sind im Allgemeinen bis 7 m mächtig, lokal können auch Mächtigkeiten über 10 m erreicht werden. Zum Beckenrand keilt die Einheit aus und geht in geringmächtige Sande über. Die Basis des Schlicks bildet ein Transgressionskontakt, der häufig nur über verschiedene Molluskenarten zu erkennen ist.

**Darßer Schwelle**

Die Darßer Schwelle bezeichnet das Seegebiet zwischen der Halbinsel Fischland – Darß und den dänischen Inseln Falster und Møn. Aus ozeanographischer Sicht wird sie zu beiden Seiten

an der 20 m-Tiefenlinie begrenzt (KOLP, 1976). Sie stellt eine Hochlage mit einer durchschnittlichen Wassertiefe von 17 m dar, welche die tiefer gelegenen Schlickakkumulationsgebiete der Mecklenburger Bucht und des Arkona-Beckens voneinander trennt. Im geologischen Sinn wird die Darßer Schwelle enger gefasst und zwar als ein etwa 12 km breiter Streifen zwischen Fischland-Darß und Falster, der von zwei submarinen Moränenzügen umschlossen wird (Darßer Schwelle i.e.S.) und östlich in die Falster-Rügen-Platte übergeht (KOLP, 1965).

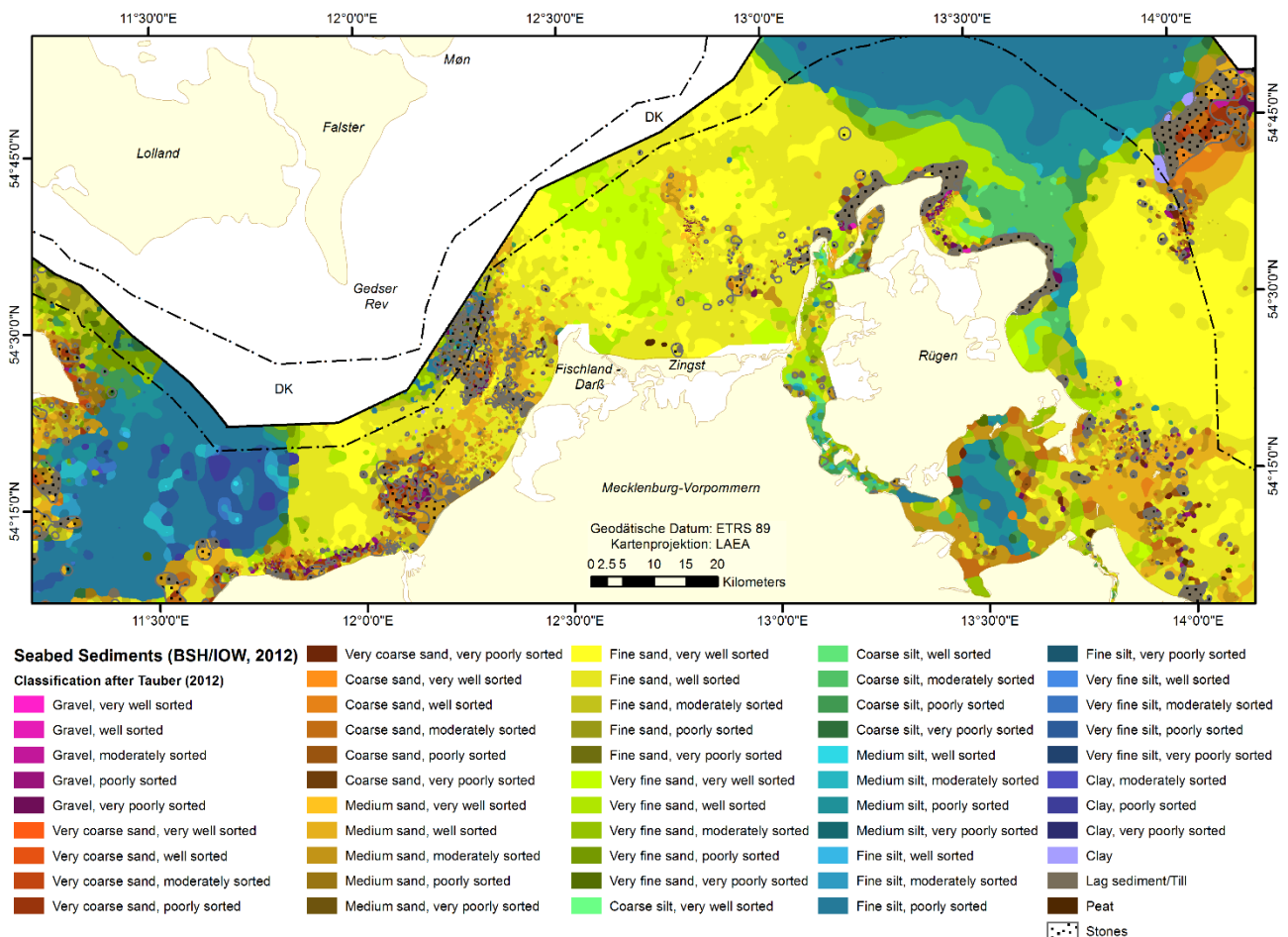


Abbildung 20: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Darßer Schwelle zwischen der Mecklenburger Bucht im Westen und dem Arkona-Becken im Osten. Die Darßer Schwelle i.e.S. ist geprägt durch einen submarinen Geschiebemergel-Rücken, der vom Steilufer zwischen Wustrow und Ahrenshoop in nordwestlicher Richtung bis zum Gedser Rev (Falster, DK) verläuft.

Die Darßer Schwelle i.e.S. und die Falster-Rügen-Platte weisen große morphologische Unterschiede auf. Das Relief der Darßer Schwelle i.e.S. ist durch markante, kleinräumige Änderungen der morphologischen Formen gekennzeichnet. Prägendes Element ist ein submariner Geländerücken aus Geschiebemergel, der vom Steilufer zwischen Wustrow und Ahrenshoop in nordwestlicher Richtung bis zum Gedser Rev verläuft (Abbildung 20). In diesen Rücken ist das Furchensystem der Kadetrinne bis 32 m tief eingeschnitten. Südöstlich der eigentlichen Kadetrinne verläuft parallel die V-förmige, langgestreckte Grenztal-Rinne mit einer maximalen Wassertiefe von 22 m. Die Wassertiefen liegen überwiegend zwischen 10 und 20 m, wobei besonders an den Flanken räumlich eng abgrenzbare, 2 bis 3 m hohe Aufragungen des Meeresbodens beobachtet werden. Die starken Bodenströmungen haben in den tiefsten Teilen der Kadetrinne, die bei genauerer Betrachtung aus drei Rinnen besteht, in Abhängigkeit zur Bodenbeschaffenheit ein stark variierendes, kleinräumiges Relief herausgearbeitet. In unregelmäßiger Folge wechseln hier Geschiebemergelrippen von 1 bis 2 m Höhe mit ebenen Feinsand- und Schlickflächen. Im gesamten Verlauf der Kadetrinne kommen Mischsedimente vor. Die Kadetrinne unterliegt einer aperiodischen Schlicksedimentation, wobei eine Unterbrechung oder Ausräumung dann erfolgt, wenn die Sprungschicht zwischen salzreichem Tiefenwasser und salzärmerem Oberflächenwasser bei starken Ein- und vermutlich auch Ausstromlagen unwirksam wird. Die höchsten und steilsten Aufragungen werden im zentralen Teil der Kadetrinne beobachtet. Die Rinnen haben eine unregelmäßig verlaufende Talsohle und zeichnen sich stellenweise durch sehr steile Böschungen aus. In den Rinnen werden Riesen- bzw. Megarippel mit Kammabständen von etwa 400 m beobachtet (SHD, 1987; DIESING und SCHWARZER, 2003). Vergleichbare Formen mit Kammhöhen bis 5 m finden sich auf der Darßer Schwelle (LEMKE et al., 1994). Die morphologischen

Strukturen deuten auf ausgeprägte sedimentdynamische Prozesse, ähnlich denen im Fehmarn-Belt oder in den dänischen Belten.

Die Darßer Schwelle i.e.S. besteht aus einer Geschiebemergel-Hochlage, auf deren Rücken und insbesondere an den Flanken der Rinnen eine unterschiedlich dichte Stein- und Blockbedeckung auftritt. Die Sohle und Flanken der Grenztal-Rinne sind dagegen frei von Restsedimenten. Hier lagern über 10 m mächtige Sande über dem Geschiebemergel. Ein lang gestreckter Sandrücken in 14 bis 15 m Wassertiefe trennt die Grenztal-Rinne vom Rinnensystem der Kadetrinne (TAUBER und LEMKE, 1995).

Das Gedser Rev (Insel Falster, DK) ist der submarine Südausläufer der Insel Falster und stellt die geologisch-morphologische Fortsetzung der breiten Geschiebemergel-Hochlage auf dänischer Seite dar. Charakteristisch ist eine deutliche Zweiteilung im Hinblick auf seine Morphologie und Sedimentverteilung. Der Südwest-Hang hat eine unregelmäßige, dicht mit Steinen und Blöcken bedeckte Geschiebemergel-Oberfläche mit lokalen Aufragungen. In Verlängerung des Südwest-Hanges findet sich auf dem Gedser Rev in Tiefen von 8 bis 10 m eine 50 bis 60 cm starke Kiesauflage, die über einen längeren Zeitraum hinweg einer Gewinnung für Bauzwecke unterlag (KOLP, 1966).

Die östlich an die Darßer Schwelle angrenzende Falster-Rügen-Platte ist wesentlich reliefärmer und mit Ausnahme des bis in weniger als 8 m Wassertiefe aufragenden Plantagenet-Grundes sowie einer nördlich davon gelegenen Rinnenstruktur in Richtung Arkona-Becken kaum morphologisch strukturiert. Sie ist überwiegend von kalkhaltigem Feinsand mit humosen Partikeln und winzigen Pflanzenresten sowie Torflagen bedeckt. Die Mächtigkeiten der Sande liegen zwischen 10 m bis 50 m. Sie nivellieren das spätglaziale Relief weitgehend ein (TAUBER et al., 1999).

Die Basis besteht aus drei Geschiebemergel-Horizonten, die vermutlich elster-, saale- und weichselzeitlichen Alters sind. Der elsterzeitliche Geschiebemergel (Einheit 1a) ist im Bereich der Kadetrinne erfasst, jedoch nicht direkt am Meeresboden aufgeschlossen. Er ist von bräunlich-grauer bis grünlicher Farbe und hat eine hohe Festigkeit. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 2 und 26 m. Der saalezeitliche Geschiebemergel (Einheit 1b) ist fest, grau und führt zahlreiche Schreibkreide-Geschiebe. Er kommt fast flächenhaft im Bereich der Darßer Schwelle i.e.S. vor. Seine Mächtigkeit bewegt sich zwischen wenigen Dezimetern im Bereich tiefer Rinnen und bis zu 26 m. In den tieferen Abschnitten der Kadetrinne steht der mittlere Geschiebemergel unter einer geringmächtigen Auflage aus Schlick oder Restsedimenten an. Der weichselzeitliche Geschiebemergel (Einheit 1c) ist in den Seismogrammen auf der Darßer Schwelle i.e.S. deutlich zu verfolgen. Auf der Falster-Rügen-Platte wird nur die Oberkante des Geschiebemergels erfasst, ohne dass eine sichere zeitliche Zuordnung möglich ist. Westlich einer Linie Darßer Ort – Møn taucht seine Oberfläche ins Arkona-Becken ab. Die Mächtigkeit des weichselzeitlichen Geschiebemergels schwankt zwischen 1,6 m und 16,9 m. Er ist grau bis bräunlich grau, hat eine plastische bis sehr feste Konsistenz und zeichnet sich durch zahlreiches Kreide-Geschiebe aus. Seine Oberfläche wird am Meeresboden von unsortierten, groben Restsedimenten bestehend aus Steinen und Blöcken bis über 1 m Durchmesser bedeckt. Auskolkungen um die Steine und Blöcke weisen auf die intensive Wirkung der starken Strömungsverhältnisse hin.

Bei den Einheiten 2 und 3 handelt es sich um sandige bis schluffige Sedimente, die als Schmelzwasser-Ablagerungen der bis zu 50 m unter NN eingeschnittenen Rinnen im Geschiebemergel abgelagert wurden. Ihre Mächtigkeit erreicht bis zu 15 m. Pflanzenreste belegen das relativ hohe Alter der Feinsande, die unter einer 30 cm starken Sandauflage vorkommen und aus

dem Yoldia-Stadium (etwa 10.200 - 9.300 Jahre vor heute) der Ostsee stammen. In den Feinsanden finden sich stellenweise mehrere Meter mächtige Tone, die in spätglazialen Staubecken zum akkumuliert sind. Die Verbreitung der Einheit 3 ist im wesentlichen auf den Westrand des Arkona-Beckens, die Grenztal- und Vierendehtlinne beschränkt. Es handelt sich dabei überwiegend um gut bis mäßig sortierte olivgraue Feinsande mit hohem Kalkgehalt, die zum Arkona-Becken in die feinkörnige Fazies der spätglazialen Tone übergehen. Die Sedimente der Einheit 4 zeichnen sich durch eine große lithologische Vielfalt aus. Auf der Falster-Rügen-Platte kommen sie hauptsächlich in flachen Rinnen- und Beckenstrukturen gebunden vor. Im Bereich der Darßer Schwelle i.e.S. sind sie durch Torfe, Torf- und Kalkgyttjen und zwischengeschaltete Feinsande vertreten. Einheit 5 umfasst die post-ancyluszeitlichen Sedimente (Meeressande, nach ab etwa 8.000 Jahre vor heute), die im Bereich der Darßer Schwelle selten mehr als 2 m Mächtigkeit aufweisen. Größere Mächtigkeiten finden sich am Gedser Rev und östlich von Falster. Auf der Falster-Rügen-Platte sind sie eher lückenhaft verbreitet und nur lokal in verfüllten Rinnen mehr als 3 m mächtig.

Die Quartärbasis liegt bei etwa 90 m unter NN (Normalnull) und wird von jurazeitlichen Sedimentgesteinen gebildet (LEMKE, 1998). Sie steigt von Fischland nach Nordosten an, wo kreidezeitliche Gesteine die Unterlage bilden. In der Prerower Störungszone liegt die Basis des Quartärs bei 30 m unter NN und fällt am Westrand des Arkona-Beckens auf etwa 70 m unter NN ab.

#### Arkona-Becken

Das Teilgebiet „Arkona-Becken“ wird zur Falster-Rügen-Platte von der 40 m-Tiefenlinie begrenzt. Im Westen ragt die Erhebung des Kriegers Flak ins Becken hinein. Im Nordosten hat das Arkona-Becken über den Bornholmsgat Verbindung zum Bornholm-Becken; im Osten grenzt

es an die Untiefe der Rønne-Bank mit dem Adlergrund als seinem südwestlichen Ausläufer. Das Arkona-Becken zeichnet sich durch eine einheitliche Beckenstruktur aus. Die maximale Wassertiefe liegt bei über 50 m.

Die Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Arkona-Becken (Abbildung 21) besteht tonigen, feinen und mittleren, schlecht sortierten

Schluffen (Schlick) von meist sehr weicher bis breiiger Konsistenz. Der Schlick ist von grauolivener Färbung und führt in der Regel wenig Schill (Schalenreste); stellenweise werden bioturbate Strukturen beschrieben. Zu den Beckenrändern hin werden die Schlicksedimente sandiger.

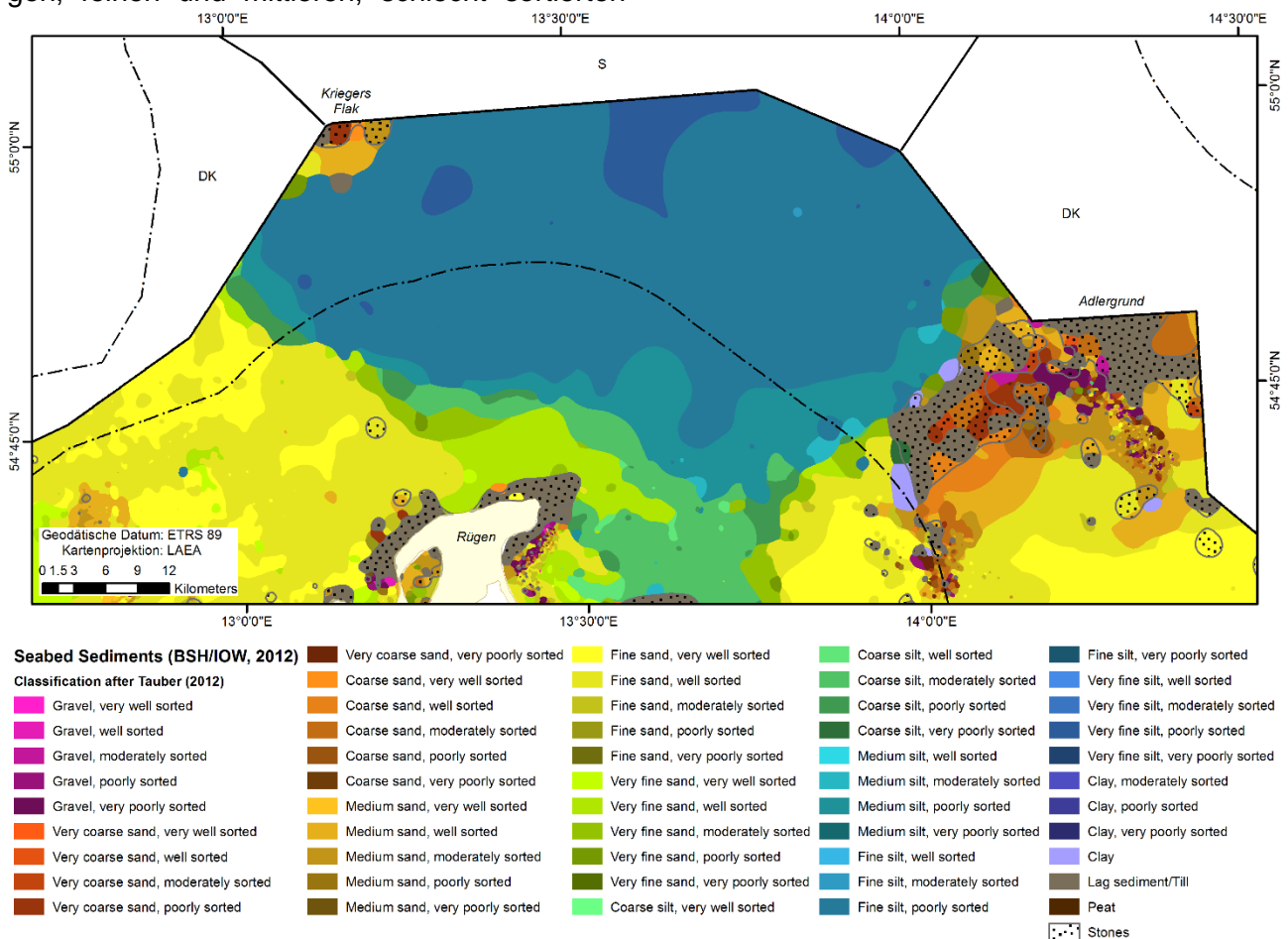


Abbildung 21: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich des Arkona-Beckens (BSH/IOW, 2012.) Der Meeresboden besteht im Wesentlichen aus tonigen, feinen bis mittleren, schlecht sortierten Schluffen von weicher bis breiiger Konsistenz.

Etwa 25 km nordöstlich des Kap Arkona wurde im Rahmen des Projektes „Sedimentkartierung AWZ“ ein kleiner Bereich mit Restsedimenten im Arkona-Becken auskartiert.

Aufgrund des hohen Gasgehalts der Schllicksedimente sind weite Bereiche des Ar-

kona-Beckens mit reflexionsseismischen Verfahren nicht oder nur eingeschränkt kartierbar, trotzdem kann anhand von lokal vorliegenden Ergebnissen aus sog. „seismischen Fenstern“ der geologische Aufbau des Untergrunds rekonstruiert werden.

Im Arkona-Becken lässt sich die unterste Einheit in zwei Geschiebemergel-Horizonte (E1b und E1c) unterteilen, die beide vermutlich weichselzeitlichen Alters sind. Die Obergrenze des unteren Geschiebemergelhorizonts lässt sich über weite Bereiche des Arkona-Beckens verfolgen. Die größte Tiefenlage mit 78 m unter NN tritt nordnordöstlich von Kap Arkona auf. Der untere Geschiebemergel hat eine graue Farbe und besteht meist aus tonigem, teils feinsandigem Material von hoher Festigkeit. Er führt zahlreiche kleine Geschiebe, deren Zusammensetzung von Schreibkreide- und Flintgeschiebe dominiert wird. Der untere Geschiebemergel erreicht eine Mächtigkeit bis 35 m. Der obere Geschiebemergel (E1c) zeichnet in weiten Teilen das Relief des Unteren Geschiebemergels (E1b) nach. Er hat Mächtigkeiten, die kaum mehr als 12 m betragen, ist teils lückenhaft verbreitet und keilt zum Beckenrand hin aus.

Darüber folgen die spätglazialen „rosa“ Tone der Einheiten E2 und E3. Ihre Unterscheidung ist in den Seismogrammen nur im Bereich des Beckenrandes wie z.B. im Seegebiet zwischen der Tromper Wiek und dem Adlergrund möglich. Sie finden sich im gesamten südlichen Arkona-Becken und bestehen aus geschichteten rötlich bis rötlichbraunen Warventonen (E2) sowie einem homogenen, stark schluffigen, rötlichen Ton (E3), die in Bereichen mit tiefliegendem Geschiebemergel bis 16 m mächtig werden können. Sie zeichnen die Oberfläche des Geschiebemergels nach. Die Einheit E4 besteht aus grauen, postglazialen schluffigen Tonen, Schluffen und humosen Sedimenten des Yoldia- und Ancyclus-Stadiums, die am Süd- und Westrand des Arkona-Beckens vorkommen. Charakteristisches Merkmal der grauen Schluffe sind die dunkelgrauen bis schwarzen Lagen, Linsen und Schmitzen. Ihre Oberfläche folgt generell dem Relief der rötlich bis rötlichbraunen Tone. Sie erreichen Mächtigkeiten bis 5 m. Die Einheit E5 besteht im zentralen Teil aus Schlick, der zum Beckenrand hin in sandige Schlicke bzw. schli-

ckige Sande übergeht. Meist liegt die Mächtigkeit bei 2 bis 4 m, wobei in Abhängigkeit vom Relief bis 10 m Mächtigkeit möglich sein können, was vor allem im Zentrum des südlichen Teilbeckens der Fall ist. Die Schlicksedimentation hat zu einer weitgehenden Nivellierung des Reliefs geführt. Der Schlick hat eine oliv- bis dunkelgraue Farbe und ist weichplastisch. Häufig führt er Schlieren, Linsen und schmale Lamellen, die aus geringfügig hellerem, grobschluffigem bis feinsandigem Material bestehen und auf Bioturbation zurückzuführen sind. Die Oberfläche des Schlicks ist von einer wenige Millimeter mächtigen, bräunlichen, flockigen Schicht (fluffy layer) bedeckt. Unmittelbar darunter liegt in der Regel eine mehrere Dezimeter mächtige, dunkelgraue bis schwarze Schicht, die sich durch einen intensiven Schwefelwasserstoff-Geruch auszeichnet. Mit zunehmender Sedimenttiefe geht diese Schicht in den normalen olivgrauen Schlick über, der zunehmend fester wird und häufig Molluskenbruchstücke und angelöste Molluskengehäuse beinhaltet.

#### Kriegers Flak

Im Westen des Arkonabeckens ragen die Ausläufer der Untiefe Kriegers Flak in den Bereich der deutschen AWZ hinein. Hier bewegen sich die Wassertiefen zwischen 21 m im Bereich der Untiefe und 40 m in Richtung Arkonabecken. Im Gegensatz zum Arkona-Becken weist die Untiefe Kriegers Flak (s.a. Abbildung 21) eine stark strukturierte Morphologie auf und verfügt über eine sehr heterogene lithologische Zusammensetzung der Oberflächensedimente, die den typischen Schwellencharakter aufweisen und in engem Zusammenhang mit der geologischen Entstehung und postglazialen Überprägung steht. In den höher gelegenen Bereichen der Untiefe Kriegers Flak besteht die Meeresbodenoberfläche im Wesentlichen aus Restsedimenten, Geschiebemergel, Kiesen und Mittel- bis Grobsanden. Vor allem im nördlichen Teil der Untiefe Kriegers Flak sind zudem zahlreiche Steine und Blöcke anzutreffen, die z.T. wallar-

tige Strukturen bilden. In Richtung Arkona-Becken gehen die Grobsande in Mittel- und Feinsande über und mit zunehmender Tiefe in Schluffe und Tone.

Der Geschiebemergel ist im nordwestlichen Bereich der Untiefe über 25 m mächtig. Er ist deutlich verfestigt und in seiner lithologischen Zusammensetzung inhomogen. Charakteristisch sind die zahlreichen Steine und Blöcke, die auch unterhalb der Meeresbodenoberfläche vorkommen und bei Erkundungsbohrungen für den Standort der Messplattform FINO 3 zum vorzeitigen Abbruch von Bohrungen führte. Nach Süden taucht seine Oberfläche unter spätglaziale, etwa 5 m mächtige Tone, die in Rinnenfüllungen über 10 m Mächtigkeit erreichen und dort als sehr weiche Bändertone ausgebildet sein können. Daneben ist in diesen alten Rinnen mit Sand, Kies, Schlick und Torf zu rechnen. Im südlichen Hangbereich liegen die spätglazialen Tone unter einem ca. 8 m mächtigen Sandkeil begraben.

#### Adlergrund

Der Adlergrund stellt den südwestlichen Ausläufer der Rønnebank dar, die sich als Untiefe von Bornholm Richtung Südwesten zieht. Der Meeresboden hat infolge seiner glazialen Bildungsgeschichte und der postglazialen Überprägung ein sehr unruhiges Relief. Die Wassertiefen bewegen sich zwischen 5 m am Foule-Grund und 25 m.

Wie die Untiefe Kriegers Flak weist auch der Adlergrund eine sehr inhomogene Sedimentzusammensetzung auf (Abbildung 21), wobei in weiten Teilen Restsedimente (Grobsand, Feinkies und Steine) auf anstehendem Geschiebemergel dominieren. Die Steine sind faust- bis kopfgroß und kommen vereinzelt bis flächendeckend in diesen Arealen vor. Daneben sind Blöcke (Findlinge) mit mehreren Metern Länge verbreitet, die mit Muscheln (*Mytilus*) unterschiedlicher Dichte bewachsen sind. Im Südosten bildet der Geschiebemergel regelrechte Aufragungen. In der südlichen Hälfte zieht hangparallel ein

Restsedimentband mit geringmächtiger Sandbedeckung durch das Gebiet. Die geringmächtigen Meeressande treten fleckenhaft zwischen den Restsedimenten oder als langgestreckte Bänder von 100 bis 200 m Breite und mehreren Kilometern Länge im Abstand von 50 m auf. Häufig weisen sie an ihrer Oberfläche Rippfelder auf. Am Nordwestrand gehen die Sande in die Schlicke des Arkona-Beckens über. Nach Süden ist ein kontinuierlicher Übergang in die sandigen Flächen der Pommerschen Bucht und Oderbank zu verzeichnen (DIESING und SCHWARZER, 2003).

Der Adlergrund verdankt seine Entstehung der Tätigkeit des Weichsel-Gletschers. Im Zuge verschiedener Eisvorstöße und -rückzüge kam es im Zusammenhang mit bedeutenden Geschiebemergelstauchungen zu erheblichen Akkumulationen von Schmelzwasser-Ablagerungen in Form von Sanden und Kiesen. Im südlichen Bereich entstanden durch deltaartige Schüttungen sanderartige Strukturen. Die Basis bildet die kreidezeitliche Schreibeckreide, die aufgrund ihrer glazialtektonischen Beanspruchung Störungszonen sowie Zwischenlagen aus Sanden, Kiesen oder Steinen aufweist. Darüber folgt ein 6 bis 10 m mächtiger Geschiebemergel, der im zentralen Bereich des Adlergrunds oberflächennah ansteht. An seinen Flanken wird er von einer Folge aus Grob- und Kiessanden, Mittel- bis Grobsanden sowie Feinsanden überlagert. Darunter keilen spätglaziale Tone und Schluffe des Bornholm- bzw. Arkona-Beckens aus. Während der Litorina-Transgression (vor etwa 8000 Jahren) wurden die Sandkomplexe an ihrer Oberfläche aufgearbeitet, die komplex aufgebaute Akkumulationskörper bilden.

#### Oderbank

Dieses Teilgebiet wird nach Norden etwa entlang des südlichen Ausläufers des Adlergrunds begrenzt und geht nach Osten auf polnischem Gebiet in das Bornholmbecken über. Die Wassertiefen liegen bei etwa 7 m in den flachsten Bereichen der Oderbank und erreichen maximale

Werte von 31 m. Die eigentliche Oderbank wird durch die 10 m-Tiefenlinie begrenzt (KRAMARSKA, 1998). Zwischen dem relativ steilen Südhang der Oderbank und der Küste ist die Meeresboden-Morphologie durch Senken und Untiefen bis 3 m Höhenunterschied geprägt; der Nordhang fällt dagegen sanft nach Nordosten ein.

Sedimentologisch wird der weitgehend strukturelose Meeresboden im Gebiet der Oderbank im Wesentlichen von gut bis sehr gut sortierten Feinsanden dominiert (Abbildung 22). Erste Ergebnisse des Projektes „Sedimentkartierung

AWZ“ zeigen, dass im Bereich der Oderbank auch gröbere Sedimente wie Mittel- und Grobsande anzutreffen sind. Restsedimente in Form vereinzelter Steinvorkommen überwiegen vor dem Greifswalder Bodden und vor Usedom sowie nördlich bis nordöstlich der Oderbank in der Adlergrund-Rinne, jedoch nicht in der Dichte wie auf dem Adlergrund (BOBERTZ et al., 2004). Im nordwestlichen Bereich der Oderbank treten neben isolierten Restsedimentvorkommen (Steine bis 1 m Durchmesser) auch faustgroße bis mehrere Quadratmeter große Muschelfelder sowie kleinere Rippfelder aus Grobsand auf (SCHULZ-OHLBERG et al., 2002).

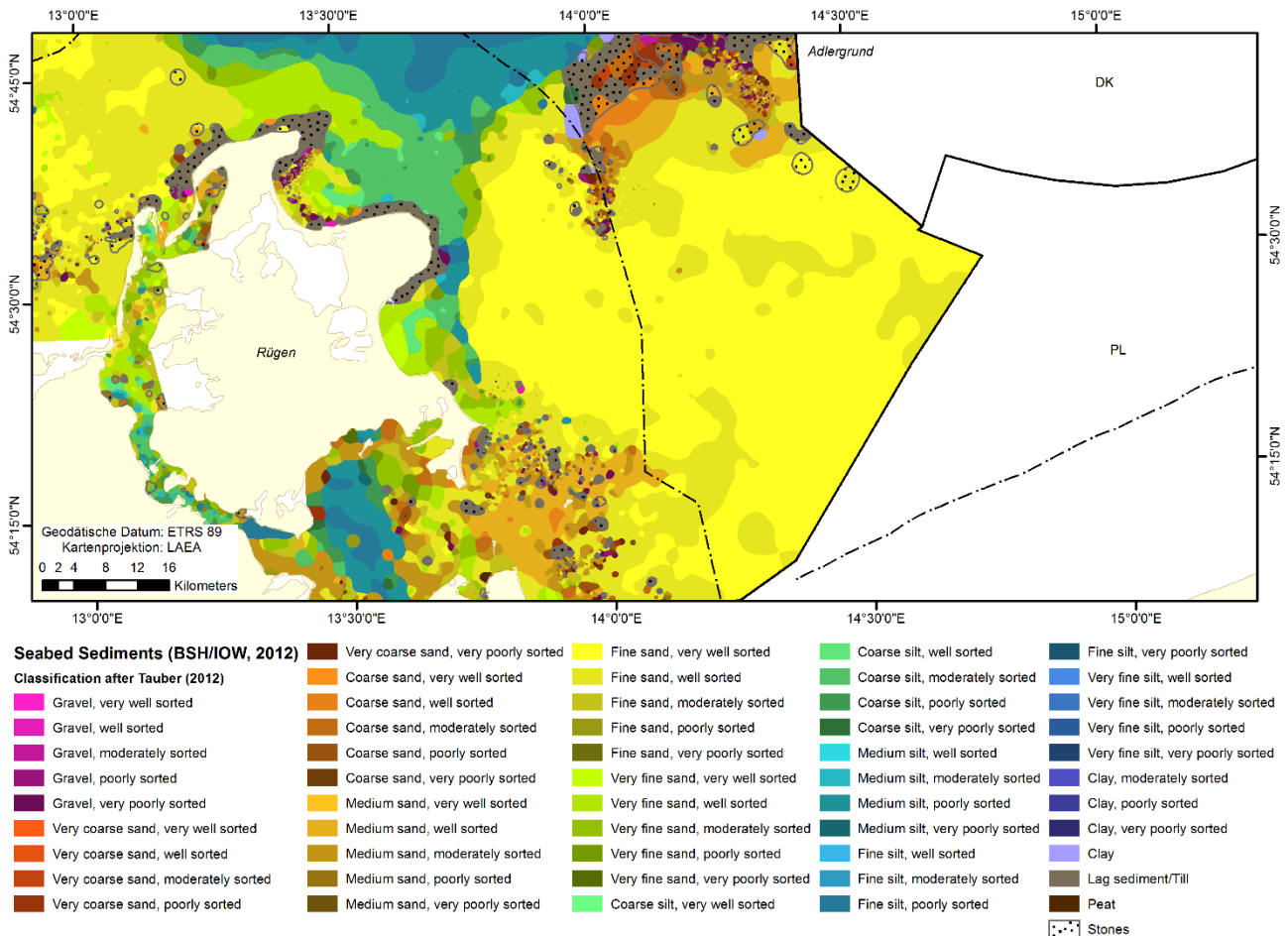


Abbildung 22: Sedimentverteilung auf dem Meeresboden im Bereich der Oderbank (BSH/IOW, 2012). Der Meeresboden im Bereich der Oderbank wird dominiert von gut bis sehr gut sortierten Feinsanden.



Daneben wurden in den Sonogrammen (Seitensichtsonar-Aufzeichnungen) längliche bis ovale Gebilde mit einer höheren Reflektivität als der umgebende Sandboden beobachtet, die bis zu 10 m breit und etwa 20 m lang werden können. Ihre Verbreitung deutet auf einen Zusammenhang mit den Fischereiaktivitäten hin (LEMKE und TAUBER, 1997).

Der geologische Aufbau der Oderbank weist in seinem Kern glaziale und fluvioglaziale Sedimente auf (Abbildung 23). Der Geschiebemergel bildet zwei lokal unterschiedliche Einheiten, wo-

bei der ältere bisher ausschließlich in Seismogrammen erfasst wurde und direkt auf dem kreidezeitlichen Untergrund liegt. Der jüngere Geschiebemergel steht dicht unter dem Meeresboden an und erstreckt sich als geringmächtige Ablagerung von der Küste zur Oderbank, um wahrscheinlich im nördlichen Hangbereich zu verschwinden und im Bornholm-Becken wiederaufzutauchen. Die beiden Geschiebemergel werden von einem bis 30 m mächtigen, pleistozänen Sandpaket getrennt.

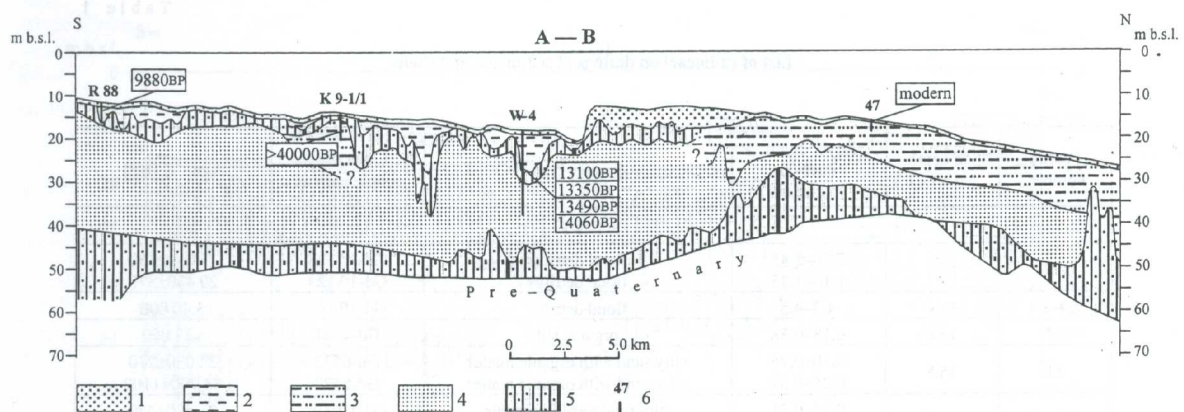


Fig. 2. Geologic cross-section A-B

**Holocene:** 1 — sands of Littorina and Post-Littorina seas; **Late Glacial-Holocene:** 2 — lacustrine silts and sands, locally peat; **Pleistocene:** 3 — Interpleniglacial riverain(?) sands and silts, 4 — glaciofluvial sands and gravels, 5 — till; 6 — boreholes with radiocarbon datings

Abbildung 23: Geologischer Profilschnitt durch den östlichen Ausläufer der Oderbank auf polnischer Seite (aus: KRAMARSKA, 1998).

Auf der polnischen Seite der Oderbank wurde das ausgeprägte Paläorelief des Geschiebemergels im Spät- und Postglazial von Marsch- und Seesedimenten eingeebnet. Auf der Oderbank liegen über dem jüngeren Geschiebemergel littorina- und postlittorinazeitliche Sandbarrieren-Ablagerungen, die an ihrer Basis Kies und Molluskenschalen führen, an ihrer Oberfläche vermutlich von ehemaligen Dünenansanden bedeckt werden. Die Sande erreichen Mächtigkeiten von etwa 6 bis über 10 m. Nach Norden tauchen sie in etwa 20 m Wassertiefe unter auskeilende Meeressande der Ostsee, deren Mächtigkeit kaum mehr als 1 m erreicht. Der südöstliche

Fortsatz in 12,5 m bis 13 m Wassertiefe wird als spitz auslaufende, „ertrunkene“ Sandbank gedeutet, die durch vormaligen küstenparallelen Sandtransport entstanden ist – ähnlich dem heutigen Pendant des Darßer Ortes. Südlich der Oderbank tritt im Untergrund das alte Flussbett der Ur-Oder in Erscheinung, das mit etwa 5 bis 7 m mächtigen Fluss-Sedimenten verfüllt ist (KRAMARSKA, 1998; USCINOWICZ et al., 1988; RUDOWSKI, 1979).

## 2.1.4 Schadstoffverteilung im Sediment

### 2.1.4.1 Metalle

In der westlichen Ostsee (Mecklenburger Bucht bis Arkonabecken) kann, bedingt durch die Kürze der verfügbaren Messreihen, bis heute kein Trend in den Metallgehalten der Oberflächensedimente erkannt werden. Belastungsschwerpunkte liegen in der Lübecker Bucht und im westlichen Arkona-Becken. Neben den historischen Belastungen werden Metalle insbesondere über Flüsse und atmosphärischen Depositionen in die Ostsee eingetragen. Hinzu kommen mögliche Eintragspfade aus den verschiedenen Nutzungsformen wie die Seeschifffahrt und Offshore-Industrie, die zukünftig noch genauer quantifiziert werden müssen.

Mit der Abdeckung der Altlast in der Lübecker Bucht und der damit verbundenen Eindämmung der Resuspension (erneute Aufwirbelung) von kontaminiertem Material wird langfristig eine Normalisierung der Sedimentqualität in diesem Gebiet erwartet. Im westlichen Arkonabecken werden seit Jahren insbesondere erhöhte Quecksilber- und Bleigehalte gemessen. Die Ursachen dieser Anomalie sind bisher nicht bekannt. Zur Küste hin wird in der Regel eine Zunahme der Elementgehalte im Oberflächensediment beobachtet. Dies gilt insbesondere für Quecksilber und Cadmium, aber auch für Zink und Kupfer. Die in der AWZ gemessenen Bleigehalte sind dagegen recht gut mit den in Küstennähe beobachteten Werten vergleichbar, liegen zum Teil sogar darüber. Im MSRL Report 2018 überschreiten die Konzentrationen der HELCOM Indikatorstoffe Blei, Cadmium und Quecksilber in Sediment der AWZ die Schwellenwerte (Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018).

### 2.1.4.2 Organische Stoffe

Ein zusammenfassender Überblick über die Belastung der Sedimente wird erschwert einerseits durch das Fehlen umfassender Daten über die offene See, andererseits durch die Heterogenität

der Daten aus den Küstengebieten. Zudem fehlt bei den veröffentlichten Daten meist ein Bezug auf den TOC-Gehalt (TOC=gesamter organisch gebundener Kohlenstoff) oder eine Korngrößennormierung.

Schadstoffeinträge erreichen die Ostsee über direkte Einleitungen, Flüsse und Atmosphäre sowie indirekte Quellen. Dabei stellen Flüsse und Atmosphäre die Haupteintragspfade in die Meeresumwelt dar. Neben Eintragsquellen, Eintragsmengen und Eintragspfaden (direkt über Flüsse, Offshore-Industrie oder diffus über die Atmosphäre) sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Schadstoffe und der dynamisch-thermodynamische Zustand des Meeres für Ausbreitungs-, Vermischungs- und Verteilungsprozesse relevant. Aus diesen Gründen weisen die verschiedenen organischen Schadstoffe im Meer eine ungleichmäßige und unterschiedliche Verteilung auf und kommen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen vor. Die Konzentrationen in der AWZ sind jedoch durchgehend geringer als in den Küstengebieten, wo häufig lokale Belastungsschwerpunkte auftreten.

Weitergehende regionale Bewertungen benötigen die Berücksichtigung von Sedimentparametern (TOC, Korngrößenverteilung). In der AWZ liegt bei vergleichbaren TOC-Gehalten der Sedimente eine relativ homogene Verteilung vor, bei Stationen mit geringem Feinkornanteil und geringen TOC-Werten (sandige Sedimente) ist die Belastung stets sehr gering. Im Vergleich zur Nordsee (Deutsche Bucht) sind die Konzentrationen in der AWZ der Ostsee im Durchschnitt deutlich höher; dies liegt höchstwahrscheinlich an den höheren TOC- und Schlick-Gehalten der Ostsee-Sedimente. Im MSRL Report 2018 überschreiten die Konzentrationen der HELCOM Indikatorstoffe Anthracene und TBT im Sediment der AWZ die Schwellenwerte (Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018). Allerdings ist die Datenlage nicht ausreichend, so dass keine Aussagen über zeitliche Trends möglich sind.

Aufgrund der ansteigenden Nutzung der Ostsee werden direkte Einträge durch z.B. Schifffahrt und Offshore-Industrie vermutlich zukünftig eine größere Rolle für die Bewertung des Umweltzustandes spielen.

#### **2.1.4.3 Radioaktive Stoffe (Radionuklide)**

Im Vergleich mit anderen Meeresgebieten weisen die Oberflächensedimente der Ostsee deutlich höhere spezifische Aktivitäten als z. B. diejenigen der Nordsee auf. Diese Aussage gilt in den meisten Fällen auch für natürliche Radionuklide. Einerseits ist dieser Effekt darauf zurückzuführen, dass die Korngröße der mehr schlackigen und damit feinkörnigeren Sedimente der Ostsee kleiner ist, andererseits liegt dies auch darin begründet, dass die geringere Turbulenz im Wasser der Ostsee zu einem Sedimentieren der feineren Partikel führt. Die radioaktive Belastung der Ostsee ist bestimmt durch den Niederschlag aus dem Tschernobyl-Unfall 1986. Auch die höhere Flächendeposition des Tschernobyl-Eintrags auf das Gebiet der westlichen Ostsee im Vergleich zur Nordsee spiegelt sich in den erhöhten Aktivitäten wider. In der Entwicklung kann man beobachten, dass das Inventar in den Sedimenten in den ersten Jahren nach dem Tschernobyl-Unfall stetig anstieg. Seit ca. 10 Jahren ist eine Stagnation zu beobachten, die sich mit einem Quasi-Gleichgewicht zwischen radioaktivem Zerfall (Halbwertszeit des Cs-137: 30 Jahre) und weiterer Deposition erklären lässt. Obwohl die radioaktive Belastung der Ostsee durch künstliche Radionuklide höher ist als in der Nordsee, stellt diese nach heutigem Kenntnisstand für Mensch und Natur keine Gefahr dar.

#### **2.1.4.4 Altlasten**

Als mögliche Altlasten kommen in der Ostsee Munitionsreste in Frage. Im Jahr 2011 wurde von einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe ein Grundlagenbericht zur Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer veröffentlicht, der jährlich fortgeschrieben wird. Am Meeresboden von

Nord- und Ostsee lagern nach offiziellen Schätzungen 1,6 Millionen Tonnen Altmunition und Kampfmittel unterschiedlichster Art. Diese Munitionsaltlasten stammen zu einem bedeutenden Teil aus dem Zweiten Weltkrieg. Auch nach Kriegsende wurden zur Entwaffnung Deutschlands große Mengen Munition in der Nord- und Ostsee versenkt. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird die Kampfmittelbelastung der deutschen Ostsee, insbesondere des Küstenmeeres, auf bis zu 0,3 Mio. t geschätzt. Es wird insgesamt auf eine unzureichende Datenlage hingewiesen, so dass davon auszugehen ist, dass auch im Bereich der deutschen AWZ Kampfmittelvorkommen zu erwarten sind (z. B. Überbleibsel von Minensperren, Kampfhandlungen und militärischen Übungen).

Die Munitionsreste können grundsätzlich bei entsprechenden Sedimenteigenschaften versanden oder auf dem Meeresboden freiliegen. Zudem können etwa Sturmereignisse oder starke Strömungen dazu führen, dass im Sediment befindliche Munitionskörper freigelegt werden. Damit können Munitionskörper künstliche Hartsubstrate darstellen.

Aktuelle Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass der Korrosionszustand von im Meer lagernder Munition fortgeschritten sein kann. Ob und in welchem Maße dadurch Beeinträchtigungen der Meeresumwelt durch Freisetzung der toxischen Inhaltsstoffe (z.B. Sprengstoffe wie TNT) vorliegen, ist Inhalt aktueller Forschung und Teil der Arbeiten zur Umsetzung der Beschlüsse der 93. Umweltministerkonferenz, TOP 27.

Die Lage der bekannten Munitionsversenkungsgebiete sind den offiziellen Seekarten sowie dem Bericht aus 2011 (dort ergänzend auch Verdachtsflächen für munitionsbelastete Gebiete) zu entnehmen. Die Berichte der Bund-Länder-Arbeitsgruppe sind unter [www.munition-im-meer.de](http://www.munition-im-meer.de) verfügbar.

### 2.1.5 Zustandseinschätzung

Die Zustandseinschätzung des Meeresbodens im Hinblick auf Sedimentologie und Geomorphologie beschränkt sich auf die AWZ der Ostsee.

#### 2.1.5.1 Seltenheit und Gefährdung

Der Aspekt „Seltenheit und Gefährdung“ berücksichtigt den flächenmäßigen Anteil der Sedimente auf dem Meeresboden und die Verbreitung des morphologischen Formeninventars in der südwestlichen Ostsee sowie in der gesamten Ostsee.

Die in den Beckenbereichen wie z.B. Mecklenburger Bucht oder Arkona-Becken vorgefundenen Sedimenttypen der Meeresbodenoberfläche sowie das Formeninventar entsprechen im Wesentlichen Beckensedimenten, die in dieser oder ähnlicher Ausprägung in allen Becken der Ostsee wiederzufinden sind. Die auf den Schwellen und Untiefen (z.B. Kriegers Flak, Adlergrund oder Darßer Schwelle) vorgefundenen Sedimenttypen wie Geschiebemergel und Restsedimente sowie Stein- und Blockvorkommen sind in der westlichen bzw. südwestlichen Ostsee häufig anzutreffen.

Der Aspekt „Seltenheit und Gefährdung“ wird daher mit „mittel-gering“ bewertet.

#### 2.1.5.2 Vielfalt und Eigenart

Der Aspekt „Vielfalt und Eigenart“ betrachtet die Heterogenität der beschriebenen Oberflächensedimente und die Ausprägung des morphologischen Formeninventars.

Sowohl die Schwellen und Untiefen wie Kriegers Flak, Adlergrund und Darßer Schwelle als auch weite Bereiche der Kieler Bucht und des Fehmarn Belts weisen eine heterogene Sedimentverteilung und ein z.T. recht ausgeprägtes Formeninventar auf. Dies gilt insbesondere für die ausgeprägten, Einstrom-bedingten Bodenformen im Fehmarn Belt bzw. der Darßer Schwelle i.e.S. Die Beckenbereiche wie z.B. Mecklenburger Bucht oder Arkona-Becken weisen dagegen eine sehr homogene Sedimentver-

teilung und einen strukturlosen Meeresboden auf.

Der Aspekt „Vielfalt und Eigenart“ wird daher vor allem aufgrund der ausgeprägten Strukturen im Fehmarn Belt bzw. der Darßer Schwelle i.e.S. mit „mittel – hoch“ bewertet.

#### 2.1.5.3 Vorbelastungen

##### Natürliche Faktoren

Klimaänderungen und Meeresspiegelanstieg: Der Ostseeraum erfuhr im Verlauf der letzten 11.800 Jahre einen dramatischen Klimawandel, der mit einer tiefgreifenden Änderung der Land-/Meer-Verteilung durch den weltweiten Meeresspiegelanstieg von 130 m verbunden war. Seit etwa 2.000 Jahren hat sich der Meeresspiegel der Ostsee auf das heutige Niveau eingestellt und unterliegt kurzfristigen, meteorologisch bedingten Änderungen. Stürme verursachen die durchgreifendsten Veränderungen am Meeresboden. Alle sedimentdynamischen Prozesse lassen sich auf meteorologische und klimatische Vorgänge zurückführen, die im Wesentlichen über das Wettergeschehen im Nordatlantik gesteuert werden.

Tektonische und isostatische Bewegungen, Erdbeben: die tektonischen und isostatischen Vorgänge sind säkular wirkende Prozesse, d.h. sie umfassen Zeiträume von mehreren Jahrtausenden. Sie haben ihre Ursachen in den platten-tektonischen Bewegungen der Erdkruste und verlaufen daher großräumig. ANDREN und ANDREN (2001) fanden in Sedimentkernen Hinweise darauf, dass sich vor etwa 8.000 Jahren die Tsumani-Welle des submarinen Storegga-Hangrutschs in der Norwegischen See bis in die Ostsee ausgebreitet haben könnte. Auslöser war vermutlich ein Seebeben. Die Analyse der Erdbebenhäufigkeit und –stärke für den südwestlichen Ostseeraum verdeutlicht, dass in diesem Seegebiet nur relativ schwache Erdbeben auftreten, die im Vergleich zur gesamten Ostsee relativ selten sind. Aus diesem Grund kann die

südwestliche Ostsee nicht als Erdbeben-gefährdetes Gebiet gelten.

#### *Anthropogene Faktoren*

**Eutrophierung:** Infolge des anthropogenen Eintrags von Stickstoff und Phosphor über die Flüsse, die Atmosphäre und diffuse Quellen führt die verstärkte Primärproduktion zu einer erhöhten Sedimentation organischer Substanz in den Ostsee-Becken. Beim mikrobiellen Abbau kommt es in der Regel zu Sauerstoffmangelsituationen, die zur Bildung von Gytija führen, der eine deutlich weichere Konsistenz als Schlickablagerungen aufweist.

**Fischerei:** In der Ostsee werden seit Ende des 1. Weltkriegs in der kommerziellen Fischerei fast ausschließlich Grundschleppnetze mit Scherbrettern verwendet. Baumkurrenfischerei findet in diesem Seegebiet nicht statt (RUMOHR 2003). Für das betrachtete Gebiet liegen nur singuläre Beobachtungen zu Fischereispuren vor.

Allgemein ist aus den Untersuchungen in der Kieler Bucht festzustellen, dass die Verteilungsdichte der Scherbrettspuren mit der Wassertiefe und dem abnehmenden mechanischen Widerstand der Sedimente zunimmt. Die Abwesenheit von Schleppnetzspuren auf sandigen Böden ist weniger auf geringere Fischereiaktivität als vielmehr auf das höhere Umlagerungspotenzial dieser Sedimente zurückzuführen. Für den restlichen Teil der südwestlichen Ostsee liegen nur singuläre Beobachtungen vor.

LEMKE (1998) beschreibt zahlreiche Fischereispuren im Schlickgebiet des Arkona-Beckens. Im Bereich der Pommerschen Bucht beschränken sich Scherbrettspuren auf ein Gebiet südwestlich der Oderbank (SCHULZ-OHLBERG et al. 2002). Die Eindringtiefen können in Schlickten bis 23 cm (WERNER et al. 1990), in schlickigen Feinsanden bis 15 cm (ARNTZ & WEBER 1970) bzw. in Sanden bis 5 cm (KROST et al. 1990) erreichen. Weit geringere Spuren lassen das

Rollen- und Kugelgeschirr zurück, die nach Taucherbeobachtungen 2 bis 5 cm tief sein können (KROST et al. 1990).

Experimentelle Untersuchungen mit einer 3 m-Krabbenkurre in der Ostsee ergaben Eindringtiefen von max. 17 mm für die Ketten und über 40 mm für die Kufen (PASCHEN et al., 2000). Die Breite der Scherbrettspuren ist abhängig vom Anstellwinkel, der wiederum von der Beschaffenheit der Sedimente beeinflusst wird. Im Fall von „hüpfenden“ Scherbrettern liegt sie zwischen 1 bis 2 m. Dieses Phänomen tritt auf, wenn die Scherbretter zu tief in den weichen Boden eindringen und über das gestauchte Sediment hinwegspringen. Meist werden die Scherbretter jedoch bei einem Anstellwinkel von 35° bis 40° „über Eck“ gezogen und hinterlassen Spuren, die weniger als 1 m breit sind (KROST et al., 1990). Aufgehäufte Randwälle sind nur bei den schmalen Scherbrettspuren deutlich zu beobachten. Oft sind die Wälle an ihren Kanten abgerundet, was auf die Einebnung der Spuren durch die natürlichen sedimentdynamischen Prozesse bei Sturmweatherlagen hindeutet. Auf den Schlickböden finden sich häufig perl-schnurartig aneinandergereihte Hüpfspuren, die schollenartige Sedimentanhäufungen zurücklassen. Roller- und Kugelspuren sind aufgrund ihrer geringen Eindringtiefe selten und werden außerdem durch die Scherbrettspuren leicht überprägt. In den Schlickgebieten können sich die Scherbrettspuren über einen Zeitraum von mindestens 4 bis 5 Jahre hinweg erhalten (KROST et al., 1990). In diesem Zusammenhang spielt auch die Bildung von Trübungsfahnen eine Rolle. WERNER et al. (1990) konnten in der Eckernförder Bucht 90 Minuten nach einem Schleppvorgang mit einem Scherbrett-Grundnetz eine 5 m hohe Trübungsfahne nachweisen.

**Historische Steinfischerei:** Von etwa 1800 bis Mitte der 1970er Jahre wurden aus den Flachwasserbereichen vor der deutschen Ostseeküste große Steine und Findlinge u.a. für den Bau

von Hafentürmen, Gebäuden und Strassen entnommen. In Schleswig-Holstein wurde die Steinfischerei 1976 verboten, um Küstenschutzmaßnahmen nicht weiter zu unterlaufen. Die Steinfischerei beschränkte sich auf Wassertiefen bis maximal 20 m, wobei in der gesamten Ostsee etwa 100 Millionen t Steine entnommen wurden (ZANDER, 1991). Für die Kieler Bucht ergaben Schätzungen von BREUER und SCHRAMM (1988) etwa 1,5 Millionen t Steine im Zeitraum von 1930 und 1970. Diese Angabe wurde von BOCK (2003) und BOCK et al. (2004) auf 3,5 Millionen t (Gesamtmenge) korrigiert, wobei illegale Entnahmen nicht berücksichtigt wurden. KAREZ und SCHORIES (2005) schätzen, dass insgesamt ca. 5,6 km<sup>2</sup> Siedlungsraum für Hartschotter-Bewohner vor der schleswig-holsteinischen Küste durch die Steinfischerei verloren gingen. Für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns liegen derartige Informationen nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ebenso wie in Schleswig-Holstein auch hier die Entnahmeaktivitäten aus wirtschaftlichen Gründen auf den Bereich des Küstenmeeres beschränkt blieben. Deshalb ist davon auszugehen, dass die Steinvorkommen in der AWZ von der Steinfischerei nicht berührt wurden.

**Sand- und Kiesentnahmen:** Seit den 1960er Jahren werden in der südwestlichen Ostsee Sand und Kies als Rohstoffe für den Küstenschutz und die Bauindustrie entnommen. In der Kieler Bucht wurden im Zeitraum von 1971 bis 1981 auf dem Gabelsflach, dem Stoller Grund und nahe dem Kieler Leuchtturm Sand vor allem für Hafenbauten gewonnen; vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns findet seit den 1960er Jahren Sand- und Kiesgewinnung statt. Während für den Zeitraum vor 1989 keine Zahlen verfügbar sind, beläuft sich die Entnahmemenge von 1990 bis 2003 auf ca. 18 Millionen m<sup>3</sup>. Auf dem dänischen Festlandsockel wurden auf dem Gedser Rev, Kriegers Flak und auf der Rønnebank Sande und Kiese gewonnen. Es sind zwei verschiedene Arten der Gewinnung mit unterschiedlichen ökologischen Auswirkungen zu betrachten:

die flächenhafte Gewinnung erfolgt mit einem Schleppkopf-Saugbagger (suction trailer hopper dredging) und führt zur Bildung von Dezimeter tiefen Furchen, während bei der stationären Gewinnung mit Stechkopf-Saugbagger (anchor suction hopper dredging) trichterartige Strukturen bis mehrere Meter Tiefe entstehen können (ICES, 2001). Je nach Wassertiefe, Sedimentangebot, Exposition und Gewinnungsart unterscheiden sich Potenzial und Dauer einer Wiederverfüllung der Entnahmestrukturen. Im Falle von Verfüllungen stellen meist feinkörnigere Sedimente das Füllmaterial. Insbesondere bei Kiessandlagerstätten bleibt ein trichter- bzw. muldenförmiges Relief erhalten, weil die rezenten hydro- und sedimentdynamischen Prozesse aufgrund des Sedimentangebots keine vollständige Wiederverfüllung oder gar Regenerierung des Meeresbodens bewerkstelligen können (ZEILER et al., 2004).

**Erdöl-Förderung:** Etwa 4 km vor der Küste Schleswig-Holsteins wurde in den Jahren 1984 bis 2000 auf den mittlerweile rückgebauten Plattformen „Schwedeneck A“ und „Schwedeneck B“ insgesamt 3,4 Millionen t Erdöl aus Tiefen zwischen 1.400 und 1.600 m gefördert. Es liegen keine Hinweise auf Setzungserscheinungen im Umfeld der Förderanlagen infolge der Erdölgewinnung vor, wie sie für die Nordsee beschrieben werden (z.B. FLUIT und HULSCHER 2002; MES, 1990). Daher können auch Setzungserscheinungen in der AWZ ausgeschlossen werden.

**Windenergieanlagen und Plattformen:** Windenergieanlagen und Plattformen werden derzeit fast ausschließlich als Tiefgründungen installiert. Zum Schutz vor Auskolkung wird entweder ein Kolkschutz in Form von sog. Mudmats oder Steinschüttungen um die Gründungselemente ausgebracht oder die Gründungspfähle von Tiefgründungen werden entsprechend tiefer in den Boden eingebracht. Durch die Windenergieanlagen und Plattformen kommt es – neben der temporären Sedimentaufwirbelung bei Installation -

im Hinblick auf das Schutzgut Boden zu einer lokal eng begrenzten, dauerhaften Versiegelung des Meeresbodens. Die Flächeninanspruchnahme (Versiegelung) beträgt bei Plattformen, die fast ausschließlich auf Jacket-Konstruktionen (ohne Kolkschutz) gegründet werden, ca. 600 m<sup>2</sup> bis 900 m<sup>2</sup> je nach Größe der Plattform. Windenergieanlagen werden ebenfalls fast ausschließlich als Tiefgründung realisiert. Die bei weitem häufigste Gründungsvariante bei Windenergieanlagen ist der Monopfahl (Monopile). Bei einem Monopile-Durchmesser von 8.5 m wird inkl. Kolkschutz eine Flächeninanspruchnahme von etwa 1400 m<sup>2</sup> erreicht.

Seekabel (Telekommunikation und Energieübertragung): Seekabel werden in der Regel eingespült. Durch den Einspülvorgang nimmt als Folge der Sedimentaufwirbelung die Trübung der Wassersäule zu. Das Ausmaß der Resuspension hängt im Wesentlichen vom Verlegeverfahren und vom Feinkorngehalt im Boden ab. In den Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch direkt an der Baustelle oder in deren unmittelbarer Umgebung absetzen. Dabei nimmt der Suspensionsgehalt durch Verdünnungseffekte und Sedimentation der aufgewirbelten Sedimentpartikel wieder auf die natürlichen Hintergrundwerte ab. Die zu erwartenden Beeinträchtigungen durch erhöhte Trübung bleiben lokal kleinräumig begrenzt. In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten wird sich das freigesetzte Sediment deutlich langsamer wieder absetzen. Da in diesen Gebieten die bodennahen Strömungen jedoch relativ gering sind, ist davon auszugehen, dass auch hier die auftretenden Trübungsfahnen eine eher lokale Ausprägung haben und sich das Sediment relativ in der näheren Umgebung wieder absetzen wird. Eine substanzielle Änderung in der Sedimentzusammensetzung ist nicht zu erwarten.

Ehemalige Munitionsversenkung: Nach dem Ende des 2. Weltkriegs wurden 35.000 t chemischer Munition östlich von Bornholm versenkt. Die Ladungen wurden von den Verladehäfen in Wolgast und Peenemünde auf festgelegten Routen in das Versenkungsgebiet im Bornholm-Becken transportiert. Augenzeugenberichten zufolge wurde ein Teil der Ladung bereits während des Transports über Bord geworfen. Von 1994 bis 1996 hat das BSH diese Transportwege beginnend am Ausgang des Greifswalder Boddens bis zur Grenze der AWZ flächendeckend mit Seitensichtsonar und Magnetometer in 50 m-Abständen vermessen, um mögliche Munitionsreste zu orten. Im Ergebnis wurden etwa 100 verdächtige Objekte identifiziert. Im Zuge der detaillierten Überprüfung durch die zuständige Stelle der Bundesmarine konnte bei lediglich vier Objekten das Verdachtsmoment verrosteter Munitionsüberreste erhärtet werden (SCHULZ-OHLBERG et al., 2002), die ausschließlich innerhalb der 12-Seemeilenzone liegen.

Militärische Übungen auf See: bei Schießübungen der Marine und Luftwaffe auf See sedimentieren Munitionsreste (Hülsen von Granaten u.ä.) auf den Schlick- und Sandböden. Sie sinken im Lauf der Zeit in die weichen Schlicke ein oder versanden und können im Zuge der natürlichen Sedimentumlagerung wieder freigelegt werden. Außerdem können U-Boote beim Absetzen auf dem Meeresboden durch ihr Eigengewicht Sedimente punktuell in unterschiedlichem Ausmaß komprimieren.

Schifffahrt: Wracks können je nach Wassertiefe, Typ und vorhandener Menge des Sediments versanden und wieder freigelegt werden. Je nach Größe beeinflussen sie die kleinräumige Sedimentdynamik, indem es im Nahbereich zu Auskolkungen kommt bzw. im Strömungsschatten zur Sedimentation von Sanden. Im Fall eines Ankerwurfs wird je nach Ankergröße und Sedimenttyp Material bis in etwa 1,5 bis 2 m Tiefe lokal eng begrenzt aufgewühlt. In schlickigen Sedimenten entsteht eine Trübungsfahne, die

aufgrund der Größe und Dauer des Eingriffs wesentlich geringer in ihrem Umfang ausfällt als die Grundschleppnetzfisherei.

Die anthropogenen Faktoren wirken in folgender Weise auf Meeresboden ein:

- Abtrag,
- Durchmischung,
- Versiegelung,
- Aufwirbelung (Resuspension),
- Materialsortierung,
- Verdrängung und
- Verdichtung (Kompaktion).

Auf diese Weise werden die natürliche Sedimentdynamik (Sedimentation/Erosion) und der Stoffaustausch zwischen Sediment und Bodenwasser beeinflusst.

Für die Bewertung des Aspektes „Vorbelastung“ ist das Ausmaß der anthropogenen Vorbelastung der Sedimente und des morphologischen Formeninventars ausschlaggebend. Dem Schutzgut Boden/Fläche wird im Hinblick auf das Kriterium „Vorbelastung“ eine mittlere Belastung zugewiesen, da die genannten Vorbelastungen zwar vorhanden sind, jedoch keinen Verlust der ökologischen Funktion bewirken

## 2.2 Wasser

Die Ostsee ist ein intrakontinentales Meer. Über den Kleinen Belt, den Großen Belt und den Øresund ist die Ostsee mit dem Kattegat verbunden. Dieser stellt über den Skagerrak eine Verbindung zur Nordsee und somit zum Atlantik dar. Aufgrund der geringen Wassertiefen der Meerengen findet nur ein geringer Wasseraustausch mit der Nordsee statt. Insgesamt umfasst die Ostsee eine Fläche von 415.000 km<sup>2</sup> mit einer durchschnittlichen Tiefe von 52 m (JENSEN & MÜLLER-NAVARRA 2008). Aufgrund ihres geringen Salzgehalts ist die Ostsee ein Brackwassermeer. Die Wasserzirkulation der Ostsee ist

durch den Süßwasserzufluss über Flüsse einerseits und den Austausch von Wassermassen mit der Nordsee andererseits geprägt. Bedingt durch die morphologischen Gegebenheiten kann sich in der Ostsee eine zum Teil stark ausgeprägte vertikale Salinitäts- und Temperaturschichtung ausbilden, die durch die in erster Linie vom Wind angetriebenen Wasserströmungen und die minimale Tide (< 10 cm) nicht aufgebrochen werden kann (JENSEN & MÜLLER-NAVARRA 2008, FENNEL & SEIFERT 2008).

### 2.2.1 Strömungen

Die Zirkulation der Ostsee wird geprägt durch einen Austausch von Wassermassen mit der Nordsee durch die Belte und den Sund. Im oberflächennahen Bereich fließt brackiges Ostseewasser in die Nordsee ab, während am Boden schwereres, salzhaltigeres Nordseewasser aus dem Kattegat in die Ostsee vordrängt. Dieser Einstrom von Salzwasser wird durch die Drogenschwelle (Silltiefe 9 m) am südlichen Ausgang des Sundes und die Darßer Schwelle (Silltiefe 19 m) östlich der Beltsee behindert. Bedingt durch spezifische Wetterlagen kommt es sporadisch zu Salzwassereinbrüchen, bei denen salz- und sauerstoffreiches Wasser zum Teil bis in die tieferen östlichen Becken der Ostsee vordringt.

Bei diesen Einstromereignissen von Salzwasser aus dem Kattegat in die Ostsee, die wesentlich zur „Durchlüftung“ der tieferen Ostseebecken beitragen, unterscheidet man zwei Prozesse: Einerseits gibt es die großen Salzwassereinbrüche, die über einen Zeitraum von mindestens fünf Tagen große Mengen Salzwasser in die Ostsee transportieren. Dabei werden große Teile des Arkona-Beckens mit Salzwasser aufgefüllt. Der zweite Prozess sind Einstromereignisse mittlerer Stärke, die etwa 3 bis 5mal pro Winter auftreten. Hier fließt das Bodenwasser nach Überströmen der Darßer Schwelle und der Drogenschwelle als dichte Bodenströmung in das Arkona-Becken. Das dichtere, über die Drogenschwelle in das Arkona-Becken strömende Wasser fließt als relativ schmales Band gegen



den Uhrzeigersinn am Rand des Arkona-Beckens entlang. Es umströmt das Kriegers Flak und setzt sich in Richtung Darßer Schwelle fort, wo sich das über die Darßer Schwelle einströmende Salzwasser diesem Band überlagert. Von dort setzt sich das Band entlang des südlichen Randes des Arkona-Beckens nach Osten in Richtung Bornholm Gatt fort, wo es in das Bornholmbecken abfließt (BURCHARD & LASS 2004, LASS 2003).

Modelluntersuchungen (BURCHARD et al. 2005) mit einem vereinfachten numerischen Modell modifizieren dieses Bild: Danach fließt der überwiegende Teil des über die Drogdenschwelle einströmenden Wassers im Uhrzeigersinn um

das Kriegers Flak und beeinflusst den in der deutschen AWZ liegenden Sektor geringer als die bislang veröffentlichten Beobachtungen und Modellergebnisse besagen. Durchgeführte Messungen mit einem östlich von Kriegers Flak am Boden stehenden akustischen Doppler-Profilstrommesser könnten diese Modellergebnisse stützen. Da sich die neuen Modelluntersuchungen ausschließlich auf den Einstrom aus dem Öresund beschränken, liegen keine neuen Erkenntnisse bezüglich des Einstroms aus der Beltsee (Darßer Schwelle) vor. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Einstrom im Wesentlichen am südlichen Rand des Arkona-Beckens nach Osten ausbreitet und somit auch die tieferen Gebiete des Adlergrundes beeinflusst.

Tabelle 6: Charakteristische Strömungsparameter für ausgesuchte Positionen in der westlichen Ostsee.

	<b>Fehmarnbelt</b>	<b>Mecklenburger Bucht</b>	<b>Arkona-Becken</b>
Wassertiefe [m]	28	26	31
Oberflächennah:			
mittlerer Betrag [cm/s]	28,7	17,7	9,6
maximaler Betrag [cm/s]	117,6	74,8	78,0
Reststrom [cm/s]	7,6	1,4	2,3
Richtung [°]	347	332	184
Bodennah:			
mittlerer Betrag [cm/s]	16,4	12,9	6,0
maximaler Betrag [cm/s]	92,7	90,7	30,0
Reststrom [cm/s]	6,6	2,3	0,4
Richtung [°]	114	175	230
Quelle	LANGE et al. (1991)		BSH-Messung (2005)

In der Ostsee entstehen Strömungen primär durch den Einfluss des Windes (Triftstrom). Trifft eine Strömung auf eine Küste, kommt es infolge des Staus auch zu Gefällströmungen. Ein dritter Faktor ist der Süßwasserabfluss der Flüsse mit etwa 480 km<sup>3</sup>/Jahr. Berücksichtigt man Niederschlag und Verdunstung, ergibt sich ein Süßwasserüberschuss von 540 km<sup>3</sup>/Jahr, das entspricht etwa 2,5% des Wasservolumens der Ostsee. Gezeitenströme sind in der Ostsee vernachlässigbar. Im Fehmarnbelt beobachtet man im Jahresmittel an der Oberfläche einen Netto-Ausstrom von 8 cm/s und am Boden einen Netto-Einstrom mit 7 cm/s (LANGE et al. 1991). Die mittleren Geschwindigkeiten liegen hier in der Größenordnung von 30 cm/s an der Oberfläche und von 16 cm/s am Boden. In den großen Becken östlich der Belte liegen die oberflächennahen Geschwindigkeiten bei 10-18 cm/s und bei 7-13 cm/s in Bodennähe. Tabelle 6 zeigt charakteristische Strömungsparameter für den Fehmarnbelt, die Mecklenburger Bucht und das Arkona-Becken.

### 2.2.2 Seegang und Wasserstandsschwankungen

Beim Seegang unterscheidet man zwischen den vom lokalen Wind erzeugten Wellen, der sogenannten Windsee, und der Dünung. Dünung sind Wellen, die ihr Entstehungsgebiet verlassen haben. Aufgrund der geringen Größe und der starken Zergliederung der Ostsee kommt eine voll entwickelte Dünung nur selten zustande. In der Arkonasee beträgt der Dünungsanteil nur etwa 4%. Die Dünung hat eine größere Wellenlänge und eine größere Periode als die Windsee.

Die Höhe der Windsee ist abhängig von der Windgeschwindigkeit und von der Zeit, die der Wind auf die Wasseroberfläche einwirkt (Wirkdauer), sowie von der Windstreichlänge (Fetch), d.h. der Strecke, über die der Wind wirkt. Als Maß für den Seegang wird die signifikante oder

auch kennzeichnende Wellenhöhe (H<sub>s</sub>) angegeben, d.h. die mittlere Wellenhöhe des oberen Drittels der Wellenhöhenverteilung.

Im klimatologischen Jahresgang (1961-1990) treten in der Arkonasee die höchsten Windgeschwindigkeiten mit etwa 19 kn im Dezember auf und fallen dann bis zum Juni kontinuierlich auf 13 kn ab. Danach steigt die Windgeschwindigkeit wieder stetig bis Ende November an. (BSH 1996). Im Jahresmittel liegt die Windgeschwindigkeit bei 16,2 kn.

Dieser Jahresgang ist auf die mittlere Wellenhöhe des Seegangs übertragbar. Sie beträgt knapp 1,4 m im Dezember, fällt bis Ende Januar auf ca. 1,15 m ab und behält diesen Wert bis Mitte März bei. Dann fällt der Wert bis Ende Mai stetig auf 0,7 m ab. Ab Juni nimmt die Wellenhöhe wieder kontinuierlich bis zum Dezember zu.

Wasserstandsschwankungen durch Gezeiten sind in der Ostsee vernachlässigbar. Der Springtidenhub der halbtägigen Gezeit liegt im Bereich der deutschen AWZ unter 10 cm. Die Ostsee reagiert aufgrund ihrer geringen Ausdehnung sehr schnell auf meteorologische Einflüsse (BAERENS & HUPFER 1999). Extreme Hoch- oder Niedrigwasser werden primär durch den Wind verursacht. Wasserstände von über 100 cm über bzw. unter NN werden als Sturmhoch- bzw. Sturmniedrigwasser bezeichnet. Im langjährigen Mittel liegen diese Extremwasserstände etwa 110 bis 128 cm über bzw. 115 bis 130 cm unter NN. Einzelne Ereignisse können deutlich über diesen Werten liegen. Neben den Sturmhoch- und Niedrigwassern verursachen Eigenschwingungen der Ostseebecken (Seiches) Wasserstandsschwankungen in der Größenordnung von bis zu einem Meter.

Für das 20. Jahrhundert zeigen die jährlichen Maximal-Wasserstände der Ostsee und die jährliche Variabilität einen statistisch signifikanten positiven Trend mit einem deutlichen Anstieg in den 1960er und 1970er Jahren. Schwankungen

des Meeresspiegels mit Perioden größer als ein Jahr sind auch mit den Schwankungen des Nordatlantischen Oszillationsindex (NAO) korreliert.

Langfristige Faktoren, die den mittleren Meeresspiegel der Ostsee beeinflussen, sind die isostatische Landhebung im Bereich des Bottnischen Meerbusens (9 mm/a) und der eustatische Anstieg des Meeresspiegels von 1-2 mm/a (MEIER et al. 2004). Abschätzungen für den globalen Anstieg des Meeresspiegels liegen bei Werten zwischen 0,09 und 0,88 m bis zum Jahre 2100, vorausgesetzt die westantarktische Eismasse bleibt stabil. Ihr Abschmelzen würde einen globalen Anstieg des Meeresspiegels von bis zu 6 m bewirken.

### **2.2.3 Oberflächentemperatur und Temperaturschichtung**

Abbildung 24: Klimatologische Monatsmittel der Oberflächentemperatur (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999).gibt, basierend auf den

Daten von JANSSEN et al. (1999), eine flächenhafte Verteilung der monatlich gemittelten Oberflächentemperaturen wieder. Im klimatologischen Mittel treten die niedrigsten Temperaturen im Februar auf. Der Datensatz von JANSSEN et al. (1999) umfasst alle verfügbaren Temperaturmessungen aus den Jahren 1900 bis 1996. Die sommerliche Erwärmung beginnt im April und erreicht ihr Maximum im August. Im September beginnt die Abkühlungsphase.

Zwischen Mai und Juni baut sich eine kräftige thermische Schichtung auf, die im August mit Temperaturdifferenzen zwischen Oberfläche und Boden von bis zu 12 °C ihr Maximum erreicht. Im Laufe des Septembers baut sich die thermische Schichtung schnell ab, im Oktober ist die westliche Ostsee weitgehend vertikal homotherm. In Abhängigkeit von den meteorologischen Randbedingungen kann es in einzelnen Jahren zu deutlichen Abweichungen vom langjährigen Mittel kommen.

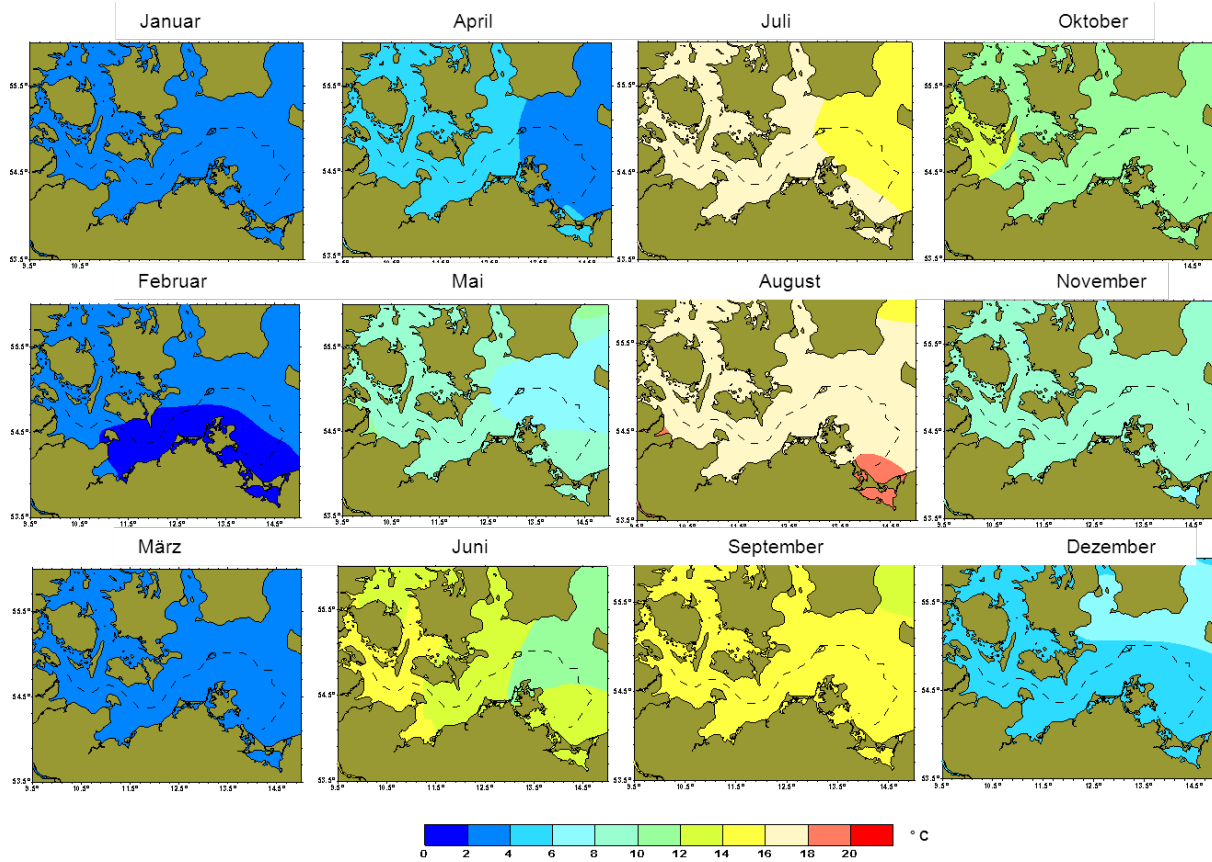


Abbildung 24: Klimatologische Monatsmittel der Oberflächentemperatur (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999).

## 2.2.4 Oberflächensalzgehalt und Salzgehaltsschichtung

Der Salzgehalt in der westlichen Ostsee nimmt generell von West nach Ost ab, wobei die horizontalen Gradienten in den Belten und im Sund besonders ausgeprägt sind. Abbildung 25 bildet den mittleren Jahresgang des Salzgehaltes der Deckschicht nach JANSSEN et al. (1999) ab. Im langjährigen Mittel kann der oberflächennahe Salzgehalt in der Beltsee im Jahresverlauf zwischen 10 und 20 variieren, während in der östlichen Arkonasee Werte zwischen 6 und 8 beobachtet werden. Hervorgehoben ist die 10er-Isohaline zur Verdeutlichung der Grenze zwischen

dem salzarmen brackigen Ostseewasser und dem salzhaltigeren Wasser, welches durch die Belte und den Sund von Westen aus dem Kattegat in die westliche Ostsee einströmt. Bedingt durch die höhere Dichte des salzhaltigeren Wassers findet dieser Einstrom primär am Boden statt und schichtet sich unter das leichtere Oberflächenwasser. Die 10er-Isohaline erreicht ihre westlichste Position in den Sommermonaten und ihre östlichste Position im Dezember, wenn durch die starken Winterstürme aus westlichen Richtungen Wasser aus dem Skagerrak und Kattegat in die westliche Ostsee gedrückt wird.

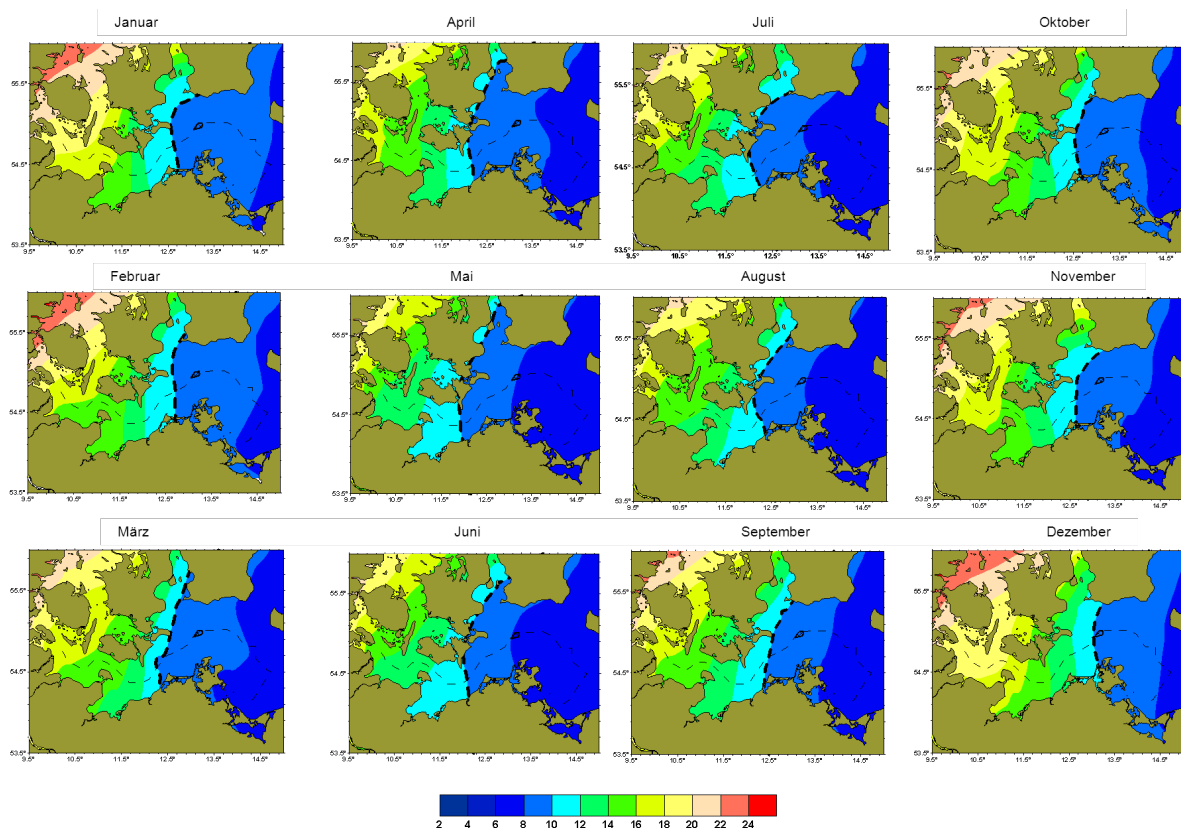


Abbildung 25: Klimatologische Monatsmittel des Oberflächensalzgehalts (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999).

Für den Salzgehalt wird in Abbildung 26 die Schichtung anhand der Differenz zwischen Boden- und Oberflächensalzgehalt dargestellt. Weite Teile der Beltsee und der tiefen Becken sind ganzjährig halin geschichtet (Wasserschichtung, die durch unterschiedliche Salzgehalte hervorgerufen wird) während flache Gebiete wie die Pommersche Bucht ganzjährig

vertikal homohalin sind oder nur eine sehr schwache Schichtung aufweisen. Die haline Schichtung in der Beltsee und den tiefen Becken intensiviert sich im Frühjahr und erreicht im Sommer Unterschiede zwischen oberflächen- und bodennahem Salzgehalt von über 10.

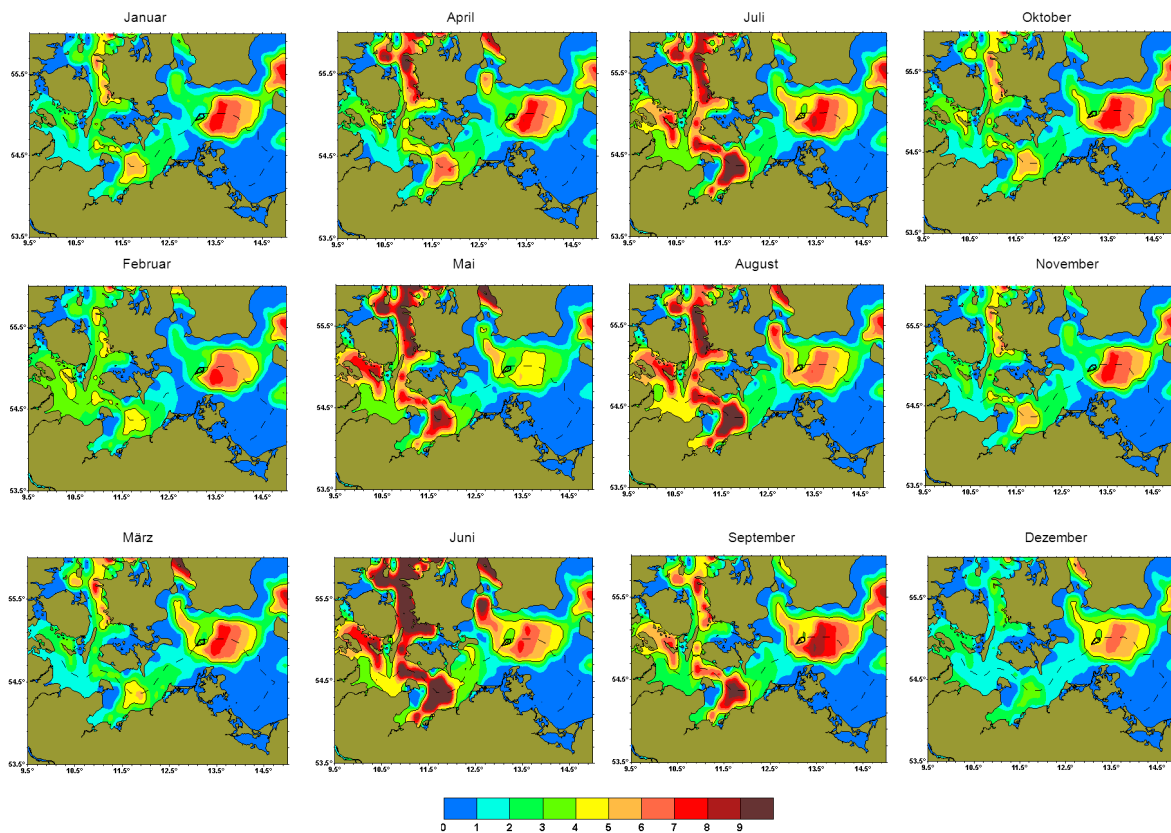


Abbildung 26: Salzgehaltsschichtung in der westlichen Ostsee nach JANSSEN et al. (1999).

### 2.2.5 Eisverhältnisse

In der Ostsee südlich von 56° N bildet sich Eis im Winter nicht regelmäßig. Verantwortlich für die großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen der Eisbedeckung sind Art und Beständigkeit der über Europa herrschenden Großwetterlagen. Die Vereisung kann hier vier charakteristische Entwicklungsstadien durchlaufen, die von der Strenge des Winters, den regionalen ozeanographischen Bedingungen und auch von der Küstenmorphologie und der Meerestiefe bestimmt werden. Sie spiegeln sich in Abbildung 27 durch die Häufigkeitsverteilung des Eisauftretens wieder.

In mäßigen Eiswintern vereisen nur die flachen Buchten vollständig, die wegen ihrer relativ ab-

geschlossenen Lage zur See hin keinen nennenswerten Wasseraustausch mit der wärmeren offenen See haben. In geringerem Maß bildet sich auch an den Außenküsten Eis, vor allem vor der Ostküste Rügens und vor Usedom.

In starken Eiswintern wird die Oberflächenschicht der Kieler und Mecklenburger Bucht sowie des Fehmarnbells soweit abgekühlt, dass sich auf offener See Eis bildet. Es wächst zum grauen Eis (Eisdicke 10-15 cm) an. Der Bedeckungsgrad beträgt großflächig gewöhnlich weniger als 6/10 der Wasseroberfläche. Östlich der Darßer Schwelle kommt nur in einem schmalen Streifen außerhalb der Ostseeküsten Eis vor, dessen Bedeckungsgrad überwiegend weniger als 6/10 beträgt.

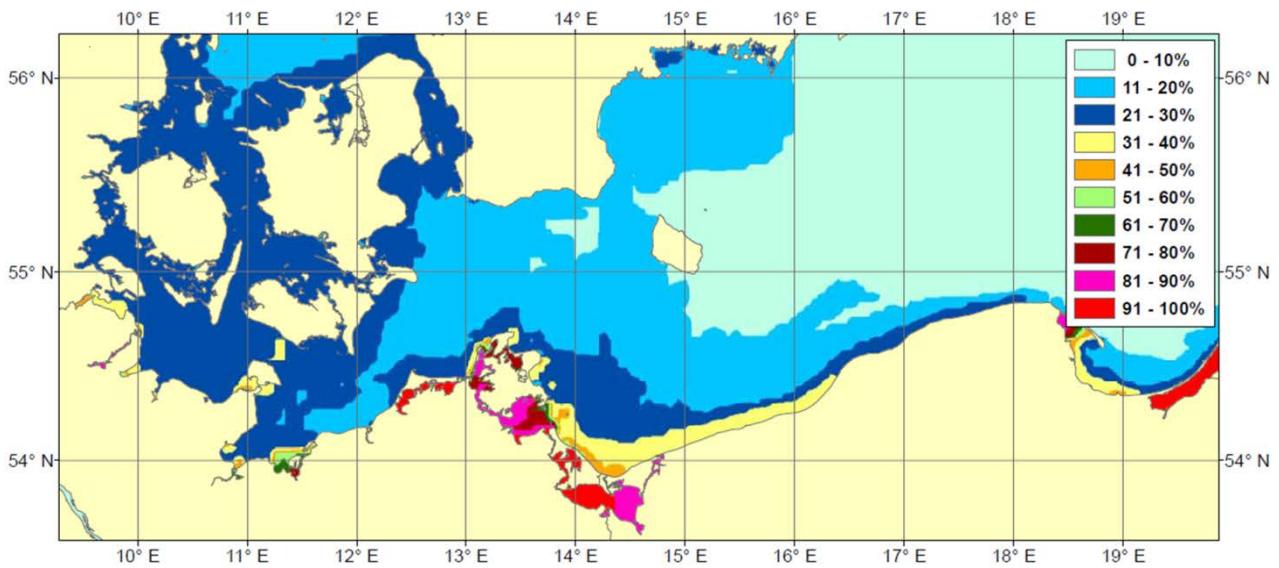


Abbildung 27: Häufigkeit des Eisauftretens in der Ostsee südlich von 56° N im 50-jährigen Zeitraum 1961-2010 (BSH 2012).

In starken Eiswintern wird die Oberflächenschicht der Kieler und Mecklenburger Bucht sowie des Fehmarnbelts soweit abgekühlt, dass sich auf offener See Eis bildet. Es wächst zum grauen Eis (Eisdicke 10-15 cm) an. Der Bedeckungsgrad beträgt großflächig gewöhnlich weniger als 6/10 der Wasseroberfläche. Östlich der Darßer Schwelle kommt nur in einem schmalen Streifen außerhalb der Ostseeküsten Eis vor, dessen Bedeckungsgrad überwiegend weniger als 6/10 beträgt.

In den sehr seltenen extrem starken Eiswintern wird auch im Seegebiet zwischen Bornholm und der baltischen Küste der wegen seiner großen Tiefe recht erhebliche Wärmeverrat des Wassers verbraucht, so dass sich auch dort eine geschlossene Eisdecke ausbilden kann. Dieser sehr seltene Vereisungszustand wurde im letzten Jahrhundert in den Wintern 1939/40, 1941/42 und 1946/47 erreicht.

Im 50-jährigen Zeitraum 1961-2010 trat Eis in der Ostsee südlich von 56° N mit einer Häufigkeit von 80 bis 100% in flachen und geschützt-liegenden Buchten, von 20 bis 50% an den Außenküsten und von 5 bis 30% im Seegebiet auf.

## 2.2.6 Schwebstoffe und Trübung

Unter dem Begriff „Schwebstoff“ werden alle im Meerwasser suspendierten Teilchen mit einem Durchmesser  $>0,4 \mu\text{m}$  verstanden. Schwebstoff besteht aus mineralischem und/oder organischem Material. Der organische Anteil ist stark von der Jahreszeit abhängig, die höchsten Werte treten während der Planktonblüten im Frühsommer auf. Bei stürmischen Wetterlagen mit hohem Seegang steigen die Schwebstoffgehalte in der gesamten Wassersäule durch Aufwirbelung von siltig-sandigen Bodensedimenten stark an. Dabei wirken sich Windsee und in tieferem Wasser insbesondere die Dünung am stärksten aus. In den Flachwasserbereichen der Ostsee ist das sandige Sediment oft von einer Schicht flockigen Materials (Fluff) bedeckt, das sehr leicht resuspendiert werden kann und einen hohen Anteil an organischem Material besitzt (EMEIS et al. 2000).

Für die deutsche AWZ der Ostsee ist die Datenlage bei in-situ Messungen sehr inhomogen und für statistisch belastbare Aussagen nicht ausreichend. Für eine erste Abschätzung der oberflä-

chennahen Schwebstoffverteilung sind in Abbildung 28 die Monatsmittel des oberflächennahen Schwebstoffgehalts (SPM = Suspended Parti-

cular Matter) aus den MERIS<sup>3</sup>-Daten des EN-VISAT-Satelliten der Europäischen Raumbehörde (ESA) für 2004 dargestellt.

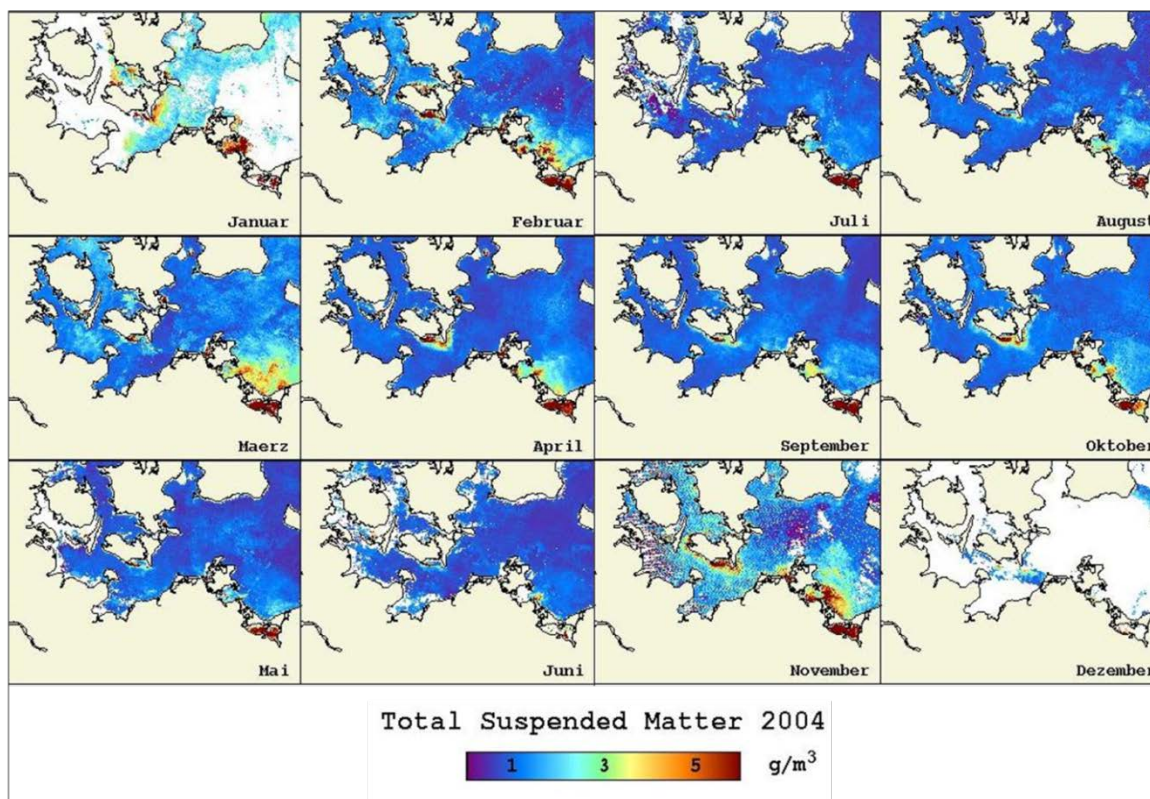


Abbildung 28: Monatsmittel des oberflächennahen Gesamt-Schwebstoffgehaltes aus den MERIS-Daten des ENVISAT-Satelliten für 2004.

Die höchsten Konzentrationen werden im Oderhaff und in den Bodden beobachtet. Im Frühjahr werden durch die starken Süßwasserabflüsse (Schneesmelze) verstärkt Schwebstoffe in die Pommersche Bucht eingetragen. Da im Frühjahr östliche Winde dominieren, werden die Schwebstoffe vorwiegend entlang der Küste in die Arkonasee transportiert (SIEGEL et al. 1999). Die Sedimentationsrate im Arkona-Becken wurde von EMEIS et al. (2000) auf etwa 600 g pro  $\text{m}^2$  pro Jahr abgeschätzt. Auch zwischen der Südspitze von Falster, der Gedser Odde, und der Südost-Küste von Lolland ist über dem Röd-

Sand ganzjährig eine erhöhte Schwebstoffkonzentration sichtbar. Sie entsteht primär durch strömungsbedingte Klifferosion.

### 2.2.7 Zustandseinschätzung hinsichtlich der Nähr- und Schadstoffverteilung

Insgesamt ist das Ostseegebiet ein sensibles Ökosystem, weil Nähr- und Schadstoffe über lange Zeiträume in diesem Gebiet infolge des eingeschränkten Wasseraustausches durch die Beltsee verweilen. Wesentliche Probleme resultieren nach wie vor aus einer zu hohen Nährstoffbelastung und den daraus resultierenden

<sup>3</sup> Fernerkundungsverfahren „Medium Resolution Imaging Spectrometer“



Eutrophierungsphänomenen. Die Belastung mit Nähr- und Schadstoffen ist naturgemäß an den Flussmündungen und Küsten meist höher und nimmt in Richtung offene See ab.

### 2.2.7.1 Nährstoffe

Nährsalze wie Phosphat und anorganische Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammonium) sowie Silikat sind für das Leben im Meer von grundlegender Bedeutung. Sie sind lebensnotwendige Substanzen für den Aufbau des Phytoplanktons (der im Meer treibenden mikroskopisch kleinen einzelligen Algen), auf dessen Biomasseproduktion die gesamte marine Nahrungskette basiert. Da diese Spurenstoffe das Wachstum fördern, werden sie als Nährstoffe bezeichnet. Ein Übermaß an diesen Nährstoffen, welches aufgrund extrem hoher Nährstoffeinträge bedingt durch Industrie, Verkehr und Landwirtschaft in den 70er und 80er Jahren auftrat, führt zu einer starken Anreicherung der Nährstoffe im Meerwasser und somit zu einer Überdüngung (Eutrophierung). Diese dauert auch heute noch in den Küstenregionen an. Als Folge kann es zu einem verstärkten Auftreten von Algenblüten (in der Ostsee sind dies insbesondere Cynobakterienblüten), verminderten Sichttiefen, Verschiebungen im Artenspektrum sowie zu Sauerstoffmangelsituationen in Bodennähe kommen.

Zur Überwachung der Nährstoffe und des Sauerstoffgehaltes führt das IOW im Auftrag des BSH mehrere Monitoringfahrten im Jahr durch. In der Ostsee ist ein typischer Jahresgang von Nährstoffen wie in der Nordsee zu beobachten, mit hohen Nährstoffkonzentrationen im Winter, gefolgt von einer starken Abnahme der Konzentrationen mit Einsetzen der biologischen Aktivität im Frühjahr.

Räumlich betrachtet sind die Nährstoffkonzentrationen in den inneren Küstengewässern in der Regel zwei- dreifach höher als an der Außenküste in der vorgelagerten offenen See; wo-

bei diese Unterschiede für die Nitratkonzentrationen stärker ausgeprägt sind als für Phosphatkonzentrationen. Insbesondere in den flachen Gebieten der Ostsee führen variierende Schichtungen von Temperatur und Salzgehalt zu sehr variablen Nährstoffverteilungen. Weiterhin spielen in diesen flacheren Bereichen Austauschprozesse zwischen Wasser und Sediment – insbesondere die Rücklösung von Phosphor – für die Konzentrationen in der Wassersäule eine große Rolle.

Das Auftreten von Sauerstoffmangelgebieten gehört in der Ostsee aufgrund des geringen Wasseraustauschs mit der Nordsee sowie der zum Teil vorliegenden permanenten Schichtung des Wasserkörpers zu einem natürlichen Phänomen. Durch die Eutrophierung und den damit verbundenen verstärkten Abbau organischen Materials kommt es jedoch zu einer Zunahme der Häufigkeit, Intensität und räumlichen Ausdehnung von Sauerstoffmangelgebieten. Da die Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment insbesondere unter Sauerstoffmangel erfolgt, kommt es hier zu einer weiteren Verstärkung der Eutrophierung.

Auch wenn die Frachten der Phosphor- und Stickstoffverbindungen deutscher Zuflüsse zur Ostsee seit den 1990er Jahren rückläufig sind, nehmen die Eutrophierungsprobleme der Ostsee aufgrund dieser internen Düngung nur sehr langsam ab. Die Folgebewertung gemäß EU-MSRL kommt daher zu dem Schluss, dass weiterhin 100% der deutschen Ostsee eutrophiert sind (BMU 2018). Die stärkste Überschreitung der Konzentrationen an gelöstem anorganischen Stickstoff (DIN) fand sich im Bornholm Becken aufgrund des Einflusses der Oderfahne. Gleiches gilt für die Konzentrationen an Gesamtstickstoff (TN) und Gesamtphosphor (TP). Die Bewertung beruht (bis auf die Bewertung von TN und TP als zusätzliche nationale Indikatoren) auf dem HELCOM Eutrophication Assessment Tool HEAT 3.0, welches die gesamte Ostsee – bis auf kleinere Bereiche in der nördlichen Ostsee und

im Kattegat – als eutrophiert einstuft (HELCOM 2017).

### 2.2.7.2 Sauerstoff

Die tieferen Bereiche der westlichen Ostsee sind im Sommer durch Sauerstoffarmut charakterisiert. Die Intensität der Sauerstoffverarmung hängt von meteorologischen (Temperatur, Wind) und hydrographischen (Schichtung) Faktoren sowie der Höhe der Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet ab. Das Jahr 2002 stellt dabei eine Extremsituation mit extremer Sauerstoffarmut insbesondere vor der dänischen und schleswig-holsteinischen Küste dar. Verbreitet trat Schwefelwasserstoff mit seinen negativen Folgen für die Bodenfauna auf. In den Tiefenbecken der zentralen Ostsee hat sich die Häufigkeit und Intensität der für die Wassererneuerung und Sauerstoffversorgung notwendigen Salzwasser-einbrüche aus der Nordsee seit Mitte der 1970er Jahre deutlich verringert. In den letzten 30 Jahren wurden bedeutende Einstromereignisse nur 1983, 1993 und 2003 beobachtet. Dazwischen lagen langanhaltende Stagnationsperioden mit erheblichen Konzentrationen von Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser.

In Folge des begrenzten Wasseraustausches mit der Nordsee, der Bodenmorphologie und der permanenten halinen Schichtung kommt es im Tiefenwasser der zentralen Ostsee regelmäßig zu Stagnationsperioden. Salzgehalt und Sauerstoffkonzentrationen sind rückläufig und es bilden sich erhebliche Mengen an Schwefelwasserstoff. Eine Erneuerung des Tiefenwassers kann nur durch Salzwassereinbrüche erfolgen, die salz- und sauerstoffreiches Wasser in die Tiefenbecken transportieren.

### 2.2.7.3 Metalle

Die Metalle Cadmium, Quecksilber, Blei und Zink zeigen eine typische räumliche Verteilung mit einem von Westen nach Osten abnehmenden Gradienten im Oberflächenwasser der AWZ (vgl. BMU, 2012b). Die Elemente Blei, Cadmium

und Quecksilber zeigen unterhalb der Referenzwerte. Nach heutigem Kenntnisstand geht von den genannten Metallbelastungen des Meerwassers keine unmittelbare Gefahr für das marine Ökosystem aus.

### 2.2.7.4 Organische Schadstoffe

Die polareren Verbindungen wie die HCH-Isomere und die modernen Pestizide (Triazine, Phenylharnstoffe und Phenoxyessigsäuren) liegen im Wasser in deutlich höheren Konzentrationen vor als die lipophileren, „klassischen“ Schadstoffe wie HCB, DDT, PCB und PAK. Das Herbizid Diflufenican überschreitet im Zeitraum 2012-2018 die Schwellenwerte an den Küsten MV (< 1sm) (MSRL-Zustandsbericht 2018).

Für den neuen prioritären Stoff Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), zeigt der HELCOM-Indikator, dass die PFOS-Konzentrationen in Wasser die Schwellenwerte insbesondere an den Küsten deutlich überschreiten. Die lipophilen chlorierten Kohlenwasserstoffe (HCB, DDT und PCB) werden im Wasser nur in sehr geringen Konzentrationen angetroffen (meist < 10 pg/L). Die Belastung ist in Küstennähe generell höher als in der offenen Ostsee. Zeitliche Trends können aufgrund der hohen Variabilität und der eingeschränkten Datenlage nicht beobachtet werden.

Eine Belastung der Ostsee mit Organozinnverbindungen, welche in der Vergangenheit häufig als Schiffsanstriche verwendet wurden, ist vorhanden. So zeigt das Dibutylzinn (DBT) eine Überschreitung in der Unterwarnow an. Der HELCOM Indikator für TBT zeigt eine Überschreitung des Schwellenwertes in der Ostsee mit TBT an (HELCOM 2018, MSRL Zustandsbericht 2018).

Die Belastung des Ostseewassers mit Erdölkohlenwasserstoffen ist gering. Die Bestimmung der Einzelkomponenten zeigt, dass die aliphatischen Kohlenwasserstoffe hauptsächlich aus biogenen Quellen stammen. Die Konzentrationen der PAK sind ebenfalls relativ gering und zeigen

keine besondere räumliche Verteilung. Die Gehalte an höher kondensierten PAK (4-6-Ring-Aromaten) nehmen in Küstennähe zu, was zum größten Teil auf höhere Schwebstoffgehalte zurückzuführen ist. Aufgrund der hohen Variabilität sind bei keiner der verschiedenen Kohlenwasserstoff-Klassen zeitliche Trends festzustellen, dagegen gibt es saisonale Unterschiede mit höchsten Werten im Winter (PAK). Die Belastungen mit toxisch relevanten PAK liegen um zwei bis drei Zehnerpotenzen unter jenen Konzentrationen, bei denen in Tierversuchen erste Anzeichen für kanzerogene Effekte auftraten (VARANASI 1989).

Die meisten Schadstoffkonzentrationen im Ostseewasser befinden sich in ähnlichen Bereichen wie in der Deutschen Bucht. Bei der DDT-Gruppe sind leicht höhere Konzentrationen in der Ostsee beobachtet worden. Auch bei  $\gamma$ -HCH sind die Werte leicht erhöht. Die Konzentrationen von  $\alpha$ -HCH sind etwa dreimal, die von  $\beta$ -HCH mindestens zehnmal so hoch wie in der Nordsee. Im Gegensatz zur südlichen Nordsee ist die räumliche Verteilung in der westlichen und zentralen Ostsee durch das Fehlen von größeren Eintragsquellen gekennzeichnet. Aus diesem Grund werden nur geringe oder keine Gradienten beobachtet. Langfristige Trends sind nur für die HCH-Isomere gefunden worden. Hier sind sowohl kurzfristig als auch langfristig sehr deutliche Abnahmen in den Konzentrationen zu beobachten.

Bei Schadstoffen im Wasser der Ostsee die die Schwellenwerte überschreiten handelt es sich vor allem um Schadstoffe die bereits Regulierungen oder Verboten unterliegen. Aufgrund der Persistenz dieser Substanzen ist jedoch nur mit einem langsamen Rückgang der Konzentrationen zu rechnen. Ein Eintrag weiterer Schadstoffe würde zu einer verstärkten Belastung für die Ostsee führen.

### 2.2.7.5 Radioaktive Stoffe (Radionuklide)

Der Unfall von Tschernobyl und der nachfolgende Fallout haben das Inventar an künstlichen Radionukliden, insbesondere Cs-134 und Cs-137, wesentlich verändert, wobei hohe Depositionen im Bottnischen und Finnischen Meerbusen zu verzeichnen waren. In den Folgejahren drangen diese hohen Kontaminationen mit dem Oberflächenwasser auch in die westliche Ostsee vor. Die Belastung der Ostsee durch radioaktive Stoffe ist in den letzten Jahren geringer geworden. Durch den im langjährigen Mittel sehr geringen Wasseraustausch der Ostsee mit der Nordsee durch die dänischen Meerengen verbleibt die durch Tschernobyl eingetragene Aktivität im Wasser der Ostsee über einen längeren Zeitraum. Die Konzentrationen von Cs-137 nehmen nach Osten nach wie vor leicht zu – in Richtung des Schwerpunktes des Tschernobyl-Fallouts. Nach wie vor liegen die Konzentrationen von Cs-137 über den Werten von vor dem Unfall von Tschernobyl im April 1986, welches gleichzeitig der HELCOM Schwellenwert ist (15 Bq/m<sup>3</sup>) (HELCOM 2018). Für die nächste Zustandsberichterstattung 2024 wird erwartet, dass die Konzentrationen unterhalb dieses Schwellenwertes liegen.

Dieses Nuklid liefert den höchsten Beitrag der künstlichen Radionuklide für eine mögliche Dosis aus dem Expositionspfad „Verzehr von Meeresfrüchten“. Eine signifikante Dosis aus dieser Quelle oder beim Aufenthalt auf dem Meer oder am Strand ist jedoch nicht zu befürchten.

## 2.3 Plankton

Das Plankton umfasst alle Organismen, die im Wasser treiben. Diese meistens sehr kleinen Organismen bilden eine fundamentale Komponente des marinen Ökosystems. Zum Plankton gehören u. a. pflanzliche Organismen (Phytoplankton), kleine Tierchen und Entwicklungsstadien des Lebenszyklus von Meerestieren wie Eier und Larven von Fischen und benthischen

Organismen (Zooplankton) sowie Bakterien (Bakterioplankton) und Pilze (Funghi).

### 2.3.1 Datenlage und Überwachungsprogramme

In der Ostsee finden seit 1979 regelmäßig Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons im Rahmen des Helsinki-Übereinkommens (HELCOM) statt. Im Rahmen des COMBINE Monitoring Programms der HELCOM wurden von den Anrainerstaaten der Ostsee Untersuchungen sowohl des Phyto- als auch des Zooplanktons in einem großräumigen Stationsnetz in der Ostsee durchgeführt. Diese Daten sind jetzt über ICES frei verfügbar. Zudem werden die Küstengewässer im Rahmen der nationalen Meeresüberwachung für die Ostsee auf Plankton beprobt.

In der westlichen Ostsee untersucht u. a. das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) im Rahmen des nationalen Monitorings Planktonproben von Stationen in den Küstengewässern und in der deutschen AWZ. Die deutsche AWZ der Ostsee wird seit 1979 durch insgesamt 5 Stationen abgedeckt: eine in der Mecklenburger Bucht, eine an der Darßer Schwelle, zwei in der Arkona-See und eine an der Oderbank. Das IOW nimmt jährlich bei insgesamt fünf Schiffsfahrten jeweils zwei Proben (Hin- und Rückfahrt) pro Station. Zusätzlich wird die Probenanzahl pro Station an den vorherrschenden Wasserschichtungen (Thermokline und Halokline) angepasst, sodass Aussagen über die vertikale Verteilung des Planktons getroffen werden können. Vertikale Probenahmen sind insbesondere für die Erfassung des Zooplanktons relevant, da dieses in unterschiedlichen Gemeinschaften in vertikaler Verteilung der Wassersäule vorkommt. Im Jahr 2015 wurden so insgesamt 65 Proben genommen. Die Überwachungsfahrten fanden im Februar, März, April/Mai, Juli und Oktober/November statt. Dauerbeprobungen des Planktons gibt es allerdings nicht. Durch das Fehlen von kontinuierlichen Beprobungen ist das Bild des Vor-

kommens der Planktongemeinschaften lückenhaft. Insbesondere Langzeitveränderungen des Planktons und deren Ursachen lassen sich dadurch nicht genau verfolgen.

### 2.3.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Phytoplanktons

Das Phytoplankton bildet die unterste lebendige Komponente der marinen Nahrungsketten und umfasst kleine Organismen, die meistens bis 200 µm groß sind und taxonomisch dem Reich der Pflanzen zugeordnet werden. Es handelt sich um Mikroalgen, die meistens aus einer einzigen Zelle bestehen oder in der Lage sind, aus mehreren Zellen Ketten oder Kolonien zu bilden. Die Organismen des Phytoplanktons ernähren sich überwiegend autotroph, d.h., sie sind durch die Photosynthese in der Lage, die im Wasser gelösten anorganischen Nährstoffe zur Synthese organischer Moleküle zum Wachstum zu verwenden. Das Phytoplankton beinhaltet ferner auch Mikroorganismen, die sich heterotroph, d.h. von anderen Mikroorganismen ernähren können. Zudem gibt es mixotrophe Organismen, die sich je nach Situation auto- oder heterotroph ernähren können. Viele Mikroalgen sind z. B. in der Lage, im Laufe des Lebenszyklus die Ernährungsart zu wechseln. Bakterien und Fungi bilden phylogenetisch (evolutionsgeschichtlich) ebenfalls gesonderte Gruppen. Bei der Betrachtung des Phytoplanktons werden auch Bakterien, Fungi und solche Organismen, die durch ihre physiologischen Eigenschaften dem Tierreich näherstehen, mitberücksichtigt. In diesem Bericht wird der Begriff Phytoplankton in diesem erweiterten Sinn eingesetzt.

In der Ostsee kommen rund 800 verschiedene Phytoplanktonarten vor (WASMUND 2012). Zum Phytoplankton der westlichen Ostsee gehören u. a. folgende bedeutende taxonomische Gruppen:

- Diatomeen oder Kieselalgen (Bacillariophyta),
- Dinoflagellaten oder Geißelalgen (Dinophyceae),

- Mikroalgen bzw. Mikroflagellaten verschiedener taxonomischer Gruppen sowie
- Blaualgen (Cyanobacteria). Diese dominieren Süß- und Brackwasser-Bereiche. In Gewässern mit niedrigem Salzgehalt wie der Ostsee kann diese Gruppe hohe Abundanz erreichen.

Das Phytoplankton dient den Organismen, die sich auf das Filtrieren des Wassers zur Nahrungsaufnahme spezialisiert haben, als Nahrungsgrundlage. Zu den wichtigsten Primärkonsumenten des Phytoplanktons zählen zooplanktonische Organismen wie Ruderfußkrebse (Copepoda) und Wasserflöhe (Cladocera).

Die Besonderheit der Ostsee als halbgeschlossenes Nebenmeer führt auch zu besonderen ökologischen Eigenschaften und prägt das Vorkommen der biologischen Lebensgemeinschaften. Insgesamt ist die Ostsee durch eine eingeschränkte Artenvielfalt (Biodiversität) charakterisiert. Das Brackwasser der Ostsee hat einen abnehmenden Salzgehalt von 20 PSU im westlichen bis zu 1 PSU im östlichen Bereich. Die Wassermassen der Ostsee weisen zudem eine sehr starke Schichtung auf. Das Artenspektrum besteht dadurch sowohl aus marinen Arten als auch aus Süßwasserarten. Die besonderen Bedingungen der Ostsee führen ferner dazu, dass die marinen Nahrungsketten der Ostsee sehr empfindlich auf Veränderungen reagieren.

Das Vorkommen des Phytoplanktons hängt in erster Linie von den physikalischen Prozessen in der Wassersäule ab. Hydrographische Bedingungen, insbesondere Temperatur, Salzgehalt, Licht, Strömung, Wind, Trübung, Topographie und Austauschprozesse beeinflussen das Vorkommen und die Artenvielfalt des Phytoplanktons. Die direkte Abhängigkeit des Phytoplanktons von Licht für die Photosynthese schränkt sein Vorkommen im Bereich der euphotischen Zone des Pelagials ein. Die Tiefe der euphotischen Zone hängt von der Klarheit bzw. Trübung

der Gewässer ab. Die Trübung der Ostsee variiert sehr stark zwischen den verschiedenen Regionen. Die Trübung hat in den letzten 25 Jahren in vielen Regionen der Ostsee dramatisch zugenommen. Die Erhöhung der Trübung hat das Wachstum der Blaualgen begünstigt und führt im Sommer oft zu exzessiven Blaualgenblüten. Jedoch blieb die Blaualgenblüte im Jahr 2015 in der gesamten Ostsee unterhalb der in den letzten Jahren beobachteten Ausdehnung. Dies ist auf die im Vergleich zum Vorjahr geringere Wasseroberflächentemperatur in den Sommermonaten (Sea Surface Temperature- SST) zurückzuführen.

Neben den physikalischen Prozessen bestimmt die Konzentration der im Wasser gelösten Nährstoffe die Abundanz und Biomasseentwicklung des Phytoplanktons. Ein zusätzlicher Einfluss auf die Verbreitung und die Abundanz des Planktons entsteht durch verschiedene natürliche, aber auch anthropogen verursachte Faktoren. So ist im Bereich der Nord- und Ostsee u. a. die Nordost-Atlantische Oszillation (NAO) maßgeblich für die natürliche Sukzession des Planktons. Auch Flusseinträge beeinflussen die Entwicklung des Planktons - sowohl durch Süßwasser-Abflussmengen als auch durch Nähr- und Schadstofffrachten. Einige Planktonarten bzw. Entwicklungs- oder Ruhestadien nutzen zwar auch das Sediment als Lebensraum. Das eigentliche Habitat des Planktons bilden jedoch die Wassermassen. Eine räumliche Abgrenzung von Habitattypen ist daher für das Plankton, anders als z. B. für das Benthos, nur sehr eingeschränkt möglich. Für Assoziationen von Planktonarten sind vielmehr die hydrographischen Eigenschaften von Wassermassen entscheidend.

Das saisonale Phytoplanktonwachstum weist in der Ostsee feste Auftretensmuster auf. Salzgehalt, Wassertiefe und Verweildauer des Wassers bestimmen das Vorkommen und die Entwicklung des Phytoplanktons (THAMM et al. 2004). Im Frühjahr erwärmen sich flache Küstengewässer schneller und begünstigen das Wachstum des

Phytoplanktons. Zudem begünstigen Nährstoffeinträge über die Flüsse das Wachstum.

Die Frühjahrsblüte wird gewöhnlich von Diatomeenarten dominiert. Ausgelöst werden Frühjahrsalgenblüten durch Anreicherung von Nährstoffen in den vorangegangenen Wintermonaten, die Zunahme der Lichtintensität und eine damit einhergehende Erwärmung des Wassers.

Die Frühjahrsblüte in der Mecklenburgischen Bucht im Jahr 2015 wurde nicht wie gewöhnlich von Diatomeenarten dominiert. Vielmehr kam es zu einer Dominanz von Dinoflagellaten, Dictyochophyceae und Prymnesiophyceae. Die Mecklenburgische Bucht ist allerdings ein sehr diverses System, sodass diese Verschiebungen auch auf Messungenauigkeiten zurückzuführen sein könnten. In der Arkonasee startete die Blütenentwicklung mit *Mesodinium rubrum*. Mitte März wurde die Blüte von Diatomeen dominiert (WASMUND et al. 2016a). Die Grenze zwischen unterschiedlichen Blütenausbildungen verläuft für gewöhnlich zwischen der westlichen und zentralen Ostsee an der Darßener Schwelle. Im Jahr 2015 verlief diese Grenze entlang der östlichen Mecklenburger Bucht. Die Frühjahrsblüte wuchs bis Mitte März 2015 an und verschwand zuletzt Mitte April, wobei Nitrat in diesem Jahr den limitierenden Nährstofffaktor darstellte (WASMUND et al. 2016a).

Von Jahr zu Jahr sorgen unterschiedliche Diatomeenarten wie *Thalassiosira levanderi*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira baltica*, *Dictyocha speculum* und *Chaetoceros* sp. für die Frühjahrsalgenblüte. Im Mai gehen die Diatomeenblüten meistens abrupt zu Ende. Dinoflagellaten nehmen gleichzeitig zu. Insbesondere werden dann Dinoflagellaten in hohen Konzentrationen auch in tieferen Bereichen (15 m) angetroffen. Wahrscheinlich nutzen Flagellaten Nährstoffe aus tieferen Wasserschichten oder auch geringe Konzentrationen regenerierter Nährstoffe. *Gymnodinium* sp. und *Peridiniella* sp. gehören zu den am häufigsten auftretenden Taxa der Dinoflagellaten (WASMUND et al. 2005).

In den Sommermonaten Juli und August treten Blaualgen in hohen Konzentrationen auf und verursachen oft ausgedehnte Blüten. Begünstigt werden Blaualgenblüten durch Salzgehaltswerte zwischen 3,8 und 11,5 PSU, Temperaturen um 16°C, eine Strahlung von mehr als 120 W/m<sup>2</sup> (Tagesmittelwerte) und Windgeschwindigkeiten geringer als 6 m/s. Die Entwicklung der Blaualgenblüten geht mit Verschlechterung der Wetterlage (geringe Sonneneinstrahlung oder starke Winde) zu Ende (WASMUND 1997). Im Herbst entwickeln sich wieder Diatomeenblüten (Kieselalgen), allerdings sind diese im Vergleich zu den Frühjahrsblüten sehr schwach (WASMUND et al. 2005). In den letzten 30 Jahren findet in der Gruppe der Kieselalgen kontinuierlich eine Veränderung der Artenzusammensetzung in der Sommer- und in der Herbstblüte statt. So werden die Arten der Diatomeen-Gattungen *Skeletonema* und *Chaetoceros* sukzessiv durch *Ceratulina pelagica*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Proboscia alata*, *Pseudo-nitzschia* spp. ersetzt (WASMUND et al. 2016a).

Die Eutrophierung stellt für das marine Ökosystem der Ostsee eine große Gefährdung dar. Die Konzentration des Chlorophyll<sub>a</sub> im Wasser, als Maß für die Biomasse des Phytoplanktons, gibt Auskunft über den Grad der Eutrophierung. In der Arkonasee weist die Konzentration des Chlorophyll<sub>a</sub> im Wasser weit niedrigere Werte als in der Finnischen Bucht oder in der nördlichen Ostsee auf (HELCOM 2004). Im Zeitraum 1993 bis 1997 variierte die mittlere Primärproduktion in der Arkonasee zwischen 37 mg C\*m<sup>-2</sup> pro Tag im Januar bis Februar und 941 mg C\*m<sup>-2</sup> pro Tag in den Monaten Juni bis September (WASMUND et al. 2000).

Aus Messreihen des IOW von 1979 bis ca. 1995 geht ein deutlicher Anstieg der Chlorophyll<sub>a</sub>-Konzentration in dieser Zeit hervor. Seit dieser Zeit sind Messwerte auf einem annähernd gleichbleibenden hohen Niveau oder leicht sinkende Werte verzeichnet worden (WASMUND et al.

2016a). Die in den 70er Jahren eingespülten hohen Nährstoffkonzentrationen (maßgeblich Nitrat, Phosphat) hatten sich besonders auf die Vermehrung der Frühjahrsblüte ausgewirkt, wobei die Sommer- und Herbstblüten weitgehend gleiche Ausprägungen erzielten. Eine Ausnahme bildet die Mecklenburger Bucht mit einer kontinuierlichen Abnahme der Frühjahrsblüte seit Beginn der Messungen 1979 (WASMUND et al. 2016b).

### 2.3.3 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Zooplanktons

Das Zooplankton beinhaltet alle in der Wassersäule treibenden bzw. wandernden Meerestierchen. Im marinen Ökosystem nimmt das Zooplankton eine zentrale Rolle ein, zum einen als unterster Sekundärproduzent innerhalb der marinen Nahrungskette als Nahrungsgrundlage von karnivoren Zooplanktonarten, Fischen, marinen Säugetieren und Seevögeln. Zum anderen hat das Zooplankton eine besondere Bedeutung als Primärkonsument (Grazer) des Phytoplanktons. Wegfraß oder Grazing können die Algenblüte aufhalten und durch den Konsum der Zellen die Abbauprozesse des mikrobiellen Kreislaufs regulieren.

In der Ostsee weist die Sukzession des Zooplanktons ein ausgeprägtes saisonales Auftretensmuster auf. Maximale Abundanzen werden generell in den Sommermonaten erreicht. Die Sukzession des Zooplanktons ist für Sekundärkonsumenten der marinen Nahrungsketten von kritischer Bedeutung. Räuber-Beute-Verhältnisse bzw. trophische Beziehungen zwischen Gruppen oder Arten regulieren das Gleichgewicht des marinen Ökosystems. Zeitlich oder räumlich versetztes Auftreten der Sukzession und Abundanz der Arten führt zur Unterbrechung der Nahrungsketten. Insbesondere zeitlicher Versatz, sogenannter trophischer Mismatch, hat zur Folge, dass es bei verschiedenen Entwicklungsstadien von Organismen zu Nahrungsempfängern mit Auswirkungen auf die Populationsebene kommt.

Das Zooplankton wird aufgrund der Lebensstrategien der Organismen in zwei große Gruppen unterteilt:

- *Holozooplankton*: Der gesamte Lebenszyklus der Organismen verläuft ausschließlich in der Wassersäule. Zu den bekanntesten, für die Ostsee wichtigen *holoplanktischen* Gruppen zählen Krebstiere, wie *Copepoda* (Ruderfußkrebse) und *Cladocera* (Wasserflöhe).
- *Merozooplankton*: Nur bestimmte Stadien des Lebenszyklus der Organismen, meistens die Frühlebensstadien wie Eier und Larven, sind planktisch. Die adulten Individuen wechseln dann zu benthischen Habitaten über oder schließen sich dem Nekton an. Hierzu zählen u. a. Frühlebensstadien von Borstenwürmern, Muscheln, Schnecken, Krebsen und Fischen. Pelagische Fischeier/Fischlarven kommen während der Reproduktionszeit zahlreich im Meroplankton vor.

Das Merozooplankton war im Jahr 2015 besonders zahlreich in der Kieler Bucht, erreichte aber unterdurchschnittliche Abundanzen im Arkona-Becken und in der Mecklenburgischen Bucht. Zu den Hauptvertretern gehörten Larven von Polychaeten und Muscheln (WASMUND et al. 2016a).

Die zum Holozooplankton gehörenden Gattungen *Acartia* und *Oithona* bildeten die Hauptvertreter unter den Copepoden (Ruderfußkrebse) in 2015 mit *Acartia bifilosa* als meist vertretene Art (WASMUND et al. 2016a).

Die marinen wirbellosen Tiere verfügen, wie bereits oben erwähnt, über diverse Entwicklungsstadien, die im Plankton vorkommen (z. B. Larven). Die Verbreitung von Larven bestimmt größtenteils das Vorkommen und die Populationsentwicklung von nektonischen wie auch benthischen Arten. Der Transport, die Verbreitung und die erfolgreiche Ansiedlung der Larven haben besondere Bedeutung für die räumliche Verbreitung der Arten und die Entwicklung ihrer Populationen. Die Verbreitung von Larven wird sowohl durch die Bewegungen der Wassermassen

selbst als auch von endogenen bzw. artspezifischen Eigenschaften des Zooplanktons bestimmt. Umweltfaktoren, die die Verbreitung, Metamorphose und Ansiedlung von Larven beeinflussen können, sind u. a. Sedimenttyp und Sedimentstruktur, meteorologische Bedingungen (insbesondere Wind), Licht, Temperatur und Salzgehalt.

Zwei Transportmechanismen beeinflussen die Verbreitung der Larven und deren Ansiedlung im endgültigen Habitat: Horizontale Advektion der Larven mit der vorherrschenden Strömungsrichtung und Diffusion durch klein- und mesoskalige Turbulenz, d.h. Mischungsprozesse im Wasserkörper. Aus Freilanduntersuchungen wurde deutlich, dass die Ansiedlung von Larven sowohl lokal als auch in weit entfernten Bereichen stattfinden kann. Die Verbreitung von Larven aus Küstengewässern wird zumeist durch Frontalzonen zwischen Küstengewässern und der offenen See reguliert. Die Larven sind jedoch bedingt in der Lage, durch vertikale Migration innerhalb der Wassersäule Bereiche aufzusuchen, die eine Überquerung der Grenzschicht ermöglichen, beispielsweise Bereiche mit erhöhter Turbulenz. Artspezifisch entwickeln die Organismen Strategien, die der Verbreitung der Larven und der erfolgreichen Ansiedlung dienen. Solche Strategien, die letztendlich das Überleben der Art sichern, reichen von der Anpassung der Reproduktionszeit, der -tiefe und des -areals bis hin zu Vertikalbewegungen der Larven und aktivem Überqueren von Grenzschichten. Die Larvenkompetenz bzw. der Erhalt der Fähigkeit zur Einleitung der Metamorphose, bis günstige Bedingungen eintreffen, reguliert den Ansiedlungserfolg der Individuen jeder Art im artspezifischen Habitat (GRAHAM & SEBENS 1996).

Die Charakterisierung von Habitattypen aufgrund des Vorkommens von Zooplankton gestaltet sich schwierig. Wie bereits für das Phytoplankton erläutert, bilden eigentlich Wassermassen das Habitat des Zooplanktons. Von daher ist für diesen Zweck eine Charakterisierung von

Wassermassen und der damit verbundenen Zooplanktonassoziationen sinnvoll. Für die Unterscheidung der Wassermassen ist dabei nicht das Artenspektrum der Zooplanktonpopulationen, sondern vielmehr der Anteil der jeweiligen Arten, insbesondere der Schlüsselarten, an der Zusammensetzung der Assoziationen von Bedeutung.

Bei Lebensgemeinschaften der Ostsee tritt aufgrund der Variabilität in der Salinität eine Verlagerung der vertikalen Verbreitung ein. Dieses Phänomen wurde von REMANE (1955) als Submergenz bezeichnet. Tiere des marinen Eulitorals und des Supralitorals ertragen größere Schwankungen der Salinität als Tiere des Sublitorals bzw. der Meerestiefe. Sie können daher weiter in Brackwasser vordringen als marine Tiefenformen. Nur wenige Arten können auch in die Tiefe vordringen und zwar solche, die sich karnivor (fleischfressend) ernähren können. Das Phänomen der Brackwassersubmergenz ist allerdings keine Besonderheit der Ostsee, sondern typisch für Brackgewässer (REMMERT 1968). So tritt z. B. in der Kieler Bucht die Ruderfußkrebsart *Oithona similis* im oberflächennahen Bereich in Konzentrationen von mehreren Tausend Individuen pro m<sup>3</sup> auf. Östlich der faunistischen Grenze der Darßer Schwelle hält sich diese Art dagegen im salzreichen Tiefenwasser auf. Die Beprobung der Station in der Arkonasee 2003 nach dem Salzwassereinbruch hat gezeigt, dass mit zunehmender Wassertiefe die Abundanz dieser Art von 2.400 Weibchen pro m<sup>3</sup> in den oberen 5 m auf 31.500 Weibchen pro m<sup>3</sup> zwischen 18 und 22 m Wassertiefe anstieg (WASMUND et al. 2004).

Im Mittel treten pro Jahr 22 Zooplankton-Taxa in der Ostsee auf (WASMUND et al. 2005). Allerdings wurden im Zeitraum 1999 bis 2002 nur 12 Taxa ganzjährig angetroffen (POSTEL 2005). Generell hängen Artenspektrum, Abundanz- und Dominanzverhältnisse von den herrschenden hydrographischen und meteorologischen Bedin-



gungen und der Entwicklung des Phytoplanktons ab: Salzwassereinträge aus der Nordsee versorgen das Ökosystem der Ostsee mit marinen Arten wie dem Ruderfußkrebs *Paracalanus parvus* und der Anthomeduse *Euphysa aurata*. Nach den Herbst- und Winterstürmen tritt der Pfeilwurm *Sagitta elegans* auf.

Bei langanhaltenden Stagnationsperioden tritt dagegen die Brackwasser-Ruderfußkrebsart *Limnocalanus macrurus* häufig in der südlichen Ostsee auf (POSTEL 2005). Milde Winter, aber auch warme Sommer beeinflussen das Vorkommen und die Abundanz ebenfalls. So treten wärmeliebende Arten wie die Ruderfußkrebse *Acartia tonsa* und *Eurytemora affinis* vermehrt in besonders warmen Sommermonaten auf. Das Auftreten des Merozooplanktons wird von den Sauerstoffverhältnissen am Meeresboden und den Reproduktionszyklen der benthischen Organismen gesteuert.

Im Jahr 2015 wurden an 9 Stationen des IOWs von der westlichen Ostsee bis zum westlichen Gotlandbecken deutlich mehr Zooplankton Taxa festgestellt als in den Vorjahren. So wurden im Jahr 2015 61 Taxa registriert, während 2014 45 Taxa und im Jahr 2013 52 Taxa identifiziert wurden. Dieser Artenanstieg wird auf einen starken Salzwassereintrich aus der Nordsee im Vorjahr zurückgeführt (WASMUND et al. 2016). Ein vergleichbarer starker Salzwassereintrich davor fand zuletzt 1880 statt (Mohrholz et al., 2015, Nausch et al., 2016). Zu den am zahlreichsten aufgetretenen neuen Arten zählten *Acartia clausi*, *Calanus* spp., *Centropages typicus*, *Corycaeus* spp., *Longipedia* spp., *Oithona atlantica* und *Oncaea* spp. (WASMUND et al. 2016a).

Für gewöhnlich finden sich hohe Abundanzen von Cladocera (Wasserflöhe) in den Gewässern der Mecklenburger Bucht und des Arkona-Beckens. Im Jahr 2015 konnte entgegen ihrer gewöhnlichen Ausbreitung kein Vorkommen der Cladocera festgestellt werden (WASMUND et al. 2016a). Die Zooplanktonentwicklung in der Mecklenburger Bucht und im Arkona-Becken im

Jahr 2015 zeichnete sich im Vergleich zu den Vorjahren durch ein frühes Wachstum aus. Dies führte zu einem frühen Maximum der Population im Frühjahr (März), welches sonst gewöhnlich erst im Sommer/Herbst erreicht wird. Insgesamt sind die Zooplankton Abundanzen im Vergleich seit dem Jahr 2000 rückläufig. Dieser Trend setzte sich im Jahr 2015 fort. Mit  $130 \times 10^3$  Individuen pro  $m^3$  war die totale Zooplankton Abundanz am niedrigsten seit dem Jahr 1995 (WASMUND et al. 2016a).

### 2.3.4 Zustandseinschätzung des Planktons

Anhand der dargestellten Erkenntnisse wird deutlich, dass nur sehr eingeschränkt Schlussfolgerungen über den Zustand des Planktons und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die marinen Nahrungsketten gezogen werden können. Zum einen fehlen konsequent durchgeführte Überwachungsprogramme und Langzeitreihen, um natürliche Prozesse und anthropogen verursachte Änderungen der Entwicklung beim Plankton identifizieren bzw. differenzieren zu können. Zum anderen ist der Einfluss der physikalischen Prozesse bzw. der Hydrodynamik auf das Plankton sehr prägnant: So ist es z. B. nur eingeschränkt möglich, anhand von Phytoplanktondaten zwischen Auswirkungen der Eutrophierung und natürlichen Prozessen zu unterscheiden (ICES 2004).

Das gesamte Ökosystem der Ostsee hat in den letzten Jahren Veränderungen erfahren. Anthropogene Einflüsse und Klimawandel steuern, neben der natürlichen Variabilität, diese Veränderungen. Ab Anfang der 1980er Jahre sind langsame Veränderungen, 1987/1988 sprunghafte Veränderungen im gesamten Ökosystem der Ostsee zu verzeichnen. Mit diesen Beobachtungen hängen auch die Veränderungen des Planktons zusammen.

#### Phytoplankton

So zeigt die Auswertung der Phytoplankton-Daten Veränderungen im Hinblick auf das Artenspektrum, die Abundanz oder Biomasse. Es

lässt sich eine Zunahme der Phytoplankton-Biomasse feststellen. Seit Jahren beobachtet das IOW eine Abnahme der Diatomeen in der Frühjahrsblüte zu Gunsten der Dinoflagellaten (WASMUND et al. 2000). Beobachtet wurden in den letzten Jahren zudem ein gehäuftes Auftreten von Algenblüten, ein aperiodisches und nicht vorhersagbares Auftreten toxischer Algenblüten sowie die Einführung nicht-einheimischer Arten. Es bleibt jedoch unklar, zu welchem Anteil die Eutrophierung, Klimaveränderungen oder einfach nur die natürliche Variabilität zu den Veränderungen im Phytoplankton beitragen (EDWARDS & RICHARDSON 2004). Die Variabilität der hydrographischen Parameter steuert und schränkt ggf. das biologische Geschehen ein.

Es gibt allerdings ausgeprägte saisonale Effekte der Nährstoffkonzentrationen bzw. der darauffolgenden Reaktionen des Phytoplanktons auf das Nährstoffangebot. Die Nährstoffzufuhr ist gerade in den Sommermonaten viel entscheidender für das Phytoplanktonwachstum als die Anreicherung von Nährstoffen im Winter, die eigentlich nur das Frühjahrswachstum anregen kann. Die räumliche Variabilität bei der Aufnahme und Verwertung von Nährstoffen zwischen dem Phytoplankton in Küstengewässern und dem Phytoplankton im Offshore-Bereich erschwert z. B. die Evaluierung von Eutrophierungseffekten auf die Planktonentwicklung zusätzlich (PAINTING et al. 2005). Erkenntnisse aus großräumigen Untersuchungen bzw. Forschungsprojekten (HELCOM, IOW) haben die hohe Variabilität des Phytoplanktonvorkommens in der Ostsee dokumentiert.

Parallel zum Anstieg der Nährstoffeinträge entwickelte sich auch das Phytoplankton-Wachstum: seit Beginn der Chlorophyll-Messungen (1979) bis in die Mitte der 90er Jahre ist die Chlorophyll<sub>a</sub> Konzentration deutlich angestiegen, wuchs also sukzessive mehr Masse an Mikroalgen pro Jahr heran. Seitdem stagnieren die Werte oder nehmen sogar ab. Insgesamt ist

das Phytoplankton-Aufkommen in der Ostsee jedoch immer noch auf einem sehr hohen Niveau. Eine übermäßige Zufuhr von Nährstoffen verursacht allerdings Veränderungen der Struktur und Funktionalität des Ökosystems.

Bei Phytoplankton werden hinsichtlich der Eutrophierung folgende direkte Auswirkungen beschrieben (HELCOM 2006): Steigerung der Primärproduktion und Biomasse, Veränderung des Artenspektrums, Häufung des Auftretens von Algenblüten, Zunahme der Trübung und Reduzierung der Lichteindringtiefe im Wasser sowie Steigerung der Sedimentation von organischem Material.

Das IOW stellt jährlich umfangreiche Listen der Diatomeen und Dinoflagellaten für die Ostsee zusammen. Seit Jahren wird dabei beobachtet, wie die Anzahl Diatomeen in der Frühjahrsblüte zu Gunsten der Dinoflagellaten abnimmt (WASMUND et al. 2000). ALHEIT et al. (2005) haben die vorhandenen Langzeitdaten der Helgoland Reede und der Ostsee-Station „K2 Bornholm“ auf Veränderungen hin analysiert. Es wurde dabei festgestellt, dass die Ökosysteme der Nord- und Ostsee ab 1987 gleichzeitig einsetzende Veränderungen mit unterschiedlichen Konsequenzen für die marinen Nahrungsketten erfahren haben. Dies ist umso bedeutender, wenn man die völlig verschiedenen hydrographischen Bedingungen von Nord- und Ostsee berücksichtigt. Diese Veränderungen betreffen alle Ebenen der Nahrungsketten, beginnend mit dem Phytoplankton bis zu den oberen Sekundärkonsumenten. Für beide Ökosysteme korrelierten die Veränderungen mit der Veränderung der NAO.

Unter bestimmten Bedingungen können vom Phytoplankton Gefährdungen auf die marine Umwelt ausgehen. Insbesondere stellen toxische Algenblüten (z. B. Blaualgenblüten) eine große Gefahr für die Sekundärkonsumenten des marinen Ökosystems und für den Menschen dar. In der Ostsee sind in den letzten Jahren regelmäßig toxische und potenziell toxische Arten,

gelegentlich auch in hoher Abundanz, festgestellt worden. Die extreme Vermehrung bzw. Algenblüte der toxischen Art *Chrysochromulina polylepis* von Mai bis Juni 1988 führte entlang der norwegischen Küste im Skagerrak zum Massensterben von Fischen und Bodentieren (GJOSAETER et al. 2000). Im Jahr 2015 fiel die Cyanobakterienblüte im Vergleich mit den Vorjahren in Bezug auf ihre Ausbreitung und Dichte geringer aus (ÖBERG 2016).

Vermeidungsreaktionen auf toxische Algenblüten im Küstenmeer sind bei Seevögeln dokumentiert worden (KVITEK & BRETZ 2005). Ähnliche Meidereaktionen sind bei fischfressenden Hochseevögeln seltener, so dass diese häufig Opfer von in Fisch angereicherten Algentoxinen werden (SHUMWAY et al. 2003).

### **Zooplankton**

Auch das Zooplankton ist durch natürlich und anthropogen verursachte Veränderungen betroffen. Für das Zooplankton der westlichen Ostsee

lässt sich in den letzten Jahren eine schleichende Veränderung nachweisen. So haben sich die Artenzusammensetzung und die Dominanzverhältnisse innerhalb der Zooplankton-Gruppen verändert. Die Anzahl nicht-einheimischer Arten hat zugenommen. Viele nicht-einheimische Arten haben sich bereits etabliert. Viele gebietstypische Arten sind zurückgegangen, darunter auch solche, die zu den natürlichen Nahrungsressourcen des marinen Ökosystems gehören. Auswertungen der Daten aus den Überwachungsfahrten des IOW haben gezeigt, dass die Abundanz einiger Zooplankton-Taxa in den letzten Jahren zurückgegangen ist, z. B. die maximale Abundanz von *Pseudocalanus spp.*, einer wichtigen Nahrungsgrundlage des Herings in der Ostsee (HELCOM 2004). Zudem treten deutliche Verschiebungen des Artenspektrums auf (POSTEL 2005).

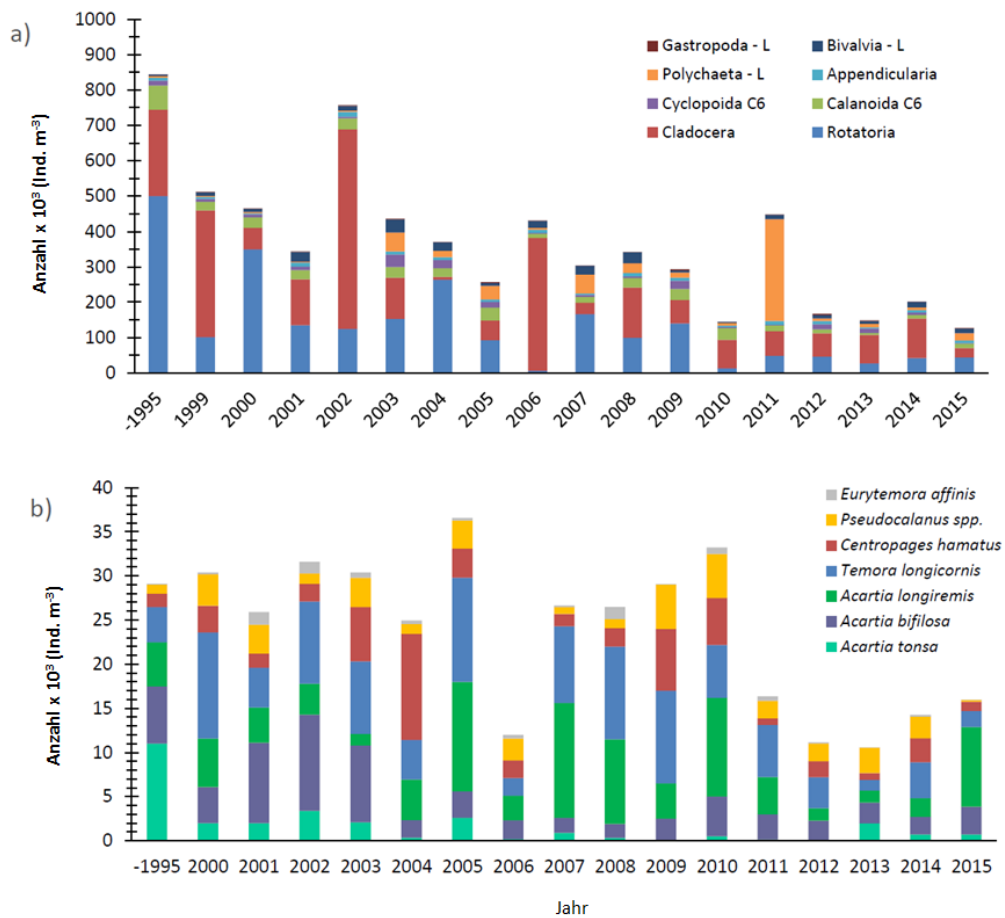


Abbildung 29: Verlauf der Abundanzmaxima von a) fünf holoplanktischen Taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Calanoida und Copelata) und drei meroplanktischen Taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) und b) sieben calanoiden Copepoden von 1995 – 2015 (WASMUND et al. 2016a).

Ergebnisse des IOW-Zustandsberichts zeigen tendenziell einen Rückgang in der Gesamtabundanz des Holozooplanktons von 1995 – 2015 (Abbildung 29a). Abgesehen von den Jahren 2002 und 1995 mit relativ hoher Konzentration schrumpfte die Summe der Maxima aller berücksichtigten Taxa im Zeitraum 1995 bis 2015 von  $850 \times 10^3$  auf  $130 \times 10^3$  Ind. pro  $m^3$ . Im Jahr 2011 verdoppelte sich allerdings die Summe der jeweiligen maximalen Konzentrationen gegenüber dem Vorjahr, bedingt durch einen starken Anstieg der Polychaeten-Larven und einen moderaten Anstieg der Rotatoria. Die ungewöhnlich hohe Konzentration der Polychaeten-Larven liegt in der synchronen Freisetzung der Larven begründet, die genau mit dem Termin der Probeentnahme im März zusammengefallen sein muss. Die geringen Abundanzen im Jahr 2015 sind auf einen starken Rückgang der *Cladocera* und *Calanoida* gegenüber den Vorjahren zurückzuführen (Abbildung 29a). Betrachtet man einzelne calanoide Copepoden, zeigt sich, dass sich das Vorkommen der Arten *Pseudocalanus* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* tendenziell verringert. Für *Acartia* spp. lässt sich kein klarer Trend erkennen (Abbildung 29b).

Beim Zooplankton der Nordsee wurden ebenfalls Veränderungen beobachtet. Aufgrund des Austauschs zwischen den Ökosystemen der Nord- und Ostsee sind diese Veränderungen auch für die Ostsee relevant. So hat die Abundanz von *Scyphomedusen* (Quallen) mit steigenden Wassertemperaturen abgenommen (LYNAM et al. 2004). Quallen ernähren sich primär von Fischlarven und können ggf. zur Dezimierung der Fischbestände beitragen.

Die Autoren diskutieren daher – die in diesem Fall durch Abnahme der Räuberarten – positive Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Erholung von Fischbeständen. Gleichwohl kann auch hier die simultane Wirkung anderer Faktoren, wie Eutrophierung und fischereiliche Aktivität, nicht ausgeschlossen werden.

Zunehmend wirken auch gebietsfremde Arten auf die Sukzession ein. Diese werden vor allem durch die Schifffahrt (Ballastwasser) und Muschelaquakultur eingeführt. Veränderungen der Artenzusammensetzung und ggf. Artenverschiebungen durch Ausbreitung von nicht einheimischen Planktonarten können nicht ausgeschlossen werden. Indirekte Auswirkungen der nicht-einheimischen Arten auf die marine Nahrungskette können ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt ist von einer Gefährdung der natürlichen Prozesse im Plankton durch die Einführung von nicht-einheimischen Arten auszugehen. Viele nicht-einheimische Zooplanktonarten haben sich bereits etabliert. Die Crustaceenarten *Acartia tonsa*, *Ameira divagans* und *Cercopagis pengoi* wurden durch Ballastwasser von Schiffen in die Ostsee eingeführt. In der letzten Zeit bereitet die Einführung der großen Rippenqualle *Mnemiopsis leydei* vermehrt Sorgen. Sollte sich die Rippenqualle in der Ostsee etablieren und sich aufgrund der Erwärmung übermäßig vermehren, so würde dies eine Gefährdung für die Fischbestände bedeuten. Die große Rippenqualle ernährt sich von größerem Zooplankton und insbesondere auch von Fischlarven. Auf diese gab es allerdings im Jahre 2011 keinen Hinweis (WASMUND et al. 2012). Aktuell wurden keine größeren Bestände der Rippenqualle festgestellt (WASMUND et al. 2016a).

Da Phytoplankton durch Strömung transportiert und verbreitet wird, strömen mit den Wassermassen auch Phytoplanktonarten aus dem Atlantik in die Ostsee herein und wirken sich auf die natürliche Sukzession aus (REID et al. 1990). Im Phytoplankton wurde als bedeutendster Einwanderer *Prorocentrum minimum* identifiziert, der wahrscheinlich auf natürlichem Wege in die Ostsee vorgedrungen ist, sich seit 1981 von Westen her stark ausbreitet und insbesondere in den 1990er Jahren starke Blüten bildete. Inzwischen hat sich *Prorocentrum minimum* (heute *Prorocentrum cordatum* genannt) in der Ostsee

etabliert und entwickelt gelegentlich dominante Bestände (WASMUND et al. 2016a).

### **Auswirkungen von Klimaänderungen**

Klimaveränderungen und die Konsequenzen für das marine Ökosystem beschäftigen die Wissenschaftler in den letzten Jahren immer intensiver. BEAUGRAND (2004) analysierte und fasste bisherige Erkenntnisse über Phänologie, Ursachen bzw. Mechanismen und Konsequenzen der Veränderungen im marinen Ökosystem des Nordostatlantiks und der Nordsee zusammen. Unter Berücksichtigung der Daten aus dem Zeitraum 1960 bis 1999 haben die statistischen Auswertungen eine eindeutige Veränderung bzw. Zunahme der Phytoplanktonbiomasse nach 1985 ergeben. Die Zunahme der Phytoplanktonbiomasse war 1988 besonders stark ausgeprägt. Zeitlich korreliert die Biomassenzunahme mit den stark ausgeprägten klimatischen und hydrographischen Veränderungen der Jahre 1987 bis 1988. BEAUGRAND (2004) vermutet, dass Veränderungen des marinen Ökosystems durch Veränderung der hydrographischen und meteorologischen Bedingungen, insbesondere nach 1987, stark korreliert mit der NAO-Entwicklung und eine Verschiebung von biogeographischen Grenzen bereits seit Anfang der 80er Jahre aufgrund von Reorganisation der biologischen Struktur des Ökosystems im Nordostatlantik erfolgen könnten.

Nach HAYS et al. (2005) haben Klimaveränderungen insbesondere auf Verbreitungsgrenzen von Arten und Gruppen des marinen Ökosystems eingewirkt. Zooplankton-Assoziationen von Warmwasserarten haben z. B. im Nordostatlantik ihre Verbreitung um fast 1.000 km nach Norden verlagert. Dagegen haben sich die Areale von Kaltwasser-Assoziationen verkleinert. Zusätzlich haben Klimaveränderungen Auswirkungen auf das jahreszeitliche Auftreten von Abundanzmaxima verschiedener Gruppen. Eine zeitlich versetzte Bestandsentwicklung kann Folgen in den gesamten marinen Nahrungsketten

haben. EDWARDS und RICHARDSON (2004) vermuten sogar eine besondere Gefährdung von temperierten marinen Ökosystemen durch Veränderung bzw. zeitlichen Versatz in der Entwicklung verschiedener Gruppen. Die Gefährdung entsteht durch die direkte Abhängigkeit des Reproduktionserfolgs der Sekundärkonsumenten von Plankton (Fische, marine Säuger, Seevögel). Auswertungen von Langzeitdaten für den Zeitraum 1958 bis 2002 bei 66 marinen Taxa haben bestätigt, dass marine planktische Assoziationen auf Klimaveränderungen reagieren. Die Reaktionen fallen allerdings in Bezug auf Assoziation oder Gruppe und Saisonalität sehr unterschiedlich aus.

BEAUGRAND & REID (2003) haben Langzeitveränderungen in drei verschiedenen trophischen Ebenen der marinen Nahrungsketten (Phytoplankton, Zooplankton und Fische) in Verbindung mit Klimaveränderungen analysiert. Es konnte dabei gezeigt werden, dass Veränderungen zeitlich versetzt in allen drei pelagischen Ebenen auftraten. 1982 wurde zuerst eine Abnahme von Euphasiaceen (Leuchtgarnelen) festgestellt. Es folgte 1984 eine Zunahme der Abundanz der kleinen Ruderfußkrebse. 1986 gab es einerseits eine Steigerung der Phytoplankton-Biomasse und andererseits eine Abnahme des großwüchsigen Ruderfußkrebsses *Calanus finmarchicus*. 1988 folgte dann eine Abnahme der Lachsbestände. Diese Veränderungen leiteten 1986 eine neue Phase der Struktur des marinen Ökosystems im Nordostatlantik und in angrenzenden Meeren ein, die bis heute anhält. Die Erhöhung der Temperatur scheint dabei eine tragende Rolle zu spielen.

Dass sich Klimaveränderungen auf mehreren trophischen Ebenen auswirken können, zeigen auch Studien von SOMMER et al. (2007). Hier stellte man bei Temperaturerhöhungen von 2 - 6°C höhere Sterberaten von Nauplius Larven, einem Entwicklungsstadium der Copepoden, fest. Nauplius Larven sind ein wichtiger Organismus

im trophischen Netz, da sie die Hauptnahrung vieler Fischlarven darstellen.

Laut HELCOM kann von einem Temperaturanstieg des Oberflächenwassers von 2°C in der südlichen Ostsee und von 4°C in der nördlichen Ostsee bis Ende des nächsten Jahrhunderts ausgegangen werden (HELCOM 2013a). Zusätzlich wird ein dramatischer Rückgang der Eis-Bedeckung im Winter erwartet. Die bereits jetzt erhöhten Niederschlagsmengen können im Mittel stärker ansteigen und partiell eine Reduktion des Salzgehaltes bewirken. Der erwartete Temperaturanstieg könnte zu Veränderungen der Artenzusammensetzung des Zooplanktons führen (HELCOM 2013a).

Eine weitere Folge des Temperaturanstiegs könnte eine veränderte Größenverteilung des Phytoplanktons sein. So stellte SOMMER et al. (2007) bereits bei einer Temperaturerhöhung von 2°C geringere Abundanzen größerer Phytoplankton-Organismen fest.

Veränderungen im jahreszeitlichen Verlauf des Wachstums im Phytoplankton können auch zu trophischem Mismatch (zeitlich versetztes Auftreten von Gruppen, die in ihrer Nahrungsgrundlage voneinander abhängig sind) innerhalb der marinen Nahrungsketten führen: Verzögerung des Diatomeenwachstums kann das Wachstum der Primärkonsumenten beeinträchtigen. Kleine Ruderfußkrebse können durch Fehlen von Diatomeen während der Wachstumsphase Nahrungsmangel erleiden. Ruderfußkrebse sind wiederum wichtiger Bestandteil der Nahrung von Fischlarven. Fischlarven würden durch vermindertes Wachstum der Ruderfußkrebse verhungern. Trophischer Mismatch ist in den letzten Jahren oft in verschiedenen Bereichen beobachtet worden.

Die Planktonorganismen reagieren auf widrige Situationen durch artenspezifische Schutz- und Abwehrmechanismen. Zu den bekanntesten dieser für das Überleben wichtigen Mechanismen gehören Diapause und Sporenbildung (PANOV et

al. 2004). Diatomeen und Dinoflagellaten sind in der Lage, Ruhecysten zu entwickeln, die dann im Sediment überwintern oder auf wachstums-günstige Bedingungen warten.

## 2.4 Biotoptypen

Nach VON NORDHEIM & MERCK (1995) handelt es sich bei einem marinen Biotoptyp um einen charakteristischen, typisierten Lebensraum des Meeres. Ein mariner Biotoptyp bietet mit seinen ökologischen Bedingungen weitgehend einheitliche, von anderen Typen verschiedene Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften im Meer. Die Typisierung schließt abiotische (z. B. Feuchte, Nährstoffgehalt) und biotische Merkmale (Vorkommen bestimmter Vegetationstypen und -strukturen, Pflanzengesellschaften, Tierarten) ein.

Die Mehrzahl der Typen Mitteleuropas wird in ihrer konkreten Ausprägung zudem durch die herrschenden anthropogenen Nutzungen (Landwirtschaft, Verkehr usw.) und Beeinträchtigungen (Schadstoffe, Eutrophierung, Freizeitnutzung usw.) geprägt.

Die aktuelle Biotoptypengliederung der Ostsee hat das Bundesamt für Naturschutz (BfN) in der Roten Liste gefährdeter Biotoptypen Deutschlands veröffentlicht (FINCK et al. 2017).

### 2.4.1 Datenlage

Im Rahmen des F&E-Vorhabens „Marine Landschaftstypen der Nord- und Ostsee“ des BfN entstand ein räumliches Verteilungsmuster der ökologisch wichtigsten Sedimentklassen und teilweise auch übergeordneter Biotoptypenklassen (vgl. Abbildung 30, SCHUCHARDT et al. 2010). Auf dieser Basis lassen sich allerdings nicht hinreichend wissenschaftlich belastbar abgrenzbare Flächen der marinen Biotoptypen darstellen. Eine modellierte flächendeckende Verteilung mariner Biotopde der deutschen Ostsee gemäß des HELCOM „Underwater Biotope and Habitat Classification System“ (HELCOM HUB) wurde von SCHIELE et al. (2015) erarbeitet.

Hierzu wurden modellierte Verteilungen von wenig mobilen Makrozoobenthos-Arten mit abiotischen Daten (z. B. Korngröße, Salinität, Temperatur, Wassertiefe etc.) verschnitten. Des Weiteren können die vom BfN gemeldeten Vorkommen von Riffen und Sandbänken herangezogen werden. Weitere wichtige Erkenntnisse liefern die Ergebnisse zu Biotopvorkommen, die im

Rahmen von Genehmigungsverfahren von Netzanbindungen und Windparks ermittelt wurden. Im Bereich des Vorranggebietes Windenergie EO1 können die Ergebnisse der biotopschutzrechtlichen Prüfung herangezogen werden, die im Rahmen der zweijährigen Basisuntersuchungen aus den Jahren 2011-2013 erhoben wurden (IFAÖ 2015, IFAÖ 2016).

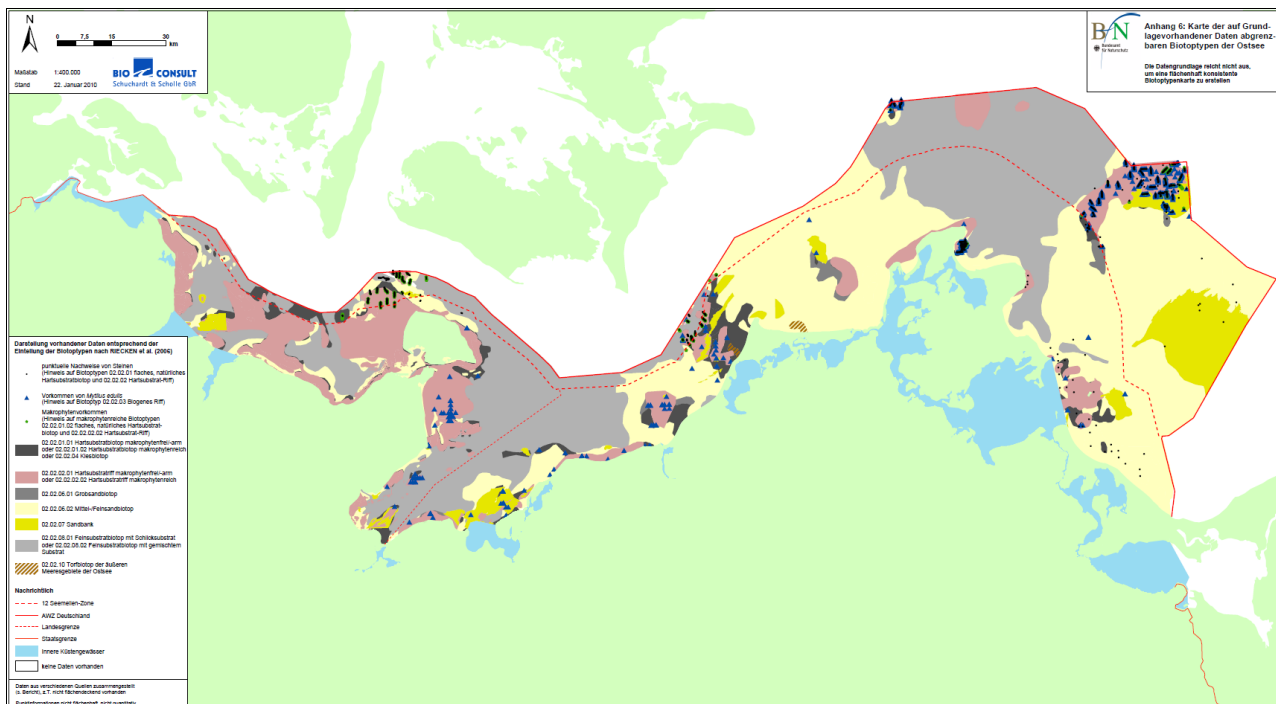


Abbildung 30: Karte der auf Grundlage vorhandener Daten abgrenzbaren Biotoptypen der deutschen Ostsee (nach SCHUCHARDT et al. 2010).

### 2.4.2 Biotoptypen der deutschen Ostsee

Eine aktuelle Darstellung der Verteilung mariner Biotope in der deutschen Ostsee gemäß des HELCOM „Underwater Biotope and Habitat Classification System“ (HELCOM HUB) ist in Abbildung 31 dargestellt. Aus der Analyse ergaben sich für das deutsche Ostsee-Gebiet insgesamt 68 identifizierte HELCOM HUB-Biotope. Insgesamt sind gemäß SCHIELE et al. (2015) knapp 60% der deutschen Ostsee-Fläche von den folgenden vorherrschenden HUB-Biotopen bedeckt:

- Photischer/aphotischer Sand mit dominierender Besiedlung durch die Muschelarten *Cerastoderma glaucum*, *Macoma balthica* und *Mya arenaria* (31,2%, Code AA/AB.J3L9)
- Aphotisches schluffiges Sediment mit dominierender Besiedlung durch die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* (12,1%, Code AB.H3L1)
- Photisches/aphotisches schluffiges Sediment mit dominierender Besiedlung durch die Islandmuschel *Arctica islandica* (9,6%, Code AA/AB.H3L3)



- Photischer/aphotischer Sand mit dominierender Besiedlung durch die Islandmuschel *Arctica islandica* (6,3%, Code AA/AB.J3L3)

In der aphotischen Zone tiefer Ostseegewässer ist es aufgrund nur weniger starker Salzwasser-einbrüche der letzten Jahrzehnte zu langanhaltenden Sauerstoffmangel-Perioden in Meeresbodennähe gekommen. Dies hat sich negativ

auf die Bestände der Islandmuschel in den tiefen Ostseebecken ausgewirkt. Aus diesem Grunde sind die beiden durch Besiedlung mit *Arctica islandica* charakterisierten HUB-Biotope in ihren aphotischen Varianten als gefährdete Biotoptypen in der HELCOM Roten Liste aufgeführt (HELCOM 2013a).

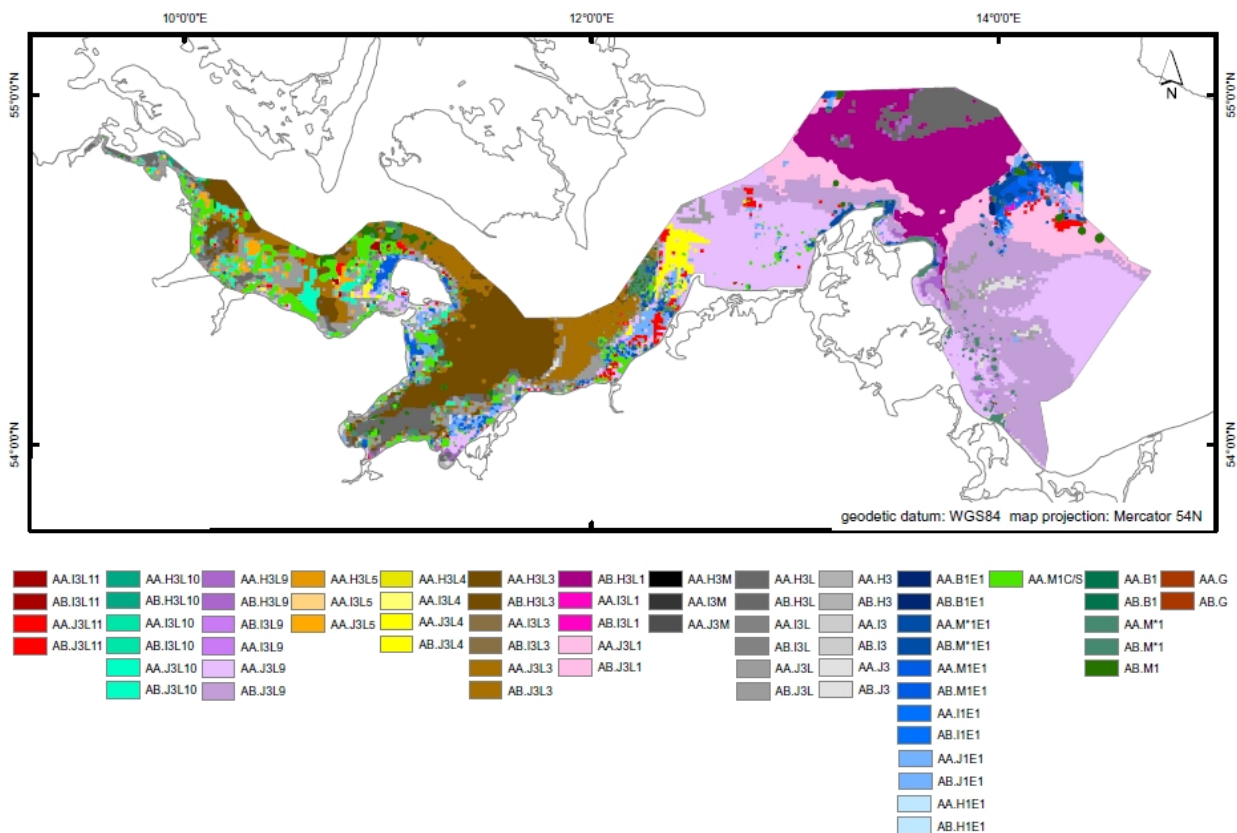


Abbildung 31: Biotopkarte der deutschen Ostsee nach SCHIELE et al. (2015). HELCOM HUB Codes erläutert in HELCOM (2013a).

### 2.4.3 Gesetzlich geschützte marine Biotope gemäß § 30 BNatSchG und FFH-Lebensraumtypen

Nach § 30 BNatSchG werden eine Reihe mariner Biotope einem unmittelbaren bundesgesetzlichen Schutz unterstellt. § 30 Abs. 2 BNatSchG verbietet grundsätzlich Handlungen, die eine Zerstörung oder eine sonstige erhebliche Beein-

trächtigung der aufgeführten Biotope verursachen können. Hierzu ist keine Schutzgebietsausweisung erforderlich. Dieser Schutz wurde mit der Novellierung des BNatSchG 2010 auf die AWZ ausgedehnt. Neben den marinen Lebensraumtypen gemäß Anhang I FFH-RL, Riffe und Sandbänke, genießen nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG die beiden Biotope „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“ und „Artenreiche Kies-

Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich“ im Bereich der AWZ der Ostsee einen gesetzlichen Schutzstatus. Der ebenfalls unter Schutz gestellte Biotoptyp „Schlickgründe mit bohrender Megafauna“ kommt in der deutschen Ostsee nicht vor.

#### 2.4.3.1 Riffe

Der Lebensraumtyp 1170 (Riffe) nach FFH-RL und zugleich nach §30 BNatSchG geschützter Biotoptyp wird wie folgt definiert: "Riffe können entweder biogene Verwachsungen oder geogenen Ursprungs sein. Es handelt sich um Hartsubstrate auf festem und weichem Untergrund, die in der sublitoralen und litoralen Zone vom Meeresboden aufragen. Riffe können die Ausbreitung benthischer Algen- und Tierartengemeinschaften sowie Verwachsungen und Korallenformationen fördern". (DOC.HAB. 06-09/03). Das "Hartsubstrat" umfasst Felsen (einschließlich weiches Gestein wie Kreidefelsen), sowie Fels- und Steinbrocken. Seit 09.07.2018 ist die „BfN-Kartieranleitung für „Riffe“ in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)“ (<https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/BfN-Kartieranleitungen/BfN-Kartieranleitung-Riffe-in-der-deutschen-AWZ.pdf>) veröffentlicht, die bisher in den Projekten noch nicht zur Anwendung kam.

In der AWZ der Ostsee treten Riffe und riffartige Strukturen überwiegend als Blockfelder auf Moränenrücken auf. Sie wurden vor allem im Bereich des Adlergrundes, der Rönnebank, der Kadettrinne und des Fehmarnbelts festgestellt. Dort liegen ausgeprägte Miesmuschelbänke mit ihren Begleitarten, die für die Ostsee vergleichsweise hohe Artenzahlen aufweisen. Von großer Bedeutung ist hier auch der Pflanzenbewuchs mit großen Algen, v. a. mit Laminarien (Zuckertang), Rotalgen oder Meersaite. Insgesamt wurden gemäß BfN in der deutschen AWZ der Ostsee Riffe auf einer Fläche von ca. 460 km<sup>2</sup> identifiziert. Ein Großteil dieser Flächen (270 km<sup>2</sup>) wurde mit der Rechtsverordnung vom 22.09.2017 über die

Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“, der Rechtsverordnung vom 22.09.2017 über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadettrinne“ und der Rechtsverordnung vom 22.09.2017 über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ nun auch als Naturschutzgebiet unter Schutz gestellt. Mit diesen Rechtsverordnungen wurden die bereits bestehenden Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete zu Naturschutzgebieten erklärt und in diesem Rahmen teilweise neu gruppiert. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Netzanbindung „Kabel 1 bis 6 / Quer Verbindung“ wurden neben den vom BfN gemeldeten Riffvorkommen weitere Riffverdachtsflächen im Bereich des Gebietes EO1 ausgewiesen. Für die Erfassung des Biotoptyps „Riffe“ in der deutschen AWZ ist die entsprechende Kartieranleitung des BfN heranzuziehen (BfN 2018).

#### 2.4.3.2 Sandbänke

Der Lebensraumtyp 1110 (nach FFH-RL) bezeichnet "Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser" (DOC.HAB. 06-09/03) und wird wie folgt definiert: "Sandbänke sind erhöhte, lang gestreckte, gerundete oder unregelmäßige topografische Güter, die ständig von Wasser überspült und vorwiegend von tieferem Gewässer umgeben sind. Sie bestehen hauptsächlich aus sandigen Sedimenten, können jedoch auch grobe Feld- und Steinbrocken oder kleinere Korngrößen aufweisen einschließlich Schlamm. Bänke, deren sandige Sedimente als Schicht über hartem Substrat auftreten, werden als Sandbänke klassifiziert, wenn die darin lebende Biota zum Leben eher auf Sand als auf Hartsubstrat angewiesen ist". Sandbänke sind zugleich nach §30 BNatSchG geschützte Biotope.

In der deutschen AWZ der Ostsee wurden inzwischen aus naturschutzfachlicher Sicht mehrere schützenswerte Sandbänke identifiziert. „Sandbänke“ in der Definition der FFH-Lebensraumtypen kommen in der deutschen AWZ östlich der

Darßer Schwelle am Rande des Arkonabeckens und in der Pommerschen Bucht vor. Sie sind mit Restsedimenten (Blöcke, Geröll, Grobsand, Mittelsand) bedeckt und werden dementsprechend von Sandbodengemeinschaften besiedelt bzw. an Hartböden im euphotischen Bereich mit Großalgen bewachsen. Der Flächenumfang beträgt insgesamt ca. 570 km<sup>2</sup>, wobei die Oderbank eine besonders große Sandbank darstellt.

Aus diesen Gründen wurden die identifizierten Sandbänke durch die FFH-Gebietsmeldungen „Fehmarnbelt“ (DE 1332-301), „Adlergrund“ (DE 1251-301) und „Pommersche Bucht mit Oderbank“ (DE 1652-301) in der AWZ der Ostsee unter Schutz gestellt.

Die Epifauna auf den Sandböden ist artenarm und besteht im Wesentlichen aus Miesmuscheln, die mit Aufwuchsarten bewachsen sind und an denen sich substratgebundene Arten wie Kleinkrebse aufhalten. Das Gros der Arten hält sich im Sand auf (Infauna). Mollusken- und Polychaetenarten dominieren. Die Artenzahl beträgt am Adlergrund und am Kriegers Flak etwa 110 Arten, während auf der Oderbank nur 21 Arten nachgewiesen wurden. Der Artenrückgang gegenüber der Beltsee ist auf den niedrigen Salzgehalt zurückzuführen.

Die geringe Artenzahl auf der Oderbank ist auf die Homogenität des Lebensraumes zurückzuführen, der aus strukturarmen, ebenen Böden mit Feinsandbedeckung besteht. Unter den extremen Lebensbedingungen (exponierte Sandböden, geringer Salzgehalt) dominieren angepasste Sandbodenarten wie *Pygospio elegans*, die Krebse *Bathyporeia pilosa* und *Crangon crangon* sowie die Muscheln *Mya arenaria*, *Macoma balthica* und *Cerastoderma lamarcki*. Sie erreichen oft sehr hohe Individuendichten und sind im gesamten Gebiet recht homogen verteilt. Drei Arten, *Bathyporeia pilosa*, *Mya arenaria* und *Hydrobia ulvae*, stellen zusammen meistens über 70% der Gesamtindividuenzahl.

Für den Biotoptyp „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ existiert derzeit keine Kartieranleitung.

#### 2.4.3.3 Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände

Das Biotop „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“ beschreibt einen von submersen Blütenpflanzen und/oder Großalgen unter Lichteinfluss geprägten Lebensraum. Er kommt im Bereich der AWZ der Ostsee nach derzeitigem Kenntnisstand nur in Assoziation mit Riffen vor. Im Küstenbereich kommen ausgedehnte „marine Makrophytenbestände“ dagegen auch jenseits von Riffen vor. Verschiedene Biotoptypen, die von marinen Makrophytenbeständen geprägt sind, werden in den OSPAR- und HELCOM-Listen der zurückgehenden und/oder gefährdeten Biotoptypen erfasst (BfN 2012a). Es existiert derzeit keine Kartieranleitung für das Biotop „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“. Für diesen Biotoptyp lassen sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine konkreten Flächen identifizieren.

#### 2.4.3.4 Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich

Zu diesem gesetzlich geschützten Biotop zählen artenreiche sublitorale Rein- oder Mischvorkommen von Kies-, Grobsand- oder Schillsedimenten des Meeresbodens, die unabhängig von der großräumigen Lage von einer spezifischen Endofauna (u. a. Sandlückenfauna) und Makrozoobenthosgemeinschaft besiedelt werden.

Das Biotop kann in Nord- und Ostsee mit dem Vorkommen von Steinen oder Mischsubstraten und dem Vorkommen von Miesmuschelbänken assoziiert sein bzw. in räumlicher Nähe zu den Lebensraumtypen „Sandbank“ und „Riff“ auftreten. Riffe und artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe kommen regelmäßig zusammen vor. Im Sublitoral der Ostsee ist das Biotop durch die Polychaetengattungen *Ophelia* spp. und *Travisia forbesii* charakterisiert. In Schillgründen in

der westlichen Ostsee kommt auch *Branchiostoma lanceolatum* vor. Der Artenreichtum bzw. der hohe Anteil spezialisierter Arten resultiert bei diesen Sedimenttypen aus dem Vorkommen relativ stabiler Zwischenräume zwischen den Sedimentpartikeln mit großem Porenwasseranteil und relativ hohem Sauerstoffgehalt.

Die Besiedlung artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgründe ist räumlich stark heterogen. Kies- und Grobsandbiotop kommen in den äußeren Küstengewässern der Ostsee vor, überwiegend in einer Wassertiefe von 5-15 m u. a. in submarinen Schwellen und zusammen mit Rifften. Als Beispiel ist hier der Adlergrund zu nennen, dessen Sediment in Teilbereichen auch Grobsand und Kies aufweist. Reine Schillbiotop sind generell selten.

Anhand der von SCHIELE et al. (2015) vorgelegten flächendeckenden Kartierung von HELCOM HUB Biototypen der deutschen Ostsee lassen sich gewisse Rückschlüsse auf mögliche Vorkommen von „Artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründen“ ziehen. Da die der Studie zugrunde gelegten Verteilungen der entsprechenden Charakterarten *Ophelia* spp. und *Travisia forbesii* jedoch auf einer Präsenz/Absenz-Modellierung beruht, ist für die Erfassung dieses Biotops zusätzlich die Kartieranleitung „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich“ (BfN, 2012b) heranzuziehen.

#### 2.4.4 Zustandseinschätzung

Die Bestandsbewertung der im deutschen Meeresgebiet vorkommenden Biototypen erfolgt auf Grundlage des nationalen Schutzstatus sowie der Gefährdung dieser Biototypen nach der Roten Liste gefährdeter Biototypen Deutschlands (FINCK et al. 2017). Den genannten gesetzlich geschützten Biotopen kommt hierbei grundsätzlich eine hohe Bedeutung zu. In der Ostsee sind diese Biotop vor allem durch aktuelle oder vergangene Nährstoff- und Schadstoff-

feinträge (u. a. Abwassereinleitungen, Ölverschmutzung, Verklappung, Müll- und Schuttalagerung), durch die bodenberührende Fischerei sowie ggf. auch durch Auswirkungen von Bauaktivitäten gefährdet. Da innerhalb der Windparks die bodenberührende Fischerei weitestgehend ausgeschlossen ist, kann im Bereich der Gebiete zu einem gewissen Grad mit einer Erholung der dort vorkommenden Biotop gerechnet werden.

##### 2.4.4.1 Bedeutung der Gebiete für Windenergie für Biototypen

###### **Vorranggebiet Windenergie EO1**

Im Bereich des Gebietes EO1 sind Vorkommen des Biotops „Riffe“ bekannt. Insbesondere im Südosten des Gebietes gibt es Steinfeld mit ausgeprägten Miesmuschelbänken, die vom Adlergrund in das Gebiet hineinstreichen. Es wurden hauptsächlich Miesmuschelbänke, Kies- und Steinbänke sowie anstehender Geschiebemergel identifiziert. Die Steinbelegung im südöstlichen Bereich beträgt in weiten Bereichen >10 %. Im südwestlichen Bereich des Gebietes EO1 ist die Steinbelegung mit <10 % geringer. Dieser Abschnitt der vom BfN ausgewiesenen Rifffläche Nr. 33 hat nach Einschätzung des BfN einen Riffanteil von 26 %.

###### **Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2**

Das Gebiet EO2 weist insgesamt einen geringen Strukturreichtum auf. Für den im gesamten Gebiet EO2 vorkommenden Biototyp „Sublitoraler Schlickgrund der Ostsee“ (Code 05.02.11) ist gemäß Roter Liste (FINCK et al. 2017) derzeit keine Gefährdung erkennbar. Vorkommen gesetzlich geschützter Biotop sind in diesem Gebiet nicht zu erwarten.

###### **Vorranggebiet Windenergie EO3**

Im Bereich des Gebietes EO3 kommen im nördlichen flachen Bereich Stein- und Geröllgründe mit ausgeprägten Miesmuschelbänken vor. Die dort vorkommenden wallartigen Findlingsan-

sammlungen sind ggfs. als Biototyp „Riff“ einzustufen. Eine Verifizierung mittels Kartieranleitung des BfN steht noch aus.

## 2.5 Benthos

Als Benthos werden alle an Substratoberflächen gebundenen oder in Weichsubstraten lebenden Lebensgemeinschaften am Boden von Gewässern bezeichnet. Benthosorganismen sind ein wichtiger Bestandteil des Ostsee-Ökosystems. Sie stellen die Hauptnahrungsquelle für viele Fischarten dar und spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung und der Remineralisation von sedimentiertem organischem Material (KRÖNCKE 1995). Nach RACHOR (1990) umfasst das Benthos Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze, einzellige Tiere (Protozoen) und Pflanzen ebenso wie Mehrzeller sowie Großalgen und Lebewesen bis hin zu bodenlebenden Fischen. Als Zoobenthos werden die Tiere bezeichnet, die sich überwiegend im oder auf dem Boden aufhalten. Diese Lebewesen beschränken ihre Aktivitäten weitgehend auf den in der Vertikalen meist nur wenige Dezimeter umfassenden Grenzbereich zwischen dem freien Wasser und der obersten Bodenschicht.

Bei den sog. holobenthischen Arten spielen sich alle Lebensphasen innerhalb dieser bodennahen Gemeinschaft ab. Die Mehrzahl der Tiere ist jedoch merobenthisch, d. h., dass nur bestimmte Phasen ihres Lebenszyklus an dieses Ökosystem gebunden sind (TARDENT 1993).

Diese verbreiten sich meist über planktische Larven. In älteren Stadien ist die Fähigkeit zur Ortsveränderung dagegen geringer. Insgesamt ist für die meisten Vertreter des Benthos im Vergleich zu jenen des Planktons und Nektons eine fehlende oder eingeschränkte Mobilität kennzeichnend. Daher kann die Bodenfauna aufgrund der relativen Ortsbeständigkeit natürlichen und anthropogen verursachten Veränderungen und Belastungen in der Regel kaum aus-

weichen und ist somit in vielen Fällen ein Indikator für veränderte Umweltverhältnisse (RACHOR 1990).

Für den deutschen Teil der Ostsee sind ein reliefierter Meeresboden und eine sehr heterogene Oberflächenstruktur charakteristisch. Der Ostseeboden weist teilweise Grobsand, Geröll und Steine auf, besteht aber großflächig aus sandigen oder schlickigen Sedimenten, so dass die Tiere auch in den Boden eindringen können. Neben der an der Bodenoberfläche lebenden Epifauna ist deshalb auch eine typische, im Boden wohnende Infauna (syn. Endofauna) entwickelt. Kleinsttiere von weniger als 1 mm Körpergröße (Mikro- und Meiofauna) machen die Mehrheit dieser Bodenbewohner aus. Besser bekannt sind allerdings die größeren Tiere, die Makrofauna, und hier vor allem die ortsbeständigeren Formen wie Ringelwürmer, Muscheln und Schnecken, Stachelhäuter sowie verschiedene Krebstiere (RACHOR 1990). Daher wird aus praktischen Gründen international das Makrozoobenthos (Tiere > 1 mm) stellvertretend für das gesamte Zoobenthos untersucht (ARMONIES & ASMUS 2002).

### 2.5.1 Datenlage

Die am Boden der Ostsee lebende Flora und Fauna weckte das Interesse von Naturforschern bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts, als damit begonnen wurde, diese zu sammeln und zu katalogisieren (MÖBIUS, 1873). Im 20. Jahrhundert wurde das Makrozoobenthos der Kieler und Mecklenburger Bucht detailliert untersucht (HAGMEIER 1925; KÜHLMORGEN-HILLE 1963, 1965, SCHULZ 1968, 1969a, 1969b, ARNTZ 1970, 1971, 1978, ARNTZ et al. 1976; GOSSELCK & GEORGI 1984, WEIGELT 1985, ARNTZ & RUMOHR 1986, GOSSELCK et al. 1987, BREY 1984, RUMOHR 1995, GOSSELCK 1992, ZETTLER et al. 2000). Aktuellere Daten liefern insbesondere das langjährige biologische Monitoring des IOW sowie Benthosuntersuchungen, die seit 2002 im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Offshore-Windparkvorhaben durchgeführt werden. Auch

Forschungsvorhaben wie die benthologischen Arbeiten zur ökologischen Bewertung von Windenergie-Eignungsgebieten von ZETTLER et al. (2003) oder BeoFINO sowie das Monitoring der benthischen Lebensgemeinschaften in den Naturschutzgebieten liefern wichtige Informationen.

### 2.5.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität

Die räumliche und zeitliche Variabilität des Zoobenthos wird weitgehend durch ozeanographische und klimatische Faktoren sowie durch anthropogene Einflüsse gesteuert. Wichtige klimatische Faktoren sind die Wintertemperaturen, die eine hohe Sterblichkeit einiger Arten verursachen (BEUKEMA 1992, ARMONIES et al. 2001) sowie windinduzierte Strömungen. Die Strömungen sind für die Verbreitung der planktischen Larven sowie für eine Umverteilung der bodenlebenden Stadien durch strömungsinduzierte Sedimentumlagerungen verantwortlich (ARMONIES 1999, 2000). Unter den anthropogenen Einwirkungen ist neben Nähr- und Schadstoffeinträgen die Störung der Bodenoberfläche durch die Fischerei von besonderer Bedeutung (RACHOR et al. 1998).

Für das Vorkommen und die Verbreitung von Benthosarten in der Ostsee ist der Salzgehalt der bestimmende Faktor. Aperiodische Salzwassereinträge lassen den Salzgehalt in tieferen Bereichen (> 40 m) temporär auf über 15 PSU steigen, während das Oberflächenwasser selten einen Salzgehalt von 10 PSU übersteigt. Das Zoobenthos der Ostsee setzt sich aus einer Vielzahl von systematischen Gruppen zusammen

und zeigt die unterschiedlichsten Verhaltensweisen. Insgesamt gesehen ist diese Fauna recht gut untersucht und erlaubt deshalb heute auch Vergleiche mit Verhältnissen vor einigen Jahrzehnten.

### **Naturräumliche Einteilung der deutschen AWZ der Ostsee: Benthos**

Der im Folgenden dargestellte Vorschlag für eine naturräumliche Einteilung der deutschen AWZ der Ostsee unter benthologischen Gesichtspunkten weicht von der Einteilung nach sedimentologischen Kriterien ab. Der hauptstrukturierende Faktor für die Zusammensetzung des Makrozoobenthos ist der Salzgehalt. Weiterhin hängt das Vorkommen von Makrozoobenthosarten in der Ostsee von den hydrographischen Verhältnissen und der Wassertiefe ab. Die naturräumliche Einteilung erfolgt gemäß dem naturschutzfachlichen Planungsbeitrag des BfN zur Raumordnung (BfN 2006). Demnach sind von Westen nach Osten fünf naturräumliche Einheiten zu unterscheiden: die noch recht marin geprägte Kieler Bucht (A) und die Mecklenburger Bucht (B), der Übergangsbereich der Darßer Schwelle (C), im Anschluss daran das Arkonabecken (D) und die Pommersche Bucht (E) (Abbildung 32).

Der deutsche Teil der Ostsee liegt im Übergangsbereich zwischen der marin geprägten Beltsee und der Brackwasser-dominierten zentralen Ostsee. Eine markante ökologische Grenze zwischen den beiden unterschiedlichen Wasserkörpern bildet die Darßer Schwelle.

Tabelle 7: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BFN 2006).

Bezeichnung	Kürzel Abbildung 32	Hydrographie	Wassertiefe	Sediment	Benthos
<b>Beltsee-AWZ und Kieler Bucht</b>	<b>A</b>	thermohaline Schichtung mit $\varnothing$ Salinität > 20, oftmalige Sauerstoffverarmung in den bodennahen Wasserschichten; Vereisung selten	von 15 m bis 30 m	Feinsand, vereinzelt auch Schlick und Ton, Steine, Restsediment, heterogene Sedimentverteilung	Marine Arten dominieren, teilweise artenreiche Endofauna-Gemeinschaften sowie sehr artenreiche Phytalgemeinschaften
<b>Mecklenburger Bucht-AWZ</b>	<b>B</b>	relativ geringe Strömungsgeschwindigkeiten; thermohaline Schichtung mit regelmäßiger Sauerstoffverarmung, $\varnothing$ Salinität > 7 < 20; gelegentliche Vereisung	von 20 m bis 30 m	Schlick, Ton im zentralen Bereich, Restsedimentflächen in den Randbereichen	Marine Arten dominieren, teilweise artenreiche Endofauna-Gemeinschaften sowie sehr artenreiche Phytalgemeinschaften
<b>Darßer Schwelle</b>	<b>C</b>	Wasseraustausch zwischen zentraler und westlicher Ostsee durch die Kadetrinne	von 18 m bis 25 m; Schwelle zwischen Beltsee/ Mecklenburger Bucht und Arkonabecken; eingelagert ist die bis zu 25 m tiefe Kadetrinne	Mittel- und Grobsand, Kies, Restsedimentflächen und Blockfelder (Riff)	Übergangsbereich, Abnahme mariner Arten ( <i>Macoma balthica</i> ; in tieferen Lagen ab -20 m auch <i>Abra alba</i> , <i>Arctica islandica</i> - Gesellschaften sowie Phytalgemeinschaften in der Kadetrinne)
<b>Arkonabecken- AWZ</b>	<b>D</b>	relativ geringe Strömungsgeschwindigkeiten; thermohaline Schichtung mit oftmaliger Sauerstoffverarmung; Vereisung im Winter möglich, Salinität > 7	von 20 m bis 47 m	Schlick, Ton	Artenarme Brackwassergemeinschaft der zentralen Ostsee mit stenothermen Kaltwasserrelikten in einzigartiger Kombination mit Süßwasserarten
<b>Pommersche Bucht (mit Adlergrund und Oderbank)</b>	<b>E</b>	relativ geringe Strömungsgeschwindigkeiten; Vereisung im Winter möglich: (Adlergrund: seltenes Zufrieren; Oderbank: oftmaliges winterliches Zufrieren), Salinität > 7	Flachgrund von 6 m bis 30 m	Mittel- und Grobsand, Kies, Geröll, in den zentralen Bereichen großflächig homogene Sande	Artenarme Brackwassergemeinschaften in einzigartiger Kombination mit Süßwasserarten ( <i>Macoma balthica</i> ; <i>Mya arenaria</i> , <i>Theodoxus fluviatilis</i> )

Die Kadetrinne fungiert als Verbindung zwischen ihnen. Über 70% des Wasseraustauschs der gesamten Ostsee verlaufen über den Fehmarnbelt und durch die Kadetrinne.

Der Wasseraustausch des Bodenwassers in der Beltsee erfolgt mehrmals jährlich, während

„Salzwassereinbrüche“ in die Ostsee selten stattfinden. Der Salzgehalt unterliegt horizontal und vertikal starken Schwankungen. Die Schichtung in der Beltsee ist instabil (Stagnationsphasen), während in der zentralen Ostsee ein stabil geschichteter Wasserkörper besteht.

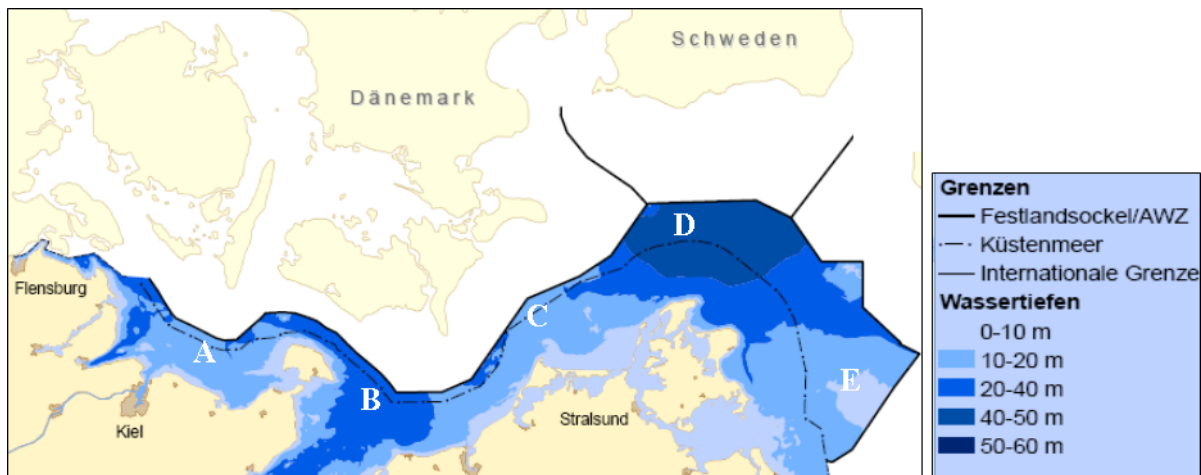


Abbildung 32: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BfN 2006).

### 2.5.2.1 Das Makrozoobenthos der deutschen Ostsee

Insgesamt ist die Ostsee im Vergleich zur Nordsee artenarm. Die bodenlebenden wirbellosen Tiere der Ostsee setzen sich in erster Linie aus marinen Einwanderern aus der Nordsee, aus Brackwasserarten und Eiszeitrelikten zusammen (GOSSELCK et al. 1996). Das Gros der Arten bilden die marin-euryhalinen Arten, die in Abhängigkeit von ihrer Toleranz gegenüber abnehmendem Salzgehalt unterschiedlich weit in die Ostsee vordringen. Viele marine Arten dringen nicht oder nur nach Extremereignissen in die Gebiete östlich der Darßer Schwelle vor. So nehmen die marinen Arten von der Beltsee in Richtung der zentralen und östlichen Ostsee zu Gunsten von Brackwasser- und limnischen Arten ab und erreichen im Bereich des Arkonabekens ihre östliche Verbreitungsgrenze. Da die marin-euryhalinen Arten nicht in gleichem Maße

durch Süßwasserarten ersetzt werden, nimmt die Artenzahl folglich ab.

Den Artenrückgang infolge einer zunehmenden Aussüßung von West nach Ost verdeutlicht die in Abbildung 33 dargestellte Datenauswertung des langjährigen Monitorings an 8 Monitoringstationen in der westlichen Ostsee (WASMUND et al. 2017). Im Ergebnis zeigt sich sowohl 2016 als auch im langjährigen Trend eine deutliche Abnahme der Artenzahlen von der Kieler Bucht (83 Arten) bis zur zentralen Mecklenburger Bucht (12-16 Arten). Im Bereich des Fehmarn Belt wurden 2016 im Vergleich zum langfristigen Trend deutlich geringere Artenzahlen registriert. Eine erhöhte Artenvielfalt auf bis zu 62 Arten ist im Bereich der südlichen Mecklenburger Bucht und der Darßer Schwelle zu erkennen. Östlich der Darßer Schwelle bis in die Pommersche Bucht sind wieder geringere (18-28 Arten) und die im langfristigen Trend niedrigsten Artenzahlen zu verzeichnen (WASMUND et al. 2017).



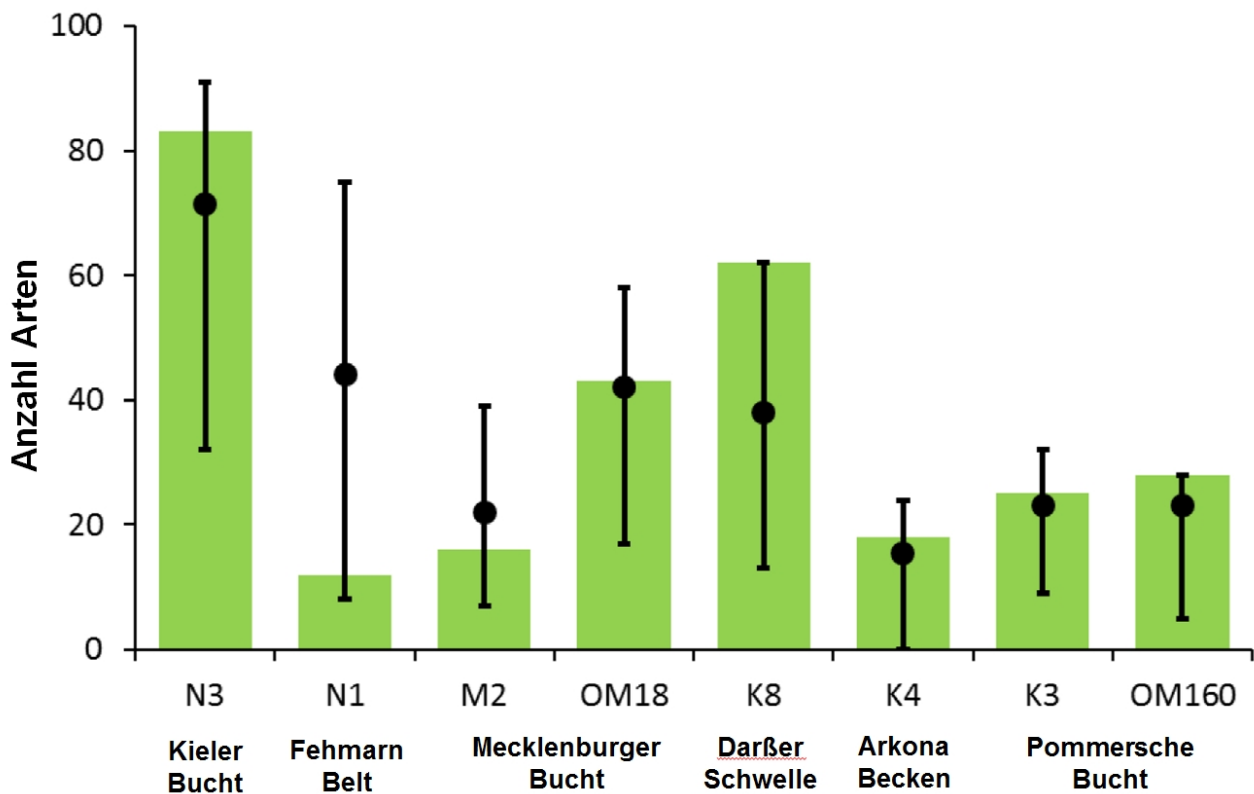


Abbildung 33: Anzahl Arten makrozoobenthischer Arten an 8 Monitoring-Stationen im November 2016 (grüne Balken). Schwarze Punkte und Fehlerbalken zeigen mediane, minimale und maximale Artenzahlen zwischen 1991 und 2016 (verändert nach WASMUND et al. 2017).

Es zeigt sich ein enger Zusammenhang zwischen den Artenzahlen des Makrozoobenthos und der Salzkonzentration einerseits sowie den Sedimentverhältnissen andererseits (REMANE 1934; ZETTLER et al. 2014). Sowohl höhere mittlere Salzgehalte als auch Hartsubstrat- bzw. Feinsubstratlebensräume (einschließlich schlammiger Bereiche) haben sich als besonders reich an Makrozoobenthosarten erwiesen.

Bei Betrachtung der Detailergebnisse für die Station Fehmarnbelt wird deutlich, dass die Benthosgemeinschaften sowohl hinsichtlich ihrer Individuendichten als auch hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung von Jahr zu Jahr starken Schwankungen unterliegen (Abbildung 34). Die höchsten Abundanzen zeigen die artenreichen Mollusken, am häufigsten kommen *Macoma baltica* (baltische Muschel) und *Mytilus edulis* (Miesmuschel) vor. Weniger beständig in

ihren Dichten sind die Crustaceen und Polychaeten.

Die höchsten Artenzahlen über die Jahre hinweg weisen die Polychaeten auf. Dies ist auf deren hohe Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen (z. B. niedrigere Salzkonzentrationen oder niedrige Sauerstoffkonzentrationen) zurückzuführen.

Abundanzschwankungen anderer Arten erklären sich durch die starken jährlichen Schwankungen des Salzwasserzuflusses aus der Nordsee. Ein starker Salzwasserzustrom kann binnen weniger Wochen zu einem deutlichen Anstieg der Individuendichten unter den Makrozoobenthosarten führen. Häufige Sauerstoffmangereignisse reduzierten in den letzten Jahrzehnten die Artenvielfalt und Besiedlungsdichte. Nach einem

Salzwassereinbruch im Jahre 2014 konnten jedoch im darauffolgenden Jahr im zentralen Arkonabecken nach langer Abwesenheit oder zum ersten Mal euhaline Arten wie die Muscheln *Abra*

*alba* und *Corbula gibba*, die Polychaeten *Nephtys ciliata* und *Nephtys hombergii* und der Schlangensterne *Ophiura albida* nachgewiesen werden (WASMUND et al. 2016a).

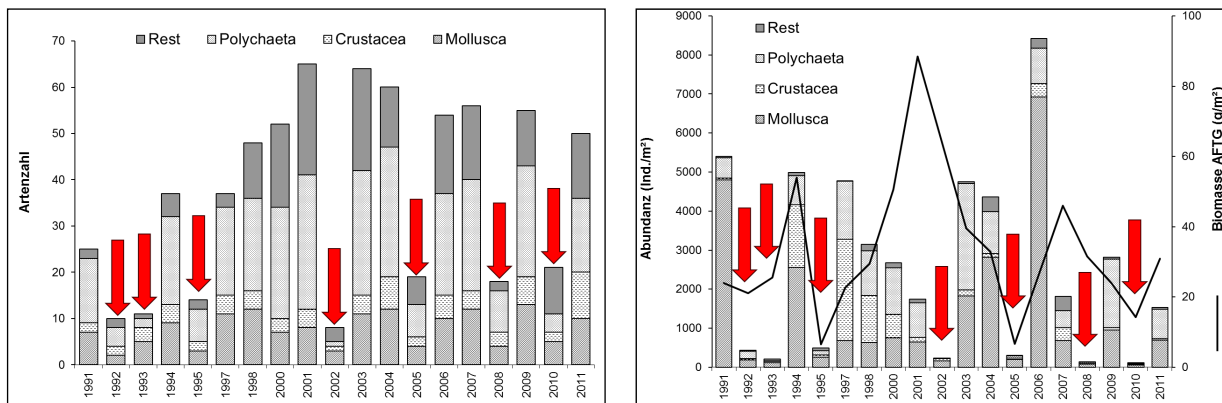


Abbildung 34: Entwicklung der Artenzahl, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos an der Station am Fehmarnbelt von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangelereignisse im bodennahen Wasserkörper (aus WASMUND et al. 2012).

Insgesamt werden für den deutschen Meeres- und Küstenbereich der Ostsee von GOSELCK et al. (1996) 383 benthische Arten aufgeführt. Im Vergleich hierzu sind in der gesamten Ostsee insgesamt 2.035 Makrozoobenthos-Arten nachweisbar, welche sich auf 1.423 marine Arten und 612 Süßwasser- bzw. Brackwasserarten verteilen (ZETTLER et al. 2014). Insgesamt 51 dieser Arten sind als Neozoen klassifiziert.

WASMUND et al. (2017) geben an, dass zwischen 1991 und 2016 an acht Stationen in der Ostsee (Kieler Bucht bis Pommersche Bucht) insgesamt 260 Taxa nachgewiesen wurden. Von diesen taucht allerdings rund ein Drittel nur gelegentlich auf. In der Kieler Bucht wurden in den 1980er Jahren 150 regelmäßig vorkommende Makrozoobenthosarten nachgewiesen (BREY 1984; WEIGELT 1985). Im Rahmen des langjährigen Monitorings der Außenküsten von Mecklenburg-Vorpommern (IFAÖ 2005b) wurden in der Mecklenburger Bucht rund 140 Taxa identifiziert. Auffällig ist der hohe Anteil an marinen „Gastarten“, die bei Salzwassereinströmen in die Mecklenburger Bucht eingetragen werden. ZETTLER et al.

(2000) wiesen in der Mecklenburger Bucht insgesamt über 240 Makrozoobenthosarten nach. Die dominanten systematischen Hauptgruppen waren die Polychaeta (71 Taxa), Crustacea (57 Taxa) und Mollusca (50 Taxa). Diese hohe Artenvielfalt lässt sich darauf zurückführen, dass sämtliche benthischen Lebensräume erfasst wurden, sowie auch darauf, dass sich zum Untersuchungszeitpunkt 1999 aufgrund der günstigen hydrographischen Bedingungen eine große Anzahl mariner Einwanderer im Benthos der Mecklenburger Bucht aufhielt.

Nach Literaturrecherchen im Rahmen eines F&E-Vorhabens (ZETTLER et al. 2003) wurden in der Arkonasee bisher 126 Taxa nachgewiesen. Hierbei ist zu bemerken, dass es sich bei über 80 Arten um seltene bzw. Einzelfunde handelt. Dominierende Arten sind die Muscheln *Macoma balthica* und *Mytilus edulis* sowie die Polychaeten *Pygospio elegans* und *Scoloplos armiger*.

Das Vorkommen von Makrozoobenthosarten in der Ostsee hängt neben dem Salzgehalt auch von den hydrographischen Verhältnissen und der Wassertiefe ab. Als sehr artenarm gelten insbesondere tiefere Bereiche (40 m) mit Schlickböden, die unterhalb der Salzgehaltssprungschicht (Halokline) liegen. So fanden ZETTLER et al. (2000) in der Mecklenburger Bucht die größte Artenvielfalt mit 140 Taxa in der Wassertiefe zwischen 10 und 20 m vor. In der Tiefenzone von 25 – 30 m, die den tiefsten Bereich des Untersuchungsgebietes darstellte, wurde mit etwa 70 Taxa die geringste Artenvielfalt festgestellt.

Einen Sonderstatus nehmen die geschichteten Gewässer ein. Der erhöhte Salzgehalt im bodennahen Wasserkörper und zeitweiliger Sauerstoffmangel führen zu unterschiedlichen Besiedlungsmustern des Benthos. Mit dem salzhaltigen Wasser aus dem Nordsee/Kattegat-Bereich dringen Larven mariner Evertebraten in die Ostsee ein, so dass in den mixohalinen Gewässern zumindest zeitweilig marine Faunenelemente siedeln. Andererseits kann der auftretende Sauerstoffmangel zum Zusammenbruch der benthischen Lebensgemeinschaften führen (KÖLMEL 1979, WEIGELT 1987, GOSELCK et al. 1987).

Eine Besonderheit dieser Region ist die Brackwasser-Submergenz einiger Arten. Salzreiches Wasser lagert sich in den Becken und Senken ab und bietet hier Arten einen Lebensraum, die im vollmarinen Bereich auch in geringeren Wassertiefen anzutreffen sind. Dabei weichen sie unter Umständen auch auf Substrate aus, die im vollmarinen Bereich nicht ihrem bevorzugten Lebensraum entsprechen. Durch die ständigen Austauschprozesse zwischen Nord- und Ostsee können sich die Submergenzbereiche ändern, so dass dieser Bereich nicht feststehend ist. Zu den Arten des Makrozoobenthos, die nach TISCHLER (1993) als Beispiele für die „Brackwasser-Submergenz“ in der Ostsee dienen können, zählen *Mytilus edulis* (Miesmuschel), *Macoma baltica* (baltische Plattmuschel), *Hydrobia ulvae*

(Gemeine Wattschnecke) und die Würmer *Pygospio elegans* (Pygospio-Wurm) sowie *Scoloplos armiger* (Wattringelwurm).

### 2.5.2.2 Benthische Lebensgemeinschaften

Nach RUMOHR (1996) wird die Zoobenthos-Gemeinschaft im Flachwasser der westlichen Ostsee zumeist von der *Macoma-balthica*-(Baltische Plattmuschel)-Gemeinschaft dominiert. Während die untere Verbreitungsgrenze der Gemeinschaft in der Nordsee bei 10 bis 15 m Tiefe liegt, erweitert sich diese vor allem im salzarmen zentralen Teil der Ostsee aufgrund der höheren Salzkonzentrationen in der Tiefe auf den Bereich zwischen 75 - 100 m (TISCHLER 1993). In der westlichen Ostsee können die Arten der *Macoma-balthica*-Gemeinschaft auch in flacheren Bereichen der Küstengewässer angetroffen werden. Die „echten“ Tiefwassergemeinschaften der westlichen Ostsee werden hingegen von den *Abra-alba*- oder *Arctica-islandica*-Gemeinschaften dominiert. Auf eine klare Unterscheidbarkeit zwischen Flach- und Tiefwasser-Benthosgemeinschaften weisen auch GLOCKZIN & ZETTLER (2008) hin.

Die Fauna des tieferen Fehmarnbelts (19-28 m) kann nach KOCK (2001) als verarmte *Abra-alba*-Gemeinschaft im Sinne von PETERSEN (1918) und THORSON (1957) angesehen werden. Diese Gemeinschaft tritt auf gemischten bis schllickigen Böden mit organischer Substanz in Tiefen von 5 bis 30 Metern auf. Die zu erwartenden Charakterarten sind die Muscheln *Abra alba*, *Phaxas pellucidus*, *Aloides gibba* und *Nucula* sp., die Polychaeten *Pectinaria koreni* und *Nephtys* sp. sowie der Seeigel *Echinocardium* sp.

In der Mecklenburger Bucht ist die Abgrenzung der Lebensgemeinschaften nach ZETTLER et al. (2000) direkt an die Tiefenzonierung (Salz, Temperatur, Sedimente) gekoppelt. Es können drei wesentliche Gemeinschaften charakterisiert werden: Die erste Gruppe kann man als *Mya-*

*arenaria-Pygospio-elegans*-Zönose der flachen Sandbereiche in Wassertiefen unter 15 m bezeichnen. Hier sind neben der Sandklaffmuschel und dem Spioniden *Pygospio elegans* u. a. *Hydroidia ulvae*, *Mytilus edulis*, *Macoma balthica* und *Scoloplos armiger* wesentlich vertreten. Die zweite Gruppe ist die Lebensgemeinschaft der sandigen Schlicke und Schlicke in Wassertiefen über 15 m. Die Hauptarten sind *Arctica islandica* und *Abra alba*. Weitere wesentliche Taxa sind *Diastylis rathkei*, *Euchone papillosa* und *Terebellides stroemi*. Diese *Abra-alba-Arctica-islandica*-Zönose wird in der Mecklenburger Bucht in Tiefen zwischen 15 und 29,6 m angetroffen. Nach längerer Sauerstoffdepression kann diese Zönose bis auf *A. islandica* und *Halicryptus spinulosus* reduziert werden (PRENA et al. 1997). Die dritte Gruppe sind Arten des schlickigen Sandes in Wassertiefen zwischen 12 und 22 m. Dieser Übergangsbereich von Sanden zu Schlickchen hat ebenfalls eine abgrenzbare Lebensgemeinschaft hervorgebracht. Diese Lebensgemeinschaft kann als *Mysella-bidentata-Astarte-borealis*-Zönose bezeichnet werden. Dieser Bereich wird vor allem durch fünf Muschelarten dominiert. Neben *Mysella bidentata* und *Astarte borealis* sind *Corbula gibba*, *Parvicardium ovale* und *A. elliptica* regelmäßig vertreten. Diese Zone ist auch das Hauptvorkommensgebiet von *Asterias rubens*.

Einen besonderen Lebensraum stellen die exponierten Kuppen mit ihren bewegten gröberen Sanden dar. Hier siedeln verschiedene Spezialisten wie Vielborsterarten oder der Sandflohkrebs *Bathyporeia sarsi*. Es überwiegen schluffarme Feinsande, die von einer typischen, artenarmen Gemeinschaft mit einer hohen Stabilität besiedelt werden. Dominante Arten in diesen Gebieten sind die Baltische Plattmuschel, Sandklaffmuschel, Lagunen-Herzmuschel, Miesmuschel und die Glatte Wattschnecke aus der Gruppe der Weichtiere sowie der Schillernde Seeringelwurm, *Pygospio elegans*, *Marenzelleria neglecta* und *Heterochaeta costata* aus der

Gruppe der Ringelwürmer (Polychaeta und Oligochaeta). Besondere Gemeinschaften finden sich auch auf den Block- und Geröllgründen. Die Epifauna-Gemeinschaft der Hartböden wird von der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) und Seepocken (*B. improvisus*) dominiert. Begleitet wird diese Gemeinschaft wie auch die Phytalzönose vor allem von sessilen Koloniebildnern (Moostierchen, Nesseltiere) und vagilen Asseln und Flohkrebse (SORDYL et al. 2010).

Eine aktuelle und umfassende Beschreibung benthischer Lebensgemeinschaften für die gesamte Ostsee geben GOGINA et al. (2016). In dieser Studie wurden 10 benthische Lebensgemeinschaften basierend auf Abundanzen und 17 Gemeinschaften basierend auf Biomasse identifiziert. Im Bereich der Mecklenburger Bucht und flachen sandigen Sedimenten ist zum einen eine Lebensgemeinschaft anzutreffen, die durch hohe Abundanzen von Schnecken der Gattung Hydrobiidae, der Polychaet *Pygospio elegans* und die Lagunen-Herzmuschel *Cerastoderma glaucum* charakterisiert ist. Weiterhin kommt in tieferen Bereichen der Mecklenburger Bucht eine Lebensgemeinschaft vor, die durch das Vorkommen des Cumaceen-Krebse *Diastylis rathkei*, der Muscheln *Corbula gibba*, *Arctica islandica*, *Abra alba* sowie der Polychaeten *Dipolydora quadrilobata* und *Aricidea suecica* gekennzeichnet ist. Im Bereich des Arkona-Beckens sind der Flohkrebs *Pontoporeia femorata* sowie der Polychaet *Bylgides sarsi* häufig anzutreffen. Diese Lebensgemeinschaft ist eng an die Sauerstoffverhältnisse in den tiefen Becken gekoppelt. Bei Anstieg der Sauerstoffkonzentrationen nach längeren Perioden von Sauerstoffmangel rekolonisiert *Bylgides sarsi* häufig als eine der ersten Arten die Sedimente GOGINA et al. (2016).

### **Vorranggebiet Windenergie EO1**

Im Gebiet EO1 konnten drei Lebensgemeinschaften (A, B und C) identifiziert werden. Gemeinschaft A ist hauptsächlich oberhalb der Halokline verbreitet, lokal auch im Bereich von Hartböden unterhalb der Halokline. Die Gemeinschaft ist dominiert von der Miesmuschel und Elementen ihrer typischen Begleitfauna (z. B. *Gammarus* spp., *Microdeutopus gryllotalpa*, *Jaera albifrons*), aber auch von *Saduria entomon*. Gemeinschaft B bleibt in der Verbreitung auf die Sandflächen oberhalb der Halokline beschränkt. Sie wird dominiert von Oligochaeta, *Pygospio elegans* und *Hydrobia ulvae*, lokal auch von *Marenzelleria neglecta* und *Travisia forbesii*. Gemeinschaft C ist die Lebensgemeinschaft der schlickreichen Weichböden unterhalb der Halokline. Charakteristische Arten sind u. a. *Scoloplos armiger*, *Halicryptus spinulosus*, *Pontoporeia femorata*, *Diastylis rathkei*, *Ampharete* spp. und *Terebellides stroemi*.

### **Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2**

Im gesamten Gebiet EO2 ist die *Macoma balthica*-Gemeinschaft ausgebildet, die in weiten Teilen der Ostsee verbreitet ist. Die drei Hauptarten, gemessen an der Gesamtindividuenzahl, stellen die Baltische Plattmuschel, der Kiemenringelwurm *Scoloplos armiger* und der Cumaecen-Krebs *Diastylis rathkei*. Die vorherrschenden Benthosarten setzen sich überwiegend aus Arten zusammen, die sich nach Störungen schnell regenerieren.

### **Vorranggebiet Windenergie EO3**

In der Arkonasee können im Gebiet EO3 zwei Lebensgemeinschaften benannt werden. Die erste Lebensgemeinschaft siedelt in flachen Bereichen (bis 30 m Wassertiefe). Hier sind der Polychaet *Travisia forbesii*, die Muschel *Mya arenaria*, die Schnecke *Hydrobia ulvae* und der Krebs *Bathyporeia pilosa* typische Vertreter der Lebensgemeinschaft. Alle vier sind aufgrund ihrer Ernährungsweise typisch für leicht bis mittel stark exponierte Bereiche der Küstengewässer

und werden nur selten unterhalb von 20 m Wassertiefe angetroffen. Dieser Lebensgemeinschaft können die Areale im zentralen und nördlichen Bereich des Gebietes EO3 zugeordnet werden. Die zweite Lebensgemeinschaft siedelt in den tieferen Bereichen (30 bis 40 m) und umfasst kaltwasserliebende Arten wie die Muschel *Astarte borealis*, die glazialreliktischen Flohkrebse *Monoporeia affinis* und *Pontoporeia femorata*, die reliktische Asselart *Saduria entomon* und den Polychaet *Terebellides stroemi*.

#### **2.5.2.3 Rote-Liste-Arten**

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist ein mögliches Vorkommen von mindestens 30 Arten der Roten Listen nach RACHOR et al. (2013) und HELCOM (2013b) im Bereich der deutschen AWZ zu erwarten (Tabelle 8). Hauptgefährdungsursachen sind die Zerstörung der Habitate durch direkte anthropogene Einflüsse und Auswirkungen der Eutrophierung wie Sauerstoffmangel und zunehmende Verschlickung von Sandböden. Für kaltstenotherme Arten wird zukünftig die klimabedingte Erwärmung der Ostsee eine erhebliche Gefährdungsursache darstellen (SORGYL et al. 2010).

Bei den im Rahmen des HELCOM Monitoring vorgenommenen Makrozoobenthos-Erfassungen an acht Stationen der westlichen Ostsee (WASMUND et al. 2017) wurden im November 2016 insgesamt 23 Arten der Roten Liste für Nord- und Ostsee (RACHOR et al. 2013) nachgewiesen. Zwei dieser Arten sind als vom Aussterben bedroht (Kategorie 1) gelistet, darunter die Kalk-Plattmuschel (*Macoma calcarea*), die, wie auch in früheren Jahren, in geringer Abundanz im Bereich der Kieler Bucht nachgewiesen wurde. Die ebenfalls als vom Aussterben bedroht eingestufte Anthozoe *Halocampa duodecimcirrata* wurde in geringer Zahl in der südlichen Mecklenburger Bucht nachgewiesen, jedoch außerhalb der deutschen AWZ. Unter den nach RACHOR et al. (2013) als stark gefährdet eingestuften Arten (Kategorie 2) kam die Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) im Bereich

der Kieler Bucht vor. Der ebenfalls als stark gefährdet kategorisierte Polychaet *Euchone papillosa* war in der Mecklenburger Bucht anzutreffen. Bei den als gefährdet eingestuften Arten (Kategorie 3) wurde die Kugel-Astarte (*Astarte montagui*) ausschließlich im Bereich der Kieler Bucht nachgewiesen, während die Islandmuschel (*Arctica islandica*) sowohl an mehreren Stationen der westlichen Ostsee als auch im Arkona-Becken anzutreffen war.

In der nach globalen Kriterien der International Union for Conservation of Nature (IUCN) entwickelten HELCOM Roten Liste der gesamten Ostsee (HELCOM 2013b) sind aufgrund unterschiedlicher Bewertungsmaßstäbe im Vergleich mit der nationalen Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) insgesamt weniger Arten als gefährdet gelistet (Tabelle 8). Aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe beider Roten Listen unterscheiden sich auch die Gefährdungseinstufungen.

Die meisten als stark gefährdet (Kategorie EN) oder gefährdet (Kategorie VU) gelisteten Arten der HELCOM Liste kommen außerhalb der deutschen AWZ im Bereich des Kattegats vor oder sind auf flache Küstengewässer oder Strände beschränkt. Von den auch im Bereich der deutschen AWZ potentiell vorkommenden Arten sind nach HELCOM (2013b) die drei Muschel-Arten *Macoma calcareea*, *Modiolus modiolus* und *Nucula nucleus* als gefährdet (Kategorie VU) gelistet. Drei in der AWZ vorkommende Arten stehen auf der Vorwarnliste (Kategorie NT), darunter die Abgestutzte Klaffmuschel (*Mya truncata*) sowie die Isländische Bohrschnecke (*Amauropsis islandica*) und die Abgestutzte Purpurschnecke (*Boreotrophon truncatus*).

Aus den Untersuchungen zu den Windpark-Vorhaben „Wikinger“, „Wikinger Süd“, „Wikinger Nord“, „Arkona-Becken Südost“, „Baltic Eagle“ und „EnBW Baltic 2“ sowie der Netzanbindung „Kabel 1 bis 6 / Querverbindung“ wurden weitere 6 Arten der Roten Liste nachgewiesen. Darunter befindet sich die gefährdete Moostierchen-Art *Alcyonidium gelatinosum* und der Flohkrebs *Monoporeia affinis*. Bei weiteren vier Arten liegt eine Gefährdung unbekanntes Ausmaßes vor. In den bisherigen Untersuchungen des Gebietes EO1 wurden bislang 10 gefährdete Arten nachgewiesen (Tabelle 8).

Die Islandmuschel *Arctica islandica* kommt in der Ostsee von der Kieler Bucht über die Mecklenburger Bucht bis in das nördliche Arkona-Becken vor. Sie besiedelt Schlick und schlickigen Sand und benötigt einen hohen Salzgehalt von mindestens 14 PSU sowie niedrige Temperaturen. Seit 1960 wird ein Rückgang der Ostseepopulation beschrieben, der durch einen lang anhaltenden Sauerstoffmangel im Tiefenwasser verursacht wurde (SCHULZ 1968). In den Tiefen zonen von 20 bis 15 m, die selten von Sauerstoffmangel betroffen sind, kommt die Islandmuschel in der Mecklenburger Bucht weiterhin bzw. auch wieder in hohen Dichten vor (ZETTLER et al. 2001). Sie verfügt über ein hohes Wiederbesiedlungspotential und gehört nach Sauerstoffmangelsituationen fast immer zu den Erstbesiedlern der verödeten Böden in den tiefen Zonen der Lübecker und Mecklenburger Bucht (GOSSELCK et al. 1987). Ältere Individuen sind tolerant gegenüber temporärem Sauerstoffmangel. Die Vorkommen in der Ostsee sind die einzigen zurzeit bekannten reproduzierenden Populationen dieser prinzipiell im gesamten deutschen Meeresbereich weit verbreiteten Art.

Tabelle 8: Gefährdete benthische wirbellose Arten der AWZ der deutschen Ostsee und Nachweis (X) in den Gebieten EO1 bis EO3. (RACHOR et al. 2013: 1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G=Gefährdung unbekanntes Ausmaßes HELCOM, 2013b: VU=vulnerable, NT=near threat).

Art	Status nach Rachor et al., 2013	Status nach HELCOM, 2013	Gebiet EO1	Gebiet EO2	Gebiet EO3
<b>Anthozoa (Blumentiere)</b>					
<i>Halocampa duodecimcirrata</i>	1	-			
<b>Bivalvia (Muscheln)</b>					
<i>Arctica islandica</i>	3	-	X	X	X
<i>Astarte borealis</i>	G	-	X		X
<i>Astarte elliptica</i>	G	-	X		X
<i>Astarte montagui</i>	3	-			X
<i>Macoma calcarea</i>	1	VU			
<i>Modiolus modiolus</i>	2	VU			
<i>Musculus discors</i>	G	-			
<i>Musculus niger</i>	G	-			
<i>Musculus subpictus</i>	G	-			
<i>Mya truncata</i>	2	NT	X		
<b>Gastropoda (Schnecken)</b>					
<i>Amauropsis islandica</i>	2	NT			
<i>Aporrhais pespelicani</i>	G	-			
<i>Boreotrophon truncatus</i>	2	NT			
<i>Buccinum undatum</i>	2	-			
<i>Nassarius reticulatus</i>	G	-			
<i>Neptunea antiqua</i>	G	-			
<b>Crustacea (Krebstiere)</b>					
<i>Monoporeia affinis</i>	3	-	X		X
<i>Saduria entomon</i>	G	-	X		X
<b>Oligochaeta (Wenigborster)</b>					
<i>Clitellio arenarius</i>	G	-			X
<i>Tubificoides pseudogaster</i>	G	-			X
<b>Polychaeta (Vielborster)</b>					
<i>Euchone papillosa</i>	2	-			
<i>Fabriciella baltica</i>	G	-	X		X
<i>Nereimyra punctata</i>	G	-			
<i>Scalibregma inflatum</i>	G	-			

Art	Status nach Rachor et al., 2013	Status nach HELCOM, 2013	Gebiet EO1	Gebiet EO2	Gebiet EO3
<i>Travisia forbesii</i>	G	-	X		X
<b>Echinodermata (Stachelhäuter)</b>					
<i>Echinocyamus pusillus</i>	G	-			
<b>Hydrozoa (Hydrozoen)</b>					
<i>Sertularia cupressina</i>	G	-			
<i>Halitholus yoldiaearcticae</i>	3	-	X		
<b>Bryozoa (Moostierchen)</b>					
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	3	-	X		

Die Astarten sind in der AWZ mit drei Arten vertreten. Im Gebiet EO1 wurden *Astarte borealis* und *Astarte elliptica* dokumentiert. Als marine Arten besiedeln sie die sublitorale sandig-schllickige bis schllickig-sandige Zone zwischen etwa 12 m bis 20 m Wassertiefe. *Astarte montagui* wurde nie häufig nachgewiesen. Sie gehört zu den marinen Arten, die nach Salzwassereinbrüchen zeitweise das Gebiet der Beltsee besiedeln.

Der vermutlich immer geringe Bestand von *Mya truncata* wurde durch Sauerstoffmangel weiter dezimiert. Weiteren Einfluss auf das Vorkommen von *M. truncata* haben Eutrophierung sowie bodennahe Fischerei, da sich die Art nicht besonders tief im Sediment eingräbt (HELCOM 2013b). Seit 1994, häufiger seit 1997, wurde *M. truncata* an den tiefen Stationen (15 bis 20 m) des Küstenmonitoringprogramms M-V wieder nachgewiesen.

Die Art wurde bislang in geringer Zahl im Bereich der Kieler Bucht sowie im Rahmen von Untersuchungen des Gebietes EO1 nachgewiesen.

*Macoma calcarea*, die große Verwandte der Baltischen Plattmuschel, kam bis in die 1970er Jahre entlang der Salzwasserzone zwischen 15 und 20 m Wassertiefe in der Beltsee, im nördlichen Arkonabecken und im Bornholmbecken vor. Sauerstoffmangel führte zum Rückgang der

Population in der Ostsee und in der Mecklenburger Bucht. Derzeit ist das Vorkommen dieser Art auf den westlichen Bereich der deutschen AWZ beschränkt (HELCOM 2013b).

Die Meeresschnecken *Amauropsis islandica* und *Boreotrophon truncatus* sind marine Arten, die kaltes Wasser und hohe Salinitäten benötigen. Ihr Vorkommen ist derzeit auf den westlichen Teil der deutschen AWZ beschränkt und ihre Bestände sind vor allem durch Bodenfischerei und Eutrophierung gefährdet (HELCOM 2013b).

Der Flohkrebs *Monoporeia affinis* lebt in der Kaltwasserzone der eigentlichen Ostsee. Unter günstigen hydrographischen Bedingungen zählt er zu den dominierenden Arten (ANDERSIN et al. 1978). Die Art besiedelt Sand- und Schllickböden und ist an kalte Wassertemperaturen gebunden. Er hält sich in den oberen 5 cm des Sediments auf und ist ein aktiver Bioturbator, der die Sedimentstruktur, Nährstoffflüsse und die Sauerstoffverfügbarkeit im Sediment beeinflusst. Abgesetztes Phytoplankton und organische Substanzen des Detritus werden als Hauptnahrungsquelle angesehen. Im Bereich der deutschen AWZ wurde *M. affinis* im Bereich des Gebietes EO3 nachgewiesen.



#### 2.5.2.4 Benthische Algen

Die Biotope der AWZ der Ostsee werden primär von benthischen wirbellosen Tieren besiedelt. Die submerse Vegetation ist durch Großalgen (Rot- und Braunalgen) an Hartböden (Gerölle, Blöcke) im Bereich der Kuppen (Adlergrund, Kriegers Flak) und Rinnen (Kadetrinne) vertreten. Beobachtungen von Seegras (*Zostera marina*) liegen aus dem Gebiet der AWZ nicht vor, obwohl es bei der Wassertiefe durchaus vorkommen könnte.

Makrophytenbestände wurden im Gebiet EO1 bislang nicht nachgewiesen.

#### 2.5.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Benthos

Das Benthos der AWZ der Ostsee unterliegt sowohl durch natürliche als auch durch anthropogene Einflüsse Veränderungen. Wesentliche Einflussfaktoren sind neben der natürlichen und witterungsbedingten Variabilität (strenge Winter) die demersale Fischerei, Sand- und Kiesabbau, die Einführung gebietsfremder Arten und Eutrophierung des Gewässers sowie der Klimawandel.

##### 2.5.3.1 Bedeutung der Gebiete für benthische Lebensgemeinschaften

Zur Einschätzung der Benthoslebensgemeinschaften werden Kriterien herangezogen, die sich bereits bei den Umweltverträglichkeitsprüfungen für Offshore-Windparkvorhaben in der AWZ bewährt haben.

##### **Kriterium: Seltenheit und Gefährdung**

Das Kriterium „Seltenheit und Gefährdung“ des Bestands berücksichtigt die Anzahl der seltenen bzw. gefährdeten Arten. Diese kann anhand der nachgewiesenen Rote-Liste-Arten eingeschätzt werden.

Nach den aktuell vorliegenden Untersuchungen wird das Makrozoobenthos der AWZ der Ostsee aufgrund der nachgewiesenen Anzahl Rote-Liste-Arten als durchschnittlich angesehen. Eine

Artenliste für die gesamte AWZ liegt derzeit nicht vor. Hinweise über die Artenvielfalt geben aber die Untersuchungen von KOCK (2001), in deren Verlauf im Tiefwasserbereich des Fehmarnbelts über 110 verschiedene Makrozoobenthosarten gefunden wurden. In der Arkonasee wurden nach ZETTLER et al. (2003) bisher über 126 Arten nachgewiesen.

Für den deutschen Meeres- und Küstenbereich der Ostsee werden von GOSSELCK et al. (1996) insgesamt 383 benthische Arten aufgeführt. WASMUND et al. (2016) geben an, dass zwischen 1991 und 2015 an acht Stationen in der Ostsee (Kieler und Mecklenburger Bucht, Arkonasee) insgesamt 251 Makrozoobenthos-Taxa nachgewiesen wurden. Die im Bereich der deutschen AWZ nachgewiesenen 29 Arten der Roten Liste entsprechen somit ca. 8-12% des Gesamtbestandes. Nicht berücksichtigt sind hier Arten der Vorwarnliste sowie Arten mit unzureichender Datengrundlage.

##### **Kriterium: Vielfalt und Eigenart**

Dieses Kriterium bezieht sich auf die Artenzahl und die Zusammensetzung der Artenvergesellschaftungen. Es wird bewertet, inwieweit für den Lebensraum charakteristische Arten oder Lebensgemeinschaften auftreten und wie regelmäßig diese vorkommen.

Das Arteninventar der AWZ der Ostsee ist mit seinen ca. 200 Makrozoobenthosarten als durchschnittlich anzusehen. Auch die Benthoslebensgemeinschaften weisen größtenteils keine Besonderheiten auf. Bei höheren Salinitäten, wie sie in den tieferen Horizonten (ab ca. 20 m) noch in der deutschen Beltsee herrschen, sind die Voraussetzungen für eine relativ artenreiche *Abra-alba*-Zönose gegeben, deren nenngebende Kleine Pfeffermuschel (*Abra alba*) von der Körbchenmuschel (*Corbula gibba*), der Islandmuschel (*Arctica islandica*), dem Köcherwurm (*Lagis koreni*), dem Vielborster *Nephtys spec.*, dem Krebs *Diastylis rathkei* oder dem ge-

meinen Schlangensterne (*Ophiura albida*) begleitet wird. Hinzu kommt eine Reihe weiterer mariner euryhaliner Vielborster, Krebse und Muscheln. In der eigentlichen Ostsee herrscht in den flacheren Gebieten die *Macoma-balthica*-Zönose unter salzgehaltsbedingter Artenabnahme vor.

### **Kriterium: Vorbelastung**

Für dieses Kriterium wird die Intensität der fischereilichen Nutzung, welche die wirksamste Störgröße darstellt, als Bewertungsmaßstab herangezogen. Weiterhin können durch Eutrophierung benthische Lebensgemeinschaften beeinträchtigt werden. Für andere Störgrößen, wie Schiffsverkehr, Schadstoffe, etc. fehlen derzeit noch die geeigneten Mess- und Nachweismethoden, um diese in die Bewertung einbeziehen zu können.

Das Benthos der Ostsee ist durch verschiedene anthropogene Störfaktoren vorbelastet und weicht von seinem ursprünglichen Zustand ab. Deshalb entspricht heute weder die Artenzusammensetzung noch die Biomasse des Zoobenthos dem Zustand, der ohne menschliche Nutzungen zu erwarten wäre. Besonders hervorzuheben ist die Störung der Bodenoberfläche durch intensive Fischereitätigkeit, die ein hohes Gefährdungspotenzial für das Epibenthos birgt und eine Verschiebung von langlebigen Arten (Muscheln) hin zu kurzlebigen, sich schnell reproduzierenden Arten verursacht. Weitere wesentliche Einflussfaktoren sind die Eutrophierung und die Schifffahrt. Die wichtigsten Effekte der Eutrophierung auf das Ökosystem der Ostsee waren die Zunahme der planktischen Primärproduktion, der Anstieg der Benthos-Biomasse (CEDERWALL und ELMGREN, 1980) sowie die Zunahme von Sauerstoffmangereignissen. Zunehmender Sauerstoffverbrauch durch Eutrophierungsvorgänge und verringerter Wasseraustausch durch Klimaschwankungen oder -veränderungen werden als Ursachen für die häufigen und extremen Sauerstoffmangelsituationen in der Ostsee angesehen (HELCOM 2009). Gefährdungen für das Benthos können

zudem von den in der Ostsee verklappten Kampfstoffen ausgehen.

Zusätzlich zu den oben genannten Bewertungskriterien kann das Ostsee-Sukzessionsmodell von RUMOHR (1996) zur Beschreibung der Situation der benthischen Lebensgemeinschaften in der Ostsee herangezogen werden. Bei Anwendung dieses Modells zeigt sich, dass sich der benthologische Zustand der Ostsee von 1932 bis 1989 um mindestens eine Stufe verschlechtert hat. Die besonderen hydrographischen und morphologischen Merkmale der Ostsee sowie natürliche Ereignisse (Salzwassereinbrüche, Sauerstoffmangel) und anthropogene Einflüsse (Eutrophierung, Schadstoffeinträge) lassen eine Abfolge (Sukzession) von typischen Benthoszuständen erkennen. RUMOHR (1996) unterscheidet eine Abfolge von typischen Zuständen und definiert insgesamt fünf verschiedene Stadien, die mit einer stabilen, von langlebigen Muscheln bzw. Stachelhäutern dominierten (Klimax-) Gemeinschaft beginnen (Stadium 1, heute kaum noch anzutreffen) und bei zunehmender Eutrophierung in eine von Muscheln und langlebigen Polychaeten dominierte, starken Fluktuationen unterworfenene Gemeinschaft mit erhöhter Biomasse (Stadium 2) übergehen. Bei weiterer Verschlechterung der Verhältnisse folgt eine kurzlebige, biomassearme Kleinpolychaeten-Gemeinschaft mit starken Schwankungen der Populationsparameter und gelegentlichen Auslöschungen durch Sauerstoffmangel (Stadium 3). Nimmt der Sauerstoffgehalt noch weiter ab, stirbt die gesamte im Boden lebende Fauna (Infauna) ab und es findet sich nur noch gelegentlich eine bewegliche Epifauna. Stadium 5 zeigt ein langfristig tierfreies (azoisches) Sediment mit laminierter Feinschichtung.

Seit Ende der 80er Jahre zählt das westliche Arkonabecken, ebenso wie die östlichen Becken, zu den wegen temporärer Sauerstoffmangelsituationen akut gefährdeten Gebieten der Ostsee, wie ein Vergleich des Zustands der Meeresumwelt zwischen Daten von HAGMEIER aus dem

Jahr 1932 (Stadium 1-2) und 1989 (Stadium 3-4) zeigt (RUMOHR, 1996). Nach vorherigen aufgetretenen Sauerstoffmangelsituationen zeigte sich aber auch, dass das Benthos über ein enormes Regenerationspotenzial verfügt (vgl. WASMUND et al. 2012). So lässt sich der aktuelle Zustand des Benthos, wie er sich aus Daten aus Umweltverträglichkeitsstudien (UVS) und F&E-Vorhaben ergibt, in das Stadium 2-3 des Ostsee-Sukzessionsmodells nach RUMOHR (1996) einordnen. Allerdings sind die einzelnen Schritte in diesem Sukzessionsmodell auch umkehrbar, wenn sich die Bedingungen infolge von Umweltverbesserungen verändern.

### **Vorranggebiet Windenergie EO1**

In vorbereitenden Untersuchungen von ZETTLER et al. (2003) zur Ausweisung des besonderen Eignungsgebietes „Westlich Adlergrund“ (Gebiet EO1) wurden insgesamt 69 Makrozoobenthosarten nachgewiesen. Es wurden Gesamtdichten zwischen 750 und 31.250 Individuen/m<sup>2</sup> festgestellt, wobei die Abundanzen maßgeblich von dem Vorkommen der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) geprägt waren. Entsprechend korreliert die Biomasse hauptsächlich mit deren Vorkommen. Insgesamt wurden von ZETTLER et al. (2003) sechs Arten nachgewiesen, die als sog. Glazialrelikte anzusehen sind (*Halitholus yoldiaearcticae*, *Astarte borealis*, *A. elliptica*, *Monoporeia affinis*, *Pontoporeia femorata* und *Saduria entomon*). Diese Arten sind genau wie *Arctica islandica* auf kaltes und relativ salzreiches Wasser angewiesen und daher in ihrem Vorkommen weitgehend auf die tieferen Bereiche des Gebietes beschränkt. Aus makrozoobenthischer Sicht besonders wertvoll für die Region sind die Areale mit *Astarte borealis*. Starke aperiodische Salzwassereinträge können marine Arten bis in das östliche Arkonabecken spülen und tragen somit zur Artenvielfalt bei. In der südlichen Hälfte konnten Muschelzönosen von *Mytilus edulis* und *Macoma balthica* nachgewiesen werden.

Die im Rahmen der Basisaufnahme durchgeführten Untersuchungen des Benthos im Bereich

des Gebietes 1 (MARILIM 2016) konnten die Ergebnisse von ZETTLER et al. (2003) nur ansatzweise bestätigen. Die vorgefundenen Arten wurden der in der westlichen und zentralen Ostsee weit verbreiteten *Macoma balthica*-Gemeinschaft zugeordnet. Im Gebiet EO1 waren demzufolge die Arten *Macoma balthica*, *Scoloplos armiger* und *Pygospio elegans* am häufigsten anzutreffen, wobei die Biomasse von der Baltischen Plattmuschel (*Macoma balthica*) dominiert wurde. Im südlichen Teil des Gebietes EO1 kamen hingegen die drei Hauptarten *Mytilus edulis*, *Pygospio elegans* und *Macoma balthica* am häufigsten vor. Die Biomasse wurde in diesem Bereich konstant durch Muscheln (*Mytilus edulis* und *Macoma balthica*) dominiert.

Die Benthosgemeinschaft im Bereich von Gebiet EO1 ist aufgrund des Artenreichtums, der seltenen Reliktarten und der Rote-Liste-Arten als hochwertig anzusehen. Damit weist das Gebiet einen vergleichsweise hohen Anteil an gefährdeten Arten auf. Aus makrozoobenthischer Sicht besonders wertvoll sind die Steinfeldler mit den ausgeprägten Miesmuschelbänken, die im Südosten mit ihren für die Region sehr hohen Zahlen benthischer Arten vom Adlergrund in das Gebiet EO1 hineinstreichen. Es wurden hauptsächlich Miesmuschelbänke, Kies- und Steinbänke sowie anstehender Geschiebemergel identifiziert.

### **Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2**

Zur Bewertung des Benthos in Gebiet EO2 werden die Ergebnisse der Umweltgutachten der beantragten Offshore-Windparks „Baltic Eagle“ und „Ostseeschatz“ herangezogen. Im gesamten Gebiet ist die *Macoma-balthica*-Gemeinschaft ausgebildet, die in weiten Teilen der Ostsee verbreitet ist. Neben der namensgebenden Baltischen Plattmuschel dominieren verschiedene andere Muscheln, Polychaeten, Crustaceen und Gastropoden die Benthosgemeinschaft. Die drei Hauptarten, gemessen an der Gesamtindividuenzahl, stellen die Baltische Plattmuschel, der Kiemenringelwurm *Scoloplos*

*armiger* und der Cumaceen-Krebs *Diastylis rathkei*. Abgesehen von den Muscheln handelt es sich hauptsächlich um schnellwachsende, kurzlebige „Opportunisten“, die sich durch schnelles Erreichen der Geschlechtsreife, hohe Nachkommenzahlen und kurze Lebenszyklen auszeichnen. Diese sind entscheidende Eigenschaften, um bei den stark variablen Umweltfaktoren des Lebensraums zu bestehen.

In den Vorhabensgebieten von „Baltic Eagle“ und „Ostseeschatz“ wurden insgesamt 42 Makro-Tabelle 8).

Insgesamt weist das Gebiet EO2 einen geringen Strukturreichtum auf. Die vorherrschenden Benthosarten setzen sich überwiegend aus Arten zusammen, die sich schnell regenerieren. Die ausgeprägte Fähigkeit, sich nach Störungen schnell wieder zu erholen, zeichnet die vorkommende Benthosfauna aus (RUMOHR 1995). Das Gebiet besitzt daher eine geringe Bedeutung sowohl für die Infauna als auch für die Epifauna.

### **Vorranggebiet Windenergie EO3**

Für die Beschreibung des Gebietes EO3 wird auf die Ergebnisse der vorbereitenden Untersuchungen zur Ausweisung des besonderen Eignungsgebietes „Kriegers Flak“ und die Ergebnisse der Benthosuntersuchungen im Rahmen der UVS und des baubegleitenden Monitorings für den Windpark „EnBW Baltic 2“ zurückgegriffen.

Im Rahmen der Untersuchungen von ZETTLER et al. (2003) wurden insgesamt 77 Makrozoobenthosarten nachgewiesen. Es wurden Gesamtdichten zwischen 386 und 8875 Ind./ m<sup>2</sup> festgestellt, wobei die Abundanzen maßgeblich von der An- bzw. Abwesenheit der Baltischen Plattmuschel (*Macoma balthica*) und des Polychaeten *Pygospio elegans* geprägt waren. Die Biomasse war hauptsächlich von den größeren Muschelarten (*Macoma balthica*, *Mya arenaria* und *Mytilus edulis*) abhängig. An den Schlickstationen in Wassertiefen über 35 m wurde regel-

rozoobenthosarten bestimmt. Die durchschnittliche Individuendichte betrug im Vorhabensgebiet „Ostseeschatz“ 643 Ind./ m<sup>2</sup>. Es dominieren häufig einzelne Arten. Bei der Epifauna sind vor allem Arten dominant, die als Aasfresser oder Räuber auf schlickigen Substraten leben können, wie die Polychaeten *Nephtys ciliata* und *Bylgides sarsi*. Von den nachgewiesenen Arten ist gemäß der Roten Liste (Rachor et al., 2013) lediglich die Islandmuschel (*Arctica islandica*) als gefährdet eingestuft (vgl.

mäßig der Polychaet *Terebellides stroemi* in relativ hohen Abundanzen erfasst. Von den nachgewiesenen Arten sind sieben Arten als sog. Glazialrelikte anzusehen (u. a. *Astarte borealis*, *Monoporeia affinis* und *Pontoporeia femorata*). Diese Arten sowie *Arctica islandica* sind auf kaltes und relativ salzreiches Wasser angewiesen und daher in ihrem Vorkommen weitestgehend auf die tieferen Bereiche des Gebietes beschränkt. Diese Areale sind aus makrozoobenthischer Sicht besonders wertvoll für die Region Kriegers Flak.

Die Ergebnisse der Untersuchungen im Rahmen der UVS zum aktuellen Bestand der Benthoslebensgemeinschaften stimmen bis auf einige wenige Befunde seltener Arten mit den Ergebnissen der Untersuchungen im Rahmen des vom BfN in Auftrag gegebenen F&E-Vorhabens (ZETTLER et al. 2003) überein. Im Untersuchungsgebiet des Windparks „EnBW Baltic 2“ wurden im Rahmen der UVS insgesamt 83 Makrozoobenthos-Taxa nachgewiesen. Auch bei den im Rahmen des baubegleitenden Monitorings durchgeführten Untersuchungen (IFAÖ 2015a) wurden insgesamt 60 Arten und 20 supraspezifische Taxa nachgewiesen. Am häufigsten präsent waren die Baltische Plattmuschel (*Macoma balthica*) und die Miesmuschel, die Glatte Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*), die Polychaeten *Pygospio elegans* und *Scoloplos armiger* sowie die Cumaceenart *Diastylis rathkei*.

Insgesamt wurden im Bereich des Gebietes EO3 zwischen 2002 und 2014 10 gefährdete Arten

der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) nachgewiesen (vgl. Tabelle 8).

Die Benthoslebensgemeinschaft im Gebiet EO3 ist aufgrund des Artenreichtums, der seltenen Reliktarten und der Anzahl an Rote-Liste-Arten als hochwertig anzusehen. Dies folgt zum einen daraus, dass im Untersuchungsgebiet des Windparks „EnBW Baltic 2“ insgesamt 83 Arten nachgewiesen wurden, davon 10 Arten der Roten Liste. Eine besondere Bedeutung hat der südliche und z. T. der nordöstliche Bereich des Gebietes, da hier die in der Ostsee seltenen kaltwasserliebenden Arten (z. B. *Astarte borealis*, *Monoporeia affinis*) vorkommen. Aus makrozoobenthischer Sicht besonders wertvoll sind nach ZETTLER et al. (2003) auch die Stein- und Geröllgründe im nördlichen flachen Bereich mit den ausgeprägten Miesmuschelbänken.

#### **Vorbehaltsgebiet Leitungen LO6**

Im Rahmen der Benthosuntersuchungen für die Netzanbindung des Offshore-Windparks „Arkona-Becken Südost“ wurden anhand der Greiferbeprobung insgesamt 36 Makrozoobenthosarten nachgewiesen. Die artenreichsten Gruppen stellten die Polychaeten und Crustaceen dar. Die Individuendichte lag im Mittel bei 3.396 Ind. pro m<sup>2</sup>. Im Rahmen der im Jahr 2012 durchgeführten Trassenuntersuchungen für die geplanten Netzanschlüsse für Gebiet EO1 wurden insgesamt 61 Arten nachgewiesen.

Die im Trassenverlauf außerhalb von Gebiet EO1 vorgefundene Weichbodenzönose ist relativ artenarm. Auch die vorgefundenen Individuendichten und Gesamtbiomassen sind vergleichsweise niedrig. Es dominieren Weichboden-bewohnende Arten wie *Halicryptus spinulosus*, *Macoma balthica*, *Terrebellides stroemi*, *Distylis rathkei* und *Pontoporeia femorata*. Insbesondere im Sommer können in den Schlickböden aperiodische Sauerstoffmangelereignisse auftreten und zu großflächigem Absterben der Benthosfauna führen. Insgesamt ist die Bedeutung der Trasse für das Makrozoobenthos als

gering bis maximal mittel einzustufen. Die Transektuntersuchungen innerhalb von Gebiet EO1 zeigen eine deutlich artenreichere Benthoszönose mit höheren Individuendichten. Hier dominiert die Miesmuschel die Hartbodenzönose.

Aktuellere Untersuchungen der Benthoslebensgemeinschaften wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens „Kabel 1 bis 6 / Querverbindung“ zur Netzanbindung im Bereich der Gebiete 1 und 2 erhoben (50 HERTZ 2014), dessen Trassenverläufe zu einem großen Teil mit den Trassen der Anbindungen übereinstimmen. Entlang der geplanten Kabeltrassen wurden insgesamt 42 Taxa nachgewiesen, wobei die Polychaeten (14 Arten), Crustaceen (12 Arten) und Mollusca (5 Arten) als artenreichste taxonomische Gruppen vertreten waren. Zwei der nachgewiesenen Arten sind aufgrund ihrer Bestandsituation bzw. Bestandsentwicklung in der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) mit einem Gefährdungsgrad unbekanntes Ausmaßes geführt (RL-Kategorie G). Es handelt sich dabei um die Muschel *Astarte borealis* und die Riesenassel *Saduria entomon*. Zumindest lokal kann auch die gefährdete, langlebige Muschel *Arctica islandica* (RL-Kategorie 3) vorkommen, auch wenn diese im Rahmen der obigen Untersuchungen nicht nachgewiesen wurde. Innerhalb der im Gebiet vorkommenden Steinfelder ist mit dem Vorkommen typischer Riffarten bzw. Riffgemeinschaften zu rechnen. Somit ist die Benthosgemeinschaft vor allem im Bereich des Gebietes EO1 als „regional bedeutsam“ einzustufen.

## **2.6 Fische**

Als die artenreichste aller heute lebenden Wirbeltiergruppen sind Fische in marinen Ökosystemen als Räuber und Beute gleichermaßen bedeutsam. Bodenlebende Fische ernähren sich vorwiegend von in und auf dem Boden lebenden wirbellosen Tieren, während pelagische Fischarten fast ausschließlich Zooplankton oder andere Fische fressen. Auf diesem Wege wird in und am Meeresboden sowie im Freiwasser produzierte

Biomasse und die darin gebundene Energie auch für Seevögel und Meeressäuger verfügbar.

Für eine erste Unterteilung der Fischfauna bietet sich die Lebensweise der Adulttiere im Wasserkörper an, wonach bodenlebende Arten (demersal) von jenen unterschieden werden können, die im Freiwasser (pelagisch) leben. Mischformen von beidem (benthopelagisch) sind ebenfalls weit verbreitet. Diese Trennung ist jedoch nicht strikt: demersale Fische steigen ebenso in die Wassersäule auf, wie pelagische Fische sich zeitweise in Grundnähe aufhalten. Mit 53% machen die demersalen Fische vor benthopelagischen (27%) und pelagischen (17%) Arten den größten Anteil aus. Nur ca. 3% lassen sich aufgrund einer engen Habitatbindung keiner der drei Lebensweisen zuordnen (FROESE & PAULY 2000). Die einzelnen Lebensstadien der Arten unterscheiden sich in Form und Verhalten oft stärker voneinander als dieselben Stadien verschiedener Arten: Der pelagisch lebende Hering *Clupea harengus* legt seine Eier in dicken Matten auf sandig-kiesigem Grund ab oder klebt sie an geeignetes Substrat wie Algen oder Steine (DICKEY-COLLAS et al. 2015), alle Plattfische haben pelagische Larven, die mit der Umwandlung in die charakteristische Körperform zum Bodenleben übergehen (VELASCO et al. 2015), und benthopelagische Fische wie der Dorsch haben pelagische Eier und Larven (HISLOP et al. 2015). Die wichtigsten Einflüsse auf Fischpopulationen sind die Fischerei und Klimaveränderungen (HOLLOWED et al. 2013, HEESSEN et al. 2015). Diese Faktoren interagieren und lassen sich in ihrer relativen Wirkung auf die Populationsdynamik der Fische kaum unterscheiden (DAAN et al. 1990, VAN BEUSEKOM et al. 2018). Hinzu kommen die hydrographischen Bedingungen und die Einflüsse vielfältiger menschlicher Aktivitäten. So können die Dominanzverhältnisse innerhalb einer Fischartengemeinschaft zwar langfristigen, periodischen Klimaschwankungen folgen (PERRY et al. 2005, BEAUGRAND 2009, GRÖGER et al. 2010, HISLOP et al. 2015), lassen sich ohne

die Berücksichtigung der Fischerei jedoch nicht erklären (FAUCHALD 2010).

Ein weiterer Mechanismus, wie erhöhte Temperaturen infolge klimatischer Veränderungen die Populationsdynamik von Fischen beeinflussen können, ist eine Schwächung der Synchronizität zwischen der temperaturgesteuerten Zooplanktonentwicklung und der Tageslängen-gesteuerten Phytoplanktonentwicklung. Durch diesen „Mismatch“ (CUSHING 1990) könnten Fischlarven eine verringerte Dichte an Zooplankton vorfinden, wenn sie nach Aufzehren ihres Dottersacks auf externe Nahrung angewiesen sind. Artübergreifend wirken sich die Überlebensraten früher Lebensstadien überproportional auf die Populationsdynamik aus (HOUDE 1987, 2008). Diese Variabilität kann sich bis zu den Räubern an der Spitze des Nahrungsnetzes fortpflanzen (DURANT et al. 2007, DÄNHARDT & BECKER 2011), zu denen auch die Fischerei gehört. Indirekt könnten sich Klimaveränderungen auf marine Fischgemeinschaften auswirken, indem der Mensch mit der Installation von Offshore-Windparks auf Klimaveränderungen reagiert (EEA 2015). Dadurch entstünden einerseits große Gebiete, aus denen die Fischerei ausgeschlossen ist, andererseits werden in großem Umfang künstliche Hartsubstrate eingebracht und damit Habitate für Arten geschaffen, die sonst nicht in den betreffenden Gebieten vorkommen (EHRICH et al. 2007). Diese Mechanismen sind grundsätzlich auch in der Ostsee wirksam, deren hydrographische Abhängigkeit von windgetriebenem Einstrom salzhaltigen und sauerstoffreichen Nordseewassers der ausschlaggebende Faktor für die Fischpopulationen ist (MÖLLMANN et al. 2009). So tritt in den tiefen Becken immer wieder Sauerstoffmangel auf. Eine stabile Schichtung des Wasserkörpers mit Sauerstoffzehrung unterhalb der Temperatursprungschicht kann den Reproduktionserfolg von Fischen massiv beeinträchtigen, deren Eier in diesen Schichten schweben (z. B. der Ostseedorsch; NISLING et al. 1994). Klimawandel und Fischerei sind je-

doch nicht die einzigen Faktoren, die Fischpopulationen steuern können. So erklären ÖSTERBLOM et al. (2007) die Entwicklung der Fischbestände in der Ostsee zwischen 1900 und 1980 größtenteils durch den Rückgang der Robbenpopulation und die starke Eutrophierung.

### 2.6.1 Datenlage

Da nahezu ausschließlich Daten aus der Grundnetzfisherei, nicht jedoch aus Beprobungen des Pelagials vorliegen, kann die folgende Bewertung auch nur für demersale Fische erfolgen. Für pelagische Fische sind keine zuverlässigen Einschätzungen möglich. Die Grundlagen für die Zustandseinschätzung des Schutzgutes (bodenlebende) Fische sind

- die Ergebnisse aus Umweltverträglichkeitsstudien und Clusteruntersuchungen für die Erstellung aktueller Artenlisten (Gebiet 1: Cluster westlich Adlergrund Frühjahr 2014, Gebiet 2: Baltic Eagle Herbst 2012, Gebiet 3: EnBW Baltic 2 Herbst 2014).
- die Datenbank für Schleppnetzerfassungen (DATRAS) des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES) (Zugriff am 12. März 2018). Hierbei wurden nur die Standardgebiete und Planquadrante betrachtet, die die deutsche AWZ der Ostsee abdecken. Dies sind die Standard-Rundfischgebiete 22 und 24, wobei die Windparkgebiete EO1, EO2 und EO3 alle in Standard-Rundfischgebiet 24 liegen. Die Fangdaten aus dem 4. Quartal 2017 und dem 1. Quartal 2018 wurden zusammengefasst.

Für einen historischen Bezug wurden EHRICH et al. (2006) und KLOPPMANN et al. (2003) betrachtet. Die Einordnung in den ostseeweiten Kontext erfolgte mit Hilfe von HEESSEN et al. (2015). Für die aktuelle Bewertung (2017/2018) der befischten Bestände wurde das Internetportal „Fischbestände online“ (BARZ & ZIMMERMANN 2018) verwendet, das die wissenschaftliche Bestandsbewertung des ICES zusammenfassend darstellt.

### 2.6.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität

Die räumliche und zeitliche Verteilung der Fische wird zuallererst durch ihren Lebenszyklus und damit einhergehende Wanderungen der verschiedenen Entwicklungsstadien bestimmt (HARDEN-JONES 1968, WOOTTON 2012, KING 2013). Den Rahmen dafür setzen viele verschiedene Faktoren, die auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen wirksam werden. Großräumig wirken hydrographische und i. w. S. klimatische Faktoren wie Seegang und vor allem Wind-induzierte Strömungen, die den Einstrom kalten, sauerstoffreichen Salzwassers aus der Nordsee steuern, was die Lebensbedingungen für Fische in der Ostsee maßgeblich prägt. Auf mittlerer (regionaler) bis kleiner (lokaler) Raum-Zeit-Skala wirken die Wassertemperatur und andere hydrophysikalische und hydrochemische Parameter sowie die Nahrungsverfügbarkeit, inner- und zwischenartliche Konkurrenz und Prädation, zu der auch die Fischerei gehört. Ein weiterer entscheidender Faktor für die Verteilung der Fische in Zeit und Raum ist das Habitat, worunter in weiterem Sinne nicht nur physische Strukturen zu verstehen sind, sondern auch hydrographische Phänomene wie Fronten (MUNK et al. 2009) und Auftriebsgebiete (GUTIERREZ et al. 2007), an denen sich Beute aggregiert und dadurch ganze trophische Kaskaden in Gang setzen und halten kann. Die vielfältigen menschlichen Aktivitäten und Einflüsse sind weitere Faktoren, die die Fischverteilung strukturieren. Sie reichen von Nähr- und Schadstoffeinleitungen über den Verbau von Migrationsrouten wandernder Arten und der Fischerei bis zu Bauwerken im Meer, die die Fische als Laichsubstrat (Spundwände für Heringslaich) oder Nahrungsquelle (Bewuchs künstlicher Strukturen) oder sogar als Rückzugsraum (Windparks) dienen (EEA 2015).

### 2.6.2.1 Fischfauna in der deutschen AWZ

Die spezielle Hydrographie und der von West nach Ost abnehmende Salzgehalt spiegeln sich auch in der Fischfauna der Ostsee wider. Wo in der Nordsee marine Arten überwiegen, machen Süßwasserfische einen großen Teil der Fischartengemeinschaft aus. So benennt die Fischdatenbank Fishbase (FROESE & PAULY 2000) mit Stand vom November 2015 160 Arten, die in der gesamten Ostsee bislang nachgewiesen wurden. THIEL et al. (1996) beziffern die Ostseefischarten auf 144, die sich aus 97 Meeresfischarten, 7 Wander- und 40 Süßwasserfischarten zusammensetzen. In ihrer umfassenden Übersicht führen WINKLER & SCHRÖDER (2003) für die gesamte deutsche Ostseeküste 151 Arten auf. Hierbei umfasst das Bezugsgebiet die Ostseeküsten von Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, äußerlich begrenzt durch die mit den Nachbarländern festgelegte Mittellinie (entsprechend der Definition von FRICKE et al. 1996). Die Dokumentation enthält alle Arten, für die aus dem deutschen Ostseeraum ein im wissenschaftlichen Sinne verbürgter Nachweis vorliegt. Werden alle jemals in der Ostsee aufgetretenen Einzelnachweise berücksichtigt, besteht die Liste der Ostseefische aus 176 Arten (WINKLER et al. 2000). In Anlehnung an MÖBIUS & HEINCKE (1883) werden die Arten nach der Art der Nutzung des Gebietes als Lebensraum in vier Kategorien eingeteilt:

- Marine Standfische, die zwar wandern, aber ständig im Gebiet angetroffen werden und sich dort auch fortpflanzen,
- Marine Wander- u. Irrgäste, die regelmäßig, sporadisch oder extrem selten aus der Nordsee einwandern, aber nicht in der Ostsee reproduzieren,
- Diadrome Wanderfische, die im Süßwasser reproduzieren und im Meer aufwachsen oder umgekehrt,

- Süßwasserfische mit stationärem Vorkommen oder wandernd, die in Brack- oder reinem Süßwasser reproduzieren.

Diadrome Wanderarten können nach MOYLE & CECH (2000) unterschieden werden in

- anadrome Arten wie Lachs, Finte *Alosa fallax* und Flussneunauge *Lampetra fluviatilis*, die im Süßwasser laichen und im Ästuar oder im Meer aufwachsen,
- semi-anadrome Arten wie Zährte *Vimba vimba*, Ziege *Pelecus cultratus*, Ostseeschnäpel *Coregonus maraena* oder Stint *Osmerus eperlanus*, die im oberen Ästuar/salzarmen Brackwasser oder Süßwasser laichen und
- katadrome Arten wie Aal oder Flunder, die im Meer laichen und im Brack- oder Süßwasser aufwachsen.

Während Gastarten meist während ihrer Nahrungswanderungen regelmäßig im Gebiet vorkommen, erscheinen Irrgäste kaum vorhersehbar und meist infolge von ungewöhnlichen hydrographischen und meteorologischen Phänomenen. In der Ostsee zählt fast die Hälfte aller Arten zu den im Gebiet stationären Fischen, 18% können als regelmäßige Gäste eingestuft werden, 29% als Irrgäste und 8% sind über beabsichtigte oder unbeabsichtigte Besitzmaßnahmen zu meist nur zeitweilig in die Ostsee eingebracht worden.

Die Gesamtartenzahl hat sich gegenüber dem 16. Jahrhundert nahezu verdoppelt, und zwar überwiegend durch das Auftreten mariner Arten, wobei das Verhältnis zwischen marinen und diadromen und Süßwasserarten bei 2:1 geblieben ist: Laut WINKLER & SCHRÖDER (2003) sind 2/3 der Fischgemeinschaft marine Arten, 12% diadrome Wanderer und 21% Süßwasserfische. Von den 151 in der Ostsee vorkommenden Arten gelten 44 als sehr selten, 36 als selten, 33 als regelmäßig, 24 als häufig, und 13 Arten treten sehr häufig in der deutschen Ostsee auf. Damit



treten ca. 46% der Fischarten (70 von 151) regelmäßig bis sehr häufig und rund 54% selten bis sehr selten in der deutschen Ostsee auf (WINKLER & SCHRÖDER 2003).

### 2.6.2.2 Lebensraumtypische Fischgemeinschaften

Die lebensraumtypischen Fischgemeinschaften der Ostsee werden durch pelagische, benthische (demersale) und litorale Arten repräsentiert (NELLEN & THIEL 1995). Die Grenzen sind fließend und es besteht Austausch, z. B. wenn pelagische Fische wie der Hering ihre Laichgründe an der Küste aufsuchen. Neben Laichgründen befinden sich auch Nahrungsgebiete vieler Fischarten an der Küste. Die pelagische Fischgemeinschaft wird durch den in der gesamten Ostsee vorkommenden Hering dominiert. Sprotte, Lachs und Meerforelle sind weitere charakteristische Vertreter. Die wirtschaftlich wichtigsten Vertreter der benthischen Fischgemeinschaft sind Dorsch, Flunder und Scholle. Neben den genannten, kommerziell genutzten Arten sind verschiedene Kleinfischarten (z. B. Grundeln) wichtige Glieder innerhalb der Fischgemeinschaften der Ostsee.

Die litorale Fischgemeinschaft besteht fast ausschließlich aus juvenilen Individuen der pelagischen Arten. Das Litoral der Ostsee, die Bodden und Haffe, zeichnet sich durch dichten Bewuchs mit Algen und Seegras sowie durch Nahrungsreichtum aus, wodurch sich die Funktion als Aufwuchsgebiet auch für ökonomisch bedeutsame Arten und als Lebensraum für kleine Fische erklärt.

### 2.6.2.3 Regionaltypische Lebensgemeinschaften

Die Verteilung der Ostseefische wird maßgeblich durch ihre Toleranz bzw. Präferenz gegenüber abiotischen Faktoren wie Salzgehalt, Temperatur und Sauerstoffgehalt bestimmt. Insbesondere die empfindlicheren Entwicklungsstadien sind hierbei ausschlaggebend. Süßwasserfische stoßen in der brackigen Ostsee ebenso an

ihre physiologischen Grenzen wie Meeresfische aus der Nordsee, und die Verteilung der Fischarten spiegelt den Salzgehaltsgradienten wider, der von Richtung Osten und Norden abnimmt (RHEINHEIMER 1996). Entlang desselben Gradienten nimmt sowohl die Artenzahl als auch die artspezifische Abundanz ab, was maßgeblich dadurch erklärt werden kann, dass die Meeresfische zu salzarme Gebiete meiden. So werden im Kattegatt und in der westlichen Ostsee vorwiegend Meeresfische angetroffen (NELLEN & THIEL 1995), während die Süßwasserfische in den Küstengewässern der mittleren Ostsee mit den meisten Arten vertreten sind. So berichtet REMANE (1958) von 120 Meeresfischarten in der Nordsee, lediglich noch 70 in der Kieler und Mecklenburger Bucht, 40 bis 50 in der südlichen und mittleren Ostsee, und in der Alandsee, im Finnischen Meerbusen und in der Bottensee nur noch 20 Arten. Neben dem Salzgehalt ist offenbar auch die Wassertemperatur ein Faktor, der die Fischgemeinschaft strukturiert. Die Fischfauna der Nordsee setzt sich aus Arten zusammen, deren Hauptverbreitung entweder im Norden (Norwegen, Island) oder im Süden (Ärmelkanal, Biskaya) liegt. In der westlichen Ostsee sind mit wenigen Ausnahmen alle häufigen Meeresfische überwiegend kaltadaptiert, z.B. Dorsch, Wittling, Scholle und Kliesche. Hingegen sind Fischarten mit südlicherem Verbreitungsschwerpunkt seltene Gäste der westlichen Ostsee, darunter Makrele *Scomber scombrus*, Stöcker *Trachurus trachurus*, Schellfisch *Melanogrammus aeglefinus*, Roter Knurrhahn *Chelidonichthys lucernus*, Sardelle *Engraulis encrasicolus* und Meeräsche *Chelon labrosus*. Dennoch finden sich unter den Standfischen der westlichen Ostsee mit Steinbutt, Hornhecht, Sprotte, Schwarzgrundel *Gobius niger* und Sandgrundel auch einige Vertreter des „Südtyps“ (NELLEN & THIEL 1995). Das Vorkommen von Süßwasserfischen beschränkt sich in der Ostsee auf die Flussästuare, Bodden- und Haffgewässer (THIEL et al. 1996).

#### 2.6.2.4 Rote-Liste-Arten in der deutschen AWZ

Für die 89 in der Ostsee etablierten Fisch- und Neunaugenarten wurde im Rahmen der Roten Liste die Gefährdung beurteilt, und zwar anhand der aktuellen Bestandssituation sowie der langfristigen und kurzfristigen Bestandstrends (THIEL et al. 2013). Demnach werden 9% (8 Arten) der in der Ostsee etablierten Meeresfische und Neunaugen nach dem Rote-Liste-Status als ausgestorben oder bestandsgefährdet eingestuft. Unter Berücksichtigung der extrem seltenen Arten erhöht sich der Anteil der Rote-Liste-Arten auf 16,9% (15 Arten). In der östlichen AWZ konnten insgesamt 4 Arten nachgewiesen werden, die in der Ostsee einen Rote-Liste-Status aufweisen (FREYHOF 2009; THIEL ET AL. 2013). Das Flussneunauge ist vom Aussterben bedroht (1) (FREYHOF 2009). Der Europäische Aal ist in der Ostsee stark gefährdet (2), Finte und Lachs sind gefährdet (3) (THIEL et al. 2013).

Drei der Rote-Liste-Arten werden im Anhang II der FFH-RL aufgeführt, und zwar die Finte, Flussneunauge und der Lachs, der jedoch nur im Süßwasserbereich FFH-Status hat. Der Stör *Acipenser oxyrinchus* gilt in der Ostsee als ausgestorben (FREYHOF 2009). Bei dem „Baltischen“ oder „Ostseestör“ handelt es sich genetischen und morphometrischen Studien zufolge nicht wie bislang angenommen um den Atlantischen Stör *Acipenser sturio*, sondern um Abkömmlinge des heute in Nordamerika verbreiteten *A. oxyrinchus* (LUDWIG et al. 2002). *A. sturio* wurde zuletzt 1952 vor Rügen gefangen. Im Rahmen des Projektes zur Wiederansiedlung des Ostseestörs *Acipenser oxyrinchus* wurden seit 2007/2008 mehrere tausend, z. T. besondere Jungtiere in der Oder ausgesetzt. Bisher erfolgt keine natürliche Reproduktion, und alle gemeldeten Störfänge gehen auf diese Besatzmaßnahmen zurück (GESSNER et al. 2000).

#### 2.6.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Fische

Die Zustandseinschätzung der demersalen Fischgemeinschaft der AWZ der deutschen Ostsee erfolgt anhand i) der Seltenheit und Gefährdung, ii) der Vielfalt und Eigenart sowie iii) der Natürlichkeit. Diese drei Kriterien werden im Folgenden definiert und jeweils separat für Gebiet 1, 2 und 3 angewendet.

##### *Seltenheit und Gefährdung*

Die Seltenheit und Gefährdung der Fischgemeinschaft wird anhand des Anteils von Arten eingeschätzt, die lt. der aktuellen Roten Liste Meeresfische (THIEL et al. 2013) und für die diadromen Arten der Roten Liste Süßwasserfische (FREYHOF 2009) als gefährdet gelten und einer der folgenden Rote-Liste-Kategorien zugeordnet wurden: Ausgestorben oder verschollen (0), vom Aussterben bedroht (1), stark gefährdet (2), gefährdet (3), Gefährdung unbekanntes Ausmaßes (G), extrem selten (R), Vorwarnliste (V), Daten unzureichend (D) oder ungefährdet (\*) (THIEL et al. 2013). Der Gefährdungssituation von Arten, die in Anhang II der FFH-RL aufgeführt sind, gilt ein besonderes Augenmerk. Sie stehen im Fokus europaweiter Schutzbemühungen und erfordern besondere Schutzmaßnahmen, z. B. ihrer Lebensräume.

In den Ostseegebieten, in denen sich die **Gebiete EO1, EO2 und EO3** befinden, wurden während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und im Rahmen des Fischmonitorings zur Bestandseinschätzung im o. a. Zeitraum (2.8.1) insgesamt 45 Fischarten festgestellt. Davon gilt nach THIEL et al. (2013) und FREYHOF (2009) keine Art als ausgestorben oder verschollen (0) oder vom Aussterben bedroht (1). Mit Aal, Schellfisch und Seestichling wurden drei stark gefährdete Arten (2) nachgewiesen (6,7%). Das Große Petermännchen *Trachinus draco* und der Zwergdorsch *Trisopterus minutus* gelten als gefährdet (3) (2 Arten, 4,4%). Für keine der vor kommenden Arten wurde eine Gefährdung un-

bekanntem Ausmaßes (G) festgestellt. Der Pollack gilt als extrem selten (R, 1 Art, 2,2%), Steinbutt, Makrele und Seezunge *Solea solea* stehen auf der Vorwarnliste (V; 3 Arten, 6,7%). Für die Sandaale *Ammodytes tobianus*, *Hyperoplus immaculatus* und *H. lanceolatus* sowie für Seehecht und Seebull (5 Arten, 11,1%) wird die Datenlage für eine Bewertung als unzureichend (D) erachtet. Die große Mehrheit der Arten (31, 68,9%) wird als ungefährdet (\*) eingestuft.

In den Seegebieten, in denen sich das **Gebiet EO1** befindet, wurden während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und im Rahmen des Fischmonitorings zur Bestandseinschätzung insgesamt 38 Arten festgestellt, von denen nach

FREYHOF (2009) und THIEL et al. (2013) keine Art als ausgestorben oder verschollen (0), vom Aussterben bedroht oder als in unbekanntem Maße gefährdet (G) gilt. Mit Aal, Schellfisch und Seestichling wurden drei stark gefährdete Arten (2) nachgewiesen (7,9%), das Große Petermännchen ist gefährdet (3, 1 Art, 2,6%). Der Pollack gilt als extrem selten (R, 1 Art, 2,6%), Steinbutt, Makrele und Seezunge stehen auf der Vorwarnliste (V; 3 Arten, 7,9%). Für den großen gefleckten Sandaal und den Großen ungeflechten Sandaal gestatten die vorliegenden Daten keine Bewertung (D, 3 Arten 7,9%). Die verbleibenden 27 Arten (71,1%) gelten als ungefährdet (\*) (Tabelle 9).

Tabelle 9: Relative Anteile der Rote-Liste-Kategorien an den Fischarten, die in Gebiet 1, 2 und 3 nachgewiesen wurden. Ausgestorben oder verschollen (0), vom Aussterben bedroht (1), stark gefährdet (2), gefährdet (3), Gefährdung unbekanntem Ausmaßes (G), extrem selten (R), Vorwarnliste (V), Daten unzureichend (D) oder ungefährdet (\*) (THIEL et al. 2013). (UVS-Daten Gebiet 1, 2, und 3 und Daten von 2017/2018 aus der DATRAS-Datenbank des ICES, s. 2.8.1). Zum Vergleich sind die relativen Anteile der Bewertungskategorien der Rote Liste Ostsee (THIEL et al. (2013) dargestellt.

GEBIET	Rote-Liste Kategorie								
	0	1	2	3	G	R	V	D	*
1	0,0	0,0	7,9	2,6	0,0	2,6	7,9	7,9	71,1
2	0,0	0,0	7,1	2,4	0,0	2,4	7,1	9,5	71,4
3	0,0	0,0	7,5	5,0	0,0	2,5	7,5	5,0	72,5
<b>Rote Liste</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>1,1</b>	<b>3,2</b>	<b>1,1</b>	<b>7,4</b>	<b>1,1</b>	<b>19,1</b>	<b>63,8</b>

In den Seegebieten, in denen sich das **Gebiet EO2** befindet, wurden während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und im Rahmen des Fischmonitorings zur Bestandseinschätzung insgesamt 42 Arten festgestellt, von denen nach FREYHOF (2009) und THIEL et al. (2013) keine Art als ausgestorben oder verschollen (0), vom Aussterben bedroht oder als in unbekanntem Maße gefährdet (G) gilt. Mit Aal, Schellfisch und Seestichling wurden drei stark gefährdete Arten (2) nachgewiesen (7,1%), das Große Petermännchen ist gefährdet (3, 1 Art, 2,4%). Der Pollack gilt als extrem selten (R, 1 Art, 2,4%), Steinbutt, Makrele und Seezunge stehen auf der Vorwarnliste (V; 3 Arten, 7,1%). Für die Sandaale sowie

für den Seehecht gestatten die vorliegenden Daten keine Bewertung (D, 4 Arten 9,5%). Die verbleibenden 30 Arten (71,4%) gelten als ungefährdet (\*) (Tabelle 9).

In den Seegebieten, in denen sich das **Gebiet EO3** befindet, wurden während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und im Rahmen des Fischmonitorings zur Bestandseinschätzung insgesamt 40 Arten festgestellt, von denen nach FREYHOF (2009) und THIEL et al. (2013) keine Art als ausgestorben oder verschollen (0), vom Aussterben bedroht oder als in unbekanntem Maße gefährdet (G) gilt.

Mit Aal, Schellfisch und Seestichling wurden drei stark gefährdete Arten (2) nachgewiesen (7,5%).

Das Große Petermännchen und der Zwergdorsch gelten als gefährdet (3) (2 Arten, 5,0%). Der Pollack gilt als extrem selten (R, 1 Art, 2,5%), Steinbutt, Makrele und Seezunge stehen auf der Vorwarnliste (V; 3 Arten, 7,5%).

Für den großen gefleckten Sandaal und den Großen ungefleckten Sandaal gestatten die vorliegenden Daten keine Bewertung (D, 2 Arten 5,0%). Die verbleibenden 29 Arten (72,5%) gelten als ungefährdet (\*) (Tabelle 9).

In den Roten Listen Meeresfische für die Ostsee (THIEL et al. 2013) und Süßwasserfische (FREYHOF 2009) wurden insgesamt 16,0% der bewerteten Arten einer Gefährdungskategorie (0, 1, 2, 3, G oder R) zugeordnet, 1,1% stehen auf der Vorwarnliste, für 19,1% ist aufgrund von Datenmangel keine Bewertung möglich. Insgesamt 63,8% der Arten gelten als ungefährdet (FREYHOF 2009, THIEL et al. 2013) (Tabelle 9). Im Vergleich dazu wurden in allen drei Ostsee-Gebieten weniger Arten mit einem Gefährdungsstatus nachgewiesen (1: 13,1%, 2: 11,9%, 3: 15,0%), während stets mehr ungefährdete Arten vorkamen, als in den Roten Listen ausgewiesen (1: 71,1%, 2: 71,4%, 3: 72,5%).

Ausgestorbene oder verschollene Arten (Kategorie 0) wurden erwartungsgemäß in keinem der Gebiete festgestellt. Für vom Aussterben bedrohte Arten (1) ist die Bedeutung der Gebiete unterdurchschnittlich, während stark gefährdete Arten (2) in allen Gebieten relativ häufiger waren als in den Roten Listen. Dies galt auch für gefährdete Arten (3) in Gebiet 3. Für diese Arten haben die Gebiete eine überdurchschnittliche Bedeutung. Gefährdete Arten machten in Gebiet 1 und 2 einen geringeren Anteil aus (Tabelle 9). Arten der Kategorie G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes) und extrem seltene Arten wurden in allen drei Gebieten in geringeren Anteilen als in den Roten Listen festgestellt, während der Anteil der Arten auf der Vorwarnliste darüber lag. Der Anteil der mangels Daten nicht bewertbaren Arten (D) lag um die Hälfte (Gebiet 2) bis fast drei Viertel (Gebiet 3) unterhalb des Anteils in den

Roten Listen. Relativ mehr ungefährdete Arten (\*) wurden in allen Gebieten gefunden, die somit eine überdurchschnittliche Bedeutung für Arten dieser Kategorie haben (Tabelle 9).

FFH-Arten wurden weder während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen noch in den Erhebungen zum Fischereimanagement festgestellt. Vor diesem Hintergrund wird die Fischfauna der betrachteten Gebiete hinsichtlich des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung als durchschnittlich bewertet.

#### *Vielfalt und Eigenart*

Die Vielfalt einer Fischgemeinschaft kann durch die Artenzahl ( $\alpha$ -Diversität, „Species richness“) beschrieben werden. Zur Beurteilung der Eigenart einer Fischgemeinschaft, d. h. wie regelmäßig lebensraumtypische Arten auftreten, kann die Artenzusammensetzung herangezogen werden. Vielfalt und Eigenart werden im Folgenden zwischen der gesamten Ostsee und Deutscher AWZ sowie zwischen der AWZ und den einzelnen Gebieten verglichen und bewertet.

Werden alle dokumentierten Arten berücksichtigt, gibt es 176 Arten in der Ostsee (WINKLER et al. 2000). Gemäß der Fischdatenbank Fishbase wurden mit Stand vom November 2015 in der gesamten Ostsee bislang 160 Fischarten nachgewiesen, und WINKLER & SCHRÖDER (2003) führen für die gesamte deutsche Ostseeküste 151 Arten auf, für die aus dem deutschen Ostseeraum ein im wissenschaftlichen Sinne verbürgter Nachweis vorliegt. THIEL ET AL. (1996) beziffern die Anzahl der Ostseefischarten auf 144, darunter 97 Meeresfischarten, 7 Wander- und 40 Süßwasserfischarten. Bei den weitaus meisten handelt es sich um seltene Einzelnachweise, und nur etwas über die Hälfte davon pflanzt sich regelmäßig in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) fort oder wird als Larven, Jungtiere oder adulte Exemplare angetroffen. Nach diesen Kriterien gelten lediglich 89 Arten in der Ostsee als etabliert (THIEL et al. 2013). Im Rahmen von „Baltic International

Trawl Surveys“ (BITS) wurden zwischen 2014 und 2018 in der gesamten Nordsee 69 Fischarten nachgewiesen. In der deutschen AWZ, hier repräsentiert durch die Cluster-bezogenen Fischdaten aus Umweltverträglichkeitsstudien (s. 2.8.1) und der DATRAS-Datenbank des ICES (BITS-Daten 2017 & 2018), wurden insgesamt 45 Arten festgestellt (Tabelle 10). Die Artenzahl lag in den einzelnen Gebieten sehr dicht beieinander zwischen 38 und 42 (vgl. „Seltenheit und Gefährdung“). Die meisten Arten wurden im Rahmen der Erhebungen für das Fischereimanagement gefangen, allerdings wurden in den UVUs Arten nachgewiesen, die im BITS-Survey nicht auftraten. Dies waren Tobiasfisch, Sardelle, Dreistachliger Stichling, Großer Scheibenbauch *Liparis liparis*, Seehecht, Sandgrundel, Seebull und Franzosendorsch. Die meisten Arten wurden in Gebiet 2 festgestellt, gefolgt von Gebiet 3 und 1 (Tabelle 10).

Gebietsübergreifend wurden alle für die Ostsee typischen demersalen Platt- und Rundfischarten nachgewiesen. Alle Plattfischarten (Doggerschärpe *Hippoglossoides platessoides*, Kliesche, Flunder, Scholle, Steinbutt, Glattbutt und Seezunge) waren in allen betrachteten Gebieten vertreten (Tabelle 10).

Obwohl die eingesetzten Grundschleppnetze für die Erfassung pelagischer Fische ungeeignet sind, wurden mit Tobiasfisch, Hering, Großem geflecktem und ungeflecktem Sandaal, Stint, Makrele, Sprotte und Holzmakrele die für den pelagischen Teil der Fischgemeinschaft typischen Arten in allen Clustern nachgewiesen (Tabelle 10).

Von den 45 Arten, die in der deutschen AWZ während des Betrachtungszeitraums nachgewiesen wurde, kamen 37 Arten in allen Gebieten vor, eine Art (Sandgrundel) wurde in zwei Gebieten gefunden, und 7 Arten wurden in jeweils einem Gebiet nachgewiesen (Tabelle 10). Eine räumliche Struktur der Vorkommen verschiedener Arten z. B. gemäß ihrem bevorzugten Lebensraum oder Salzgehaltspräferenz ließ sich nicht erkennen: Süßwasserfische wie Flussbarsch und Zander und küstenaffine Arten wie Flunder oder Stint waren in allen drei Gebieten vertreten, während marine Arten wie Sardelle oder Seehecht in nur einem Gebiet gefangen wurden (Tabelle 10). Möglicherweise sind in dem betrachteten Gebiet die Umweltgradienten nicht genug ausgeprägt, um das Vorkommen von Arten messbar zu strukturieren. Die Fischartenzusammensetzung unterscheidet sich zwischen den Gebieten nur hinsichtlich einzelner, seltener Arten, während es bei den charakteristischen, häufigeren Arten große Übereinstimmungen gibt (Tabelle 10).

Zwischen 1977 und 2005 wiesen EHRICH et al. (2006) 58 Fischarten in der Ostsee nach. Im Vergleich zu diesen Berichten und zu den Daten aus der gesamten Ostsee ist die Vielfalt in allen Gebieten als durchschnittlich anzusehen. Ebenfalls in allen Gebieten waren die typischen und charakteristischen Arten sowohl der pelagischen als auch der demersalen Komponente der betrachteten Fischgemeinschaften vertreten (s. o.). Die Eigenart der gefundenen Fischgemeinschaften wird somit ebenfalls als durchschnittlich bewertet.

Tabelle 10 Gesamtartenliste Fische Deutsche AWZ Ostsee und Artnachweise in Cluster 1, 2 und 3 (UVS-Daten ab 2014 und Daten von 2017/2018 aus der DATRAS-Datenbank des ICES , s. 2.8.1).

Artname	Deutscher Trivialname	OS1	OS2	OS3
<i>Agonus cataphractus</i>	Steinpicker			
<i>Ammodytes tobianus</i>	Tobiasfisch			
<i>Anguilla anguilla</i>	Europäischer Aal			
<i>Aphia minuta</i>	Glasgrundel			
<i>Clupea harengus</i>	Hering			
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Seehase			
<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Vierbärtelige Seequappe			
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Sardelle			
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grauer Knurrhahn			
<i>Gadus morhua</i>	Kabeljau			
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Dreistachliger Stichling			
<i>Gobius niger</i>	Schwarzgrundel			
<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Doggerscharbe			
<i>Hyperoplus immaculatus</i>	Ungefleckter großer Sandaal			
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Gefleckter großer Sandaal			
<i>Limanda limanda</i>	Kliesche			
<i>Liparis liparis</i>	Großer Scheibenbauch			
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Schellfisch			
<i>Merlangius merlangus</i>	Wittling			
<i>Merluccius merluccius</i>	Seehecht			
<i>Mullus surmuletus</i>	Streifenbarbe			
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Seeskorpion			
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel			
<i>Osmerus eperlanus</i>	Stint			
<i>Perca fluviatilis</i>	Flussbarsch			
<i>Platichthys flesus</i>	Flunder			
<i>Pleuronectes platessa</i>	Scholle			
<i>Pollachius pollachius</i>	Pollack			
<i>Pollachius virens</i>	Seelachs			
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandgrundel			
<i>Sander lucioperca</i>	Zander			
<i>Scomber scombrus</i>	Makrele			
<i>Scophthalmus maximus</i>	Steinbutt			
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Glattbutt			
<i>Solea solea</i>	Seezunge			
<i>Spinachia spinachia</i>	Seestichling			
<i>Sprattus sprattus</i>	Sprotte			
<i>Syngnathus rostellatus</i>	Kleine Seenadel			
<i>Syngnathus typhle</i>	Grasnadel			
<i>Taurulus bubalis</i>	Seebull			
<i>Trachinus draco</i>	Großes Petermännchen			
<i>Trachurus trachurus</i>	Holzmakrele (=Stöcker)			
<i>Trisopterus esmarkii</i>	Stintdorsch			
<i>Trisopterus minutus</i>	Franzosendorsch			
<i>Zoarces viviparus</i>	Aalmutter			
Anzahl Arten		38	42	40

### *Vorbelastung*

Die Vorbelastung einer Fischgemeinschaft wird als die Abwesenheit anthropogener Einflüsse definiert, von denen sich die Fischerei am stärksten auswirkt. Zwar stehen Fische auch unter anderen direkten oder indirekten menschlichen Einflüssen, wie z. B. Eutrophierung, Schiffsverkehr, Schadstoffe, Sand- und Kiesabbau. Allerdings lassen sich diese Effekte bislang nicht zuverlässig messen. Grundsätzlich können die relativen Auswirkungen der einzelnen anthropogenen Faktoren auf die Fischgemeinschaft und ihre Interaktionen mit natürlichen biotischen (Räuber, Beute, Konkurrenten, Reproduktion) und abiotischen (Hydrographie, Meteorologie, Sedimentdynamik) Einflussgrößen der deutschen AWZ nicht klar voneinander getrennt werden. Durch die Entnahme der Zielarten und des Beifangs sowie der Beeinträchtigung des Meeresbodens im Falle grundberührender Fangmethoden ist die Fischerei jedoch die wirksamste Störung der Fischgemeinschaft und kann daher als Maß für die Vorbelastung der Fischgemeinschaften in der Ostsee dienen. Eine Einschätzung der Bestände auf einer kleineren räumlichen Skala wie z. B. der deutschen AWZ erfolgt im Rahmen des Fischereimanagements nicht, sodass die folgende Bewertung dieses Kriteriums auch nicht auf Clusterebene erfolgen kann, sondern nur für die gesamte Ostsee. Von den 89 Arten, die in der Ostsee als etabliert gelten (THIEL et al. 2013), werden 17 Bestände von 9 Arten kommerziell befischt (ICES 2017a). Die Bewertung der Vorbelastung erfolgt auf Grundlage des „Fisheries overview – Baltic Sea Ecoregion“ des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES 2017a).

Die Fischerei hat zwei Haupteffekte auf das Ökosystem: die Störung oder Zerstörung benthischer Habitate durch grundberührende Netze und die Entnahme von Zielarten und Beifangarten. Letztere umfassen oft geschützte, gefährdete oder bedrohte Arten, darunter nicht nur Fi-

sche, sondern auch Reptilien, Vögel und Säugetiere (ICES 2017b). Über 5300 Fischereifahrzeuge aus neun Nationen operieren in der Ostsee mit einem art- und bestandsübergreifenden Jahresfang von fast 700.000 Tonnen (ICES 2017a). Insgesamt stehen dabei 4100 kleine Fahrzeuge in der Küstenfischerei lediglich 1200 Einheiten gegenüber, die auf der offenen Ostsee fischen. Allerdings gibt es große Unterschiede zwischen den beteiligten Nationen.

Die Intensität grundberührender Fischerei konzentriert sich in der südlichen Ostsee, allerdings setzt die Flotte außerhalb der Küstengewässer ostseeweit hauptsächlich pelagische Schleppnetze ein. In der Küstenfischerei überwiegen Stellnetze (ICES 2017a).

Die deutsche Flotte umfasst mehr als 700 Fischereifahrzeuge, wovon jedoch lediglich 60 in küstenfernen Gebieten operieren. Im Küstenmeer betreiben 650 kleinere Einheiten ausschließlich Stellnetzerei. Die Anzahl der Angler wird allein an der Deutschen Ostseeküste auf 161000 beziffert, die entweder vom Ufer oder von Booten aus innerhalb von 5 Seemeilen Dorsch, Hering, Meerforelle, Wittling und Plattfische fangen.

Die kommerzielle Fischerei und die Größe der Laichbestände werden gegen den maximalen nachhaltigen Dauerertrag (Maximum sustainable yield, MSY) unter Berücksichtigung des Vorsorgeansatzes bewertet. Insgesamt wurden 17 Bestände hinsichtlich der Fischereiintensität betrachtet, von denen für 14 eine wissenschaftliche Bestandsabschätzung erfolgt, für lediglich 3 Bestände hingegen nicht. Von den bewerteten 17 Beständen werden jeweils 7 nachhaltig bewirtschaftet bzw. sind übernutzt (Abbildung 2.8.5; ICES 2017a). Zehn der 17 Bestände wurden hinsichtlich ihrer Reproduktionskapazität (Laicherbiomasse) bewertet. Sechs von ihnen haben volle Reproduktionskapazität (Abbildung 22; ICES 2017a). Der Biomasseanteil am Gesamtfang der Ostsee (687.000 t in 2017) von Be-

ständen, die mit zu hoher Fischereiintensität bewirtschaftet werden, überwiegt die Anteile nachhaltig gefangener und nicht bewerteter Bestände mit großem Abstand (>90%). Dennoch machen Fische aus Beständen den überwiegenden Biomasseanteil am Fang aus (>90%), deren Reproduktionskapazität oberhalb der definierten Referenzwerte liegt. Die Biomasse aus bewerteten Beständen und solchen, deren Reproduktionspotenzial unterhalb der Bezugsgröße liegt, macht insgesamt weniger als 10% aus.

Insgesamt befanden sich Fangerträge jeweils Mitte der 1970er und 1990er Jahre auf einem Höhepunkt, was mit entsprechenden Bestandsgrößen von Dorsch *Gadus morhua* und Hering *Clupea harengus* erklärt werden kann. Die Hälfte der Fischbestände in der Ostsee, die anhand von Referenzwerten überwacht werden, wird mit einer Intensität bei oder unterhalb des nachhaltigen Dauerertrages bewirtschaftet ( $F_{MSY}$ ), während die andere Hälfte zu stark befischt wird. Dies äußert sich auch darin, dass der weitaus überwiegende Biomasseanteil am Fang aus diesen Beständen stammt (Abbildung 35). Während pelagische Schleppnetze und passive Fanggeräte die vorherrschenden Fischereimethoden in der Ostsee sind, konzentriert sich die grundberührende Schleppnetzfischerei in der südlichen Ostsee und damit auch die Störung des Meeresbodens. In der Stellnetzfisherei können mitunter hohe Beifangraten von tauchenden Seevögeln (Alken und Meerestenten) und seltener auch Schweinswalen auftreten.

In der Zusammenschau der fischereilichen Kennzahlen (ICES 2017a), der Ökosystemeffekte der grundberührenden Fischerei (WATLING & NORSE 1998, HIDDINK et al. 2006) und der Stellnetzfisherei wird die Vorbelastung der Fischfauna als durchschnittlich eingestuft

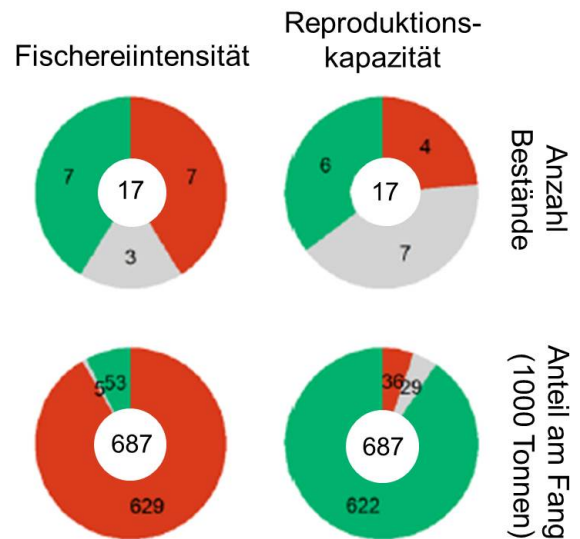


Abbildung 35: Zusammenfassung des Status der Fischbestände in der Ostsee 2017. Links: Die Fischereiintensität gibt die Anzahl der Bestände (oben) und den Biomasseanteil am Fang (unten; in 1000 Tonnen) an, der unterhalb (grün) oder oberhalb (rot) des Referenzwertes (fischereiliche Intensität für den nachhaltigen Dauerertrag,  $F_{MSY}$ ) liegt. Rechts: Die Reproduktionskapazität gibt die Anzahl der Bestände (oben) und den Biomasseanteil am Fang (unten) an, der oberhalb (grün) oder unterhalb (rot) des Referenzwertes (Laicherbiomasse,  $MSY$  Btrigger) liegt. Grau gibt die Anzahl bzw. den Biomasseanteil am Fang von Beständen an, für die keine Referenzpunkte definiert sind und für die folglich keine Bestandseinschätzung möglich ist. Insgesamt wurden 17 Bestände betrachtet, die zusammen 687.000 Tonnen Fang lieferten. Verändert nach ICES (2017a).



### 2.6.3.1 Bedeutung der Gebiete für Fische

Das übergeordnete Kriterium für die Bedeutung der Gebiete für Fische ist der Bezug zum Lebenszyklus, innerhalb dessen verschiedene Stationen mit stadienspezifischen Habitatansprüchen durch mehr oder weniger weite Wanderungen dazwischen verbunden sind. In keinem der genutzten Datensätze wurden Informationen zum Reproduktionsstatus erhoben, sodass die Bedeutung der Gebiete für Fische nur allgemein beschrieben werden kann. Einer flächenscharfen Beurteilung steht überdies entgegen, dass die verwendeten Fangdaten mit Methoden erhoben wurden, die keinen Habitatbezug gestatten. Die Übersicht der Artnachweise nach Gebieten zeigte für die steten, häufigen Charakterarten keine besondere Bedeutung eines speziellen Gebietes. Es ist keine Tendenz erkennbar, dass Arten mit speziellen Lebensweisen möglicherweise bestimmte Gebiete bevorzugen (Tabelle 10), was jedoch darin begründet sein kann, dass das betrachtete Gebiet zu klein und zu homogen ist, als dass sich Umweltgradienten in der Artenzusammensetzung widerspiegeln würden. Auf den regelmäßigen Wanderungen zwischen den Laichgründen und Aufwuchsgebieten nahe der Küste und den tieferen Bereichen, die den Lebenszyklus der meisten Arten charakterisieren, durchqueren die Fische auch die Windparkgebiete. Ihnen kommt daher eine Bedeutung als Transitgebiete zumindest für marine Arten zu. Süßwasserarten konzentrieren sich an der Küste und nahe der Ästuarie, was durch das Fehlen vieler Süßwasserarten, die in der Ostsee durchaus typisch und prägend sind (THIEL et al. 2013), in den hier ausgewerteten Daten belegt ist. Für diese Arten ist die Bedeutung der Windparkgebiete gering. Der relativ höhere Anteil an stark gefährdeten Fischarten in allen drei Gebieten deutet jedoch auf eine höhere Bedeutung dieser Gebiete für diese Arten (Aal, Schellfisch und Seestichling) hin.

## 2.7 Marine Säuger

In der deutschen AWZ der Ostsee kommen regelmäßig drei Arten mariner Säuger vor: Schweinswale (*Phocoena phocoena*), Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) und Seehunde (*Phoca vitulina*). Alle drei Arten zeichnen sich durch hohe Mobilität aus. Wanderungen, insbesondere auf Nahrungssuche, beschränken sich nicht nur auf die AWZ, sondern schließen auch das Küstenmeer und weite Gebiete der Ostsee grenzübergreifend ein. Die beiden Robbenarten haben ihre Liege- und Wurfplätze auf Inseln und Sandbänken im Bereich des Küstenmeeres. Zur Nahrungssuche unternehmen sie von den Liegeplätzen aus ausgedehnte Wanderungen im offenen Meer. Aufgrund ihrer hohen Mobilität und der Nutzung von sehr ausgedehnten Gebieten ist es erforderlich, das Vorkommen nicht nur in der deutschen AWZ, sondern im gesamten Bereich der westlichen Ostsee zu betrachten.

Marine Säugetiere gehören zu den oberen Konsumenten der marinen Nahrungskette. Sie sind dadurch abhängig von den unteren Komponenten der marinen Nahrungskette: Zum einen von ihren direkten Nahrungsorganismen (Fische und Zooplankton) und zum anderen indirekt vom Phytoplankton. Als Konsumenten am obersten Bereich der marinen Nahrungskette beeinflussen marine Säugetiere gleichzeitig auch das Vorkommen der Nahrungsorganismen.

### 2.7.1 Datenlage

Aufgrund einer Vielzahl von Untersuchungsprogrammen, insbesondere in deutschen Gewässern, hat sich die Datenlage in den vergangenen Jahren gegenüber den Vorjahren deutlich verbessert und ist inzwischen als gut zu beurteilen. Ein kontinuierliches Untersuchungs- oder Überwachungsprogramm für marine Säugetiere in der AWZ und im Küstenmeer fehlt jedoch.

Es liegen Daten auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen vor:

- für den Gesamtbereich der nordeuropäischen Gewässer durch Erfassungen im Rahmen von SCANS I, II und III<sup>4</sup> in den Jahren 1994, 2005 und 2016 sowie die so genannte Mini-SCANS von 2012 (SCANS deckt allerdings nur die westliche Ostsee bis zum deutschen Teil der Pommerschen Bucht ab),
- Forschungsvorhaben in der deutschen AWZ und im Küstenmeer, wie MINOS<sup>5</sup>- und MINOSplus-Erfassungen in den Jahren 2002 bis 2006,
- Untersuchungen im Rahmen von Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren für Offshore-Windparks sowie Planfeststellungsverfahren für Rohrleitungen,
- Monitoring der Natura2000-Gebiete / akustisches Monitoring durch das Deutsche Meeresmuseum,
- das EU-Forschungsvorhaben SAMBAH<sup>6</sup>.

SAMBAH (Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour porpoise) ist ein internationales Monitoringprojekt mit dem Ziel, die Erhaltung des Ostsee-Schweinswals mit wissenschaftlichen Daten zu fördern. Zwischen Mai 2011 und Mai 2013 wurden 300 Klickdetektoren in der Zentralen Ostsee ausgebracht, um die Dichte, Häufigkeit und Verteilung der Schweinswalpopulation zu ermitteln.

## 2.7.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität

Die hohe Mobilität mariner Säuger in Abhängigkeit von besonderen Bedingungen der Meeresumwelt führt zu einer hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität des Vorkommens von marinen Säugetieren. Im Verlauf der Jahreszeiten variiert sowohl die Verteilung als auch die Abundanz der Tiere. Um Rückschlüsse über saisonale Verteilungsmuster und die Nutzung verschiedener Teilgebiete ziehen zu können, ist eine gute Datenbasis notwendig. Um Effekte der intra- und interannuellen Variabilität erkennen zu können, sind insbesondere großräumige Langzeituntersuchungen erforderlich.

Schweinswale kommen ganzjährig in der deutschen AWZ der Ostsee vor, zeigen aber abhängig von der Jahreszeit Schwerpunkte in ihrem Vorkommen und ihrer räumlichen Verteilung (GILLES et al. 2008, 2009). Allerdings sind die saisonalen Verteilungsmuster schwächer ausgeprägt als in der Nordsee.

### 2.7.2.1 Schweinswale

Der Schweinswal ist eine verbreitete Walart in den gemäßigten Gewässern von Nordatlantik und Nordpazifik sowie in einigen Nebenmeeren wie der Ostsee. Aufgrund seines Jagd- und Tauchverhaltens beschränkt sich die Verbreitung des Schweinswals auf kontinentale Schelfmeere (READ 1999). In der Ostsee kommt der Schweinswal als einzige Walart regelmäßig vor.

Studien weisen darauf hin, dass drei separate Schweinswalpopulationen in den Gewässern zwischen Nord- und Ostsee anzutreffen sind: a) die Population der Nordsee und des Skagerrak, b) die Beltsee-Population (Kattegat, Beltsee, Sund und westliche Ostsee) und c) die separate

<sup>4</sup> Small Cetacean Abundance in the North Sea and Adjacent Waters

<sup>5</sup> Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich (vom BMU gefördertes Projekt)

<sup>6</sup> Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise

Population der zentralen Ostsee (TEILMANN et al. 2011). Auf die Existenz einer separaten Population in der östlichen Ostsee mit einem Bestand von wenigen hundert Tieren weisen Ergebnisse morphometrischer und genetischer Untersuchungen sowie die Ergebnisse des Forschungsvorhabens SAMBAH hin (u. a. GALATIUS et al. 2012).

Schweinswale wandern auf der Suche nach ergiebigen Nahrungsquellen und konzentrieren sich zeitweilig in Bereichen von qualitativ und/oder quantitativ hohem Nahrungsangebot (REIJNDERS 1992, EVANS 1990). Fische, überwiegend herings- und dorschverwandte Arten, gehören zum bevorzugten Nahrungsspektrum des Schweinswals. Der Schweinswal jagt überwiegend Fischschwärme (READ 1999). Pelagische und semipelagische Fischarten dominieren das Nahrungsspektrum. Als Aufzuchtgebiete werden vor allem küstennahe Gebiete mit Wassertiefen unter 20 m beschrieben, z. B. in der Beltsee und an den Küsten Mecklenburg-Vorpommerns (KINZE 1990, SCHULZE 1996).

### **Vorkommen des Schweinswals in der deutschen Ostsee**

Für den gesamten Bereich Kattegat, Beltsee, den Sund und die westliche Ostsee zeigte sich zwischen 1994 und 2005 ein deutlicher Rückgang der Bestandszahlen. Während 1994 im Rahmen von SCANS I in diesem Gebiet noch 27.800 (95% Konfidenzintervall = 11.946-64.549) Tiere ermittelt wurden, wurden 2005 für das Gebiet nur noch 10.900 Tiere (KI = 5.840-20.214) ermittelt (TEILMANN et al. 2011). Die Differenz ist aufgrund der großen Spanne der 95% Konfidenzintervalle allerdings nicht signifikant (ASCOBANS 2012). Der Bereich östlich der Darßer Schwelle wird durch die SCANS-Erfassung nicht abgedeckt.

SCHEIDAT et al. (2008) zeigten, dass die Bestandsdichte in der südwestlichen Ostsee sowohl saisonalen als auch räumlichen Schwankungen unterlegen ist. Die höchsten Dichten treten im Bereich der Kieler Bucht auf. Die im Rahmen von Schweinswalerfassungen ermittelte Abundanz variierte zwischen 457 Individuen im März 2003 (KI: 0-1.632) und den höchsten Schätzungen im Mai 2005 mit 4.610 Tieren (KI: 2.259-9.098). Die aktuellsten Bestandsschätzungen für die Kieler Bucht (inkl. Dänische Gewässer bis zur Insel Fünen) in den Jahren 2010 und 2011 zeigen geringe Dichten von weniger als 0,4 Individuen pro km<sup>2</sup> (GILLES et al. 2011).

Für den Bereich östlich der Darßer und Limhamn Schwelle bis Øland und der äußeren Danziger Bucht wurden 1995 insgesamt nur 599 Tiere ermittelt (HIBY & LOVELL 1995). Diese Werte spiegeln eine deutliche Abnahme der Bestandsdichte entlang eines Gradienten vom Kattegatt bis in polnische Gewässer wider (KOSCHINSKI 2002).

Eine Auswertung der Daten aus flugzeuggestützten Zählungen, Zufallssichtungen und Strandungen hat gezeigt, dass die Dichte der Schweinswale in der Ostsee von Westen nach Osten abnimmt (SIEBERT et al. 2006). Dies wird bestätigt durch einen Gradienten in der Echoortungsaktivität von Schweinswalen (GILLESPIE et al. 2003, VERFUSS et al. 2004). Durch den Einsatz von stationären Klickdetektoren (POD) wurden bei Fehmarn fast jeden Tag Schweinswale festgestellt. Im Untersuchungszeitraum 2008 bis 2010 wurden um Fehmarn und in der Mecklenburger Bucht 90 bis 100% schweinswalpositive Tage (SPT) aufgezeichnet. Die Ergebnisse vom Adlergrund und der Oderbank zeigten insgesamt deutlich geringere Schweinswal-Registrierungsraten als in den westlichen Untersuchungsgebieten mit maximal 21% schweinswalpositiven Tagen im Februar 2010 (vgl. Abb.14; GALLUS et al. 2010).

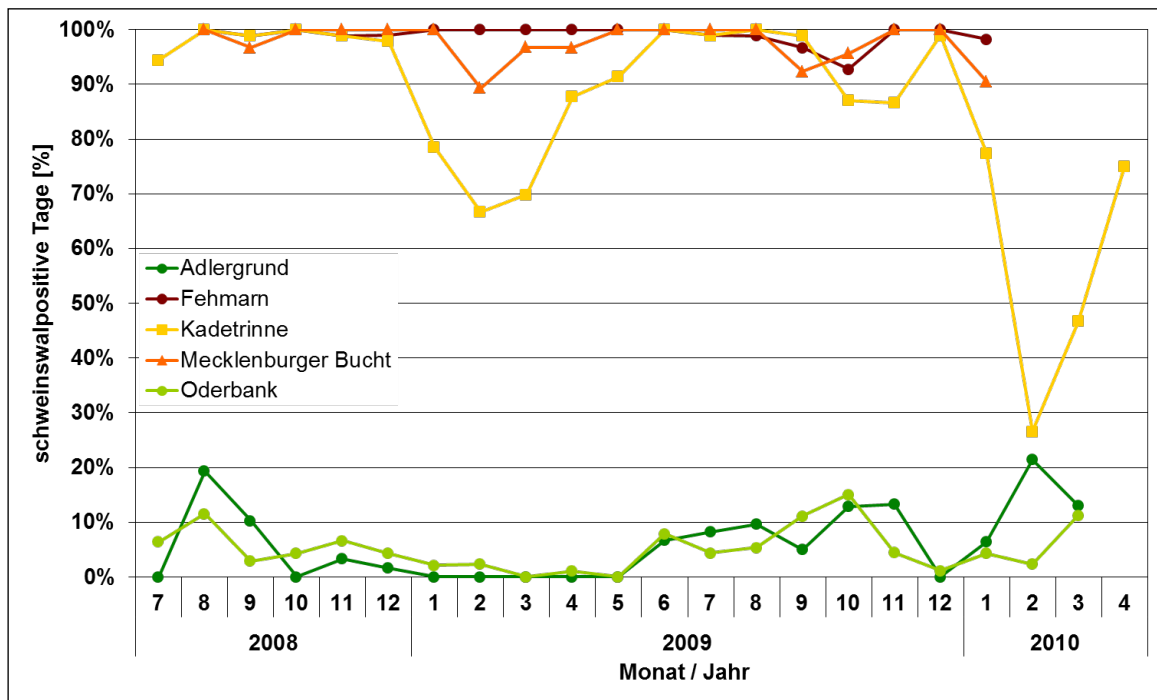


Abbildung 36: Prozentualer Anteil der Schweinswalpositive Tage an der Gesamtzahl aller Aufnahmetage für die Untersuchungsgebiete Fehmarn (3 Stationen), Mecklenburger Bucht (1 Station), Kadetrinne (3 Stationen), Adlergrund (2 Stationen) und Oderbank (3 Stationen). Fehmarn, Kadetrinne und Mecklenburger Bucht wurden mit *Cet All* automatisch ausgewertet, während Oderbank und Adlergrund visuell verifiziert wurden. Die Werte für 2010 auf dem Adlergrund sind nur als Trend zu sehen, da zu diesem Zeitpunkt nur von einer Station nutzbare Daten geliefert wurden und im März nur 6 Tage observiert wurde (Quelle: GALLUS et al. 2010).

Für die großräumigen Untersuchungen im Rahmen der Projekte MINOS und MINOSplus wurde die deutsche AWZ der Ostsee in drei Teilgebiete unterteilt (SCHEIDAT et al. 2004, GILLES et al. 2007, GILLES et al. 2008). Das Gebiet E (Kieler Bucht) umfasst den westlichen Bereich der AWZ und das Küstenmeer, das Gebiet F (Mecklenburger Bucht) den Bereich bis zur Darßer Schwelle und das Gebiet G (Rügen) umfasst den östlichen Bereich der deutschen AWZ und das Küstenmeer. Im gesamten Untersuchungszeitraum erreichte der Kartieraufwand 24.360 km. Dabei wurden allerdings nur insgesamt 335 Schweinswale gesichtet. Im Untersuchungszeitraum 2002 bis 2006 variierte die Dichte von Schweinswalen in den Gebieten von 0,06 Ind./ km<sup>2</sup> im Frühjahr 2005, über 0,08 Ind./ km<sup>2</sup> im Juni 2003, bis zu 0,13 Ind./km<sup>2</sup> im Juni 2005. Der Bestand wurde auf 1.300 (200 bis 3.800) Tiere im Frühling, auf

1.700 (700 bis 3.700) Tiere im Sommer und 2.800 (1.200 bis 5.900) Tiere im Herbst geschätzt.

In den Wintermonaten Dezember bis Februar blieb der Kartieraufwand witterungsbedingt gering, so dass keine Berechnungen vorgenommen werden können. Im Frühling wurden die meisten Tiere um die Insel Fehmarn und auf der Oderbank gesehen. Im Sommer wurden die höchsten Dichten in der Kieler Bucht festgestellt. Auf der Oderbank wurden zwar im Juli 2002 unerwartet viele Tiere gesichtet (84), in den folgenden Jahren wurden jedoch keine mehr angetroffen. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass es sich hierbei um eine temporäre Einwanderung von Tieren aus der westlichen Ostsee handelte, die sich auf Nahrungssuche befanden. Im Herbst wurden im westlichen Bereich viele Tiere gesichtet, wenn auch weniger als im

Sommer. Mit Ausnahme einer einzelnen Sichtung auf dem Adlergrund wurden östlich der Halbinsel Darß keine Tiere gesichtet. Der von West nach Ost verlaufende Dichtegradient blieb

über den gesamten Zeitraum bestehen und war im Herbst besonders ausgeprägt (GILLES et al. 2007).

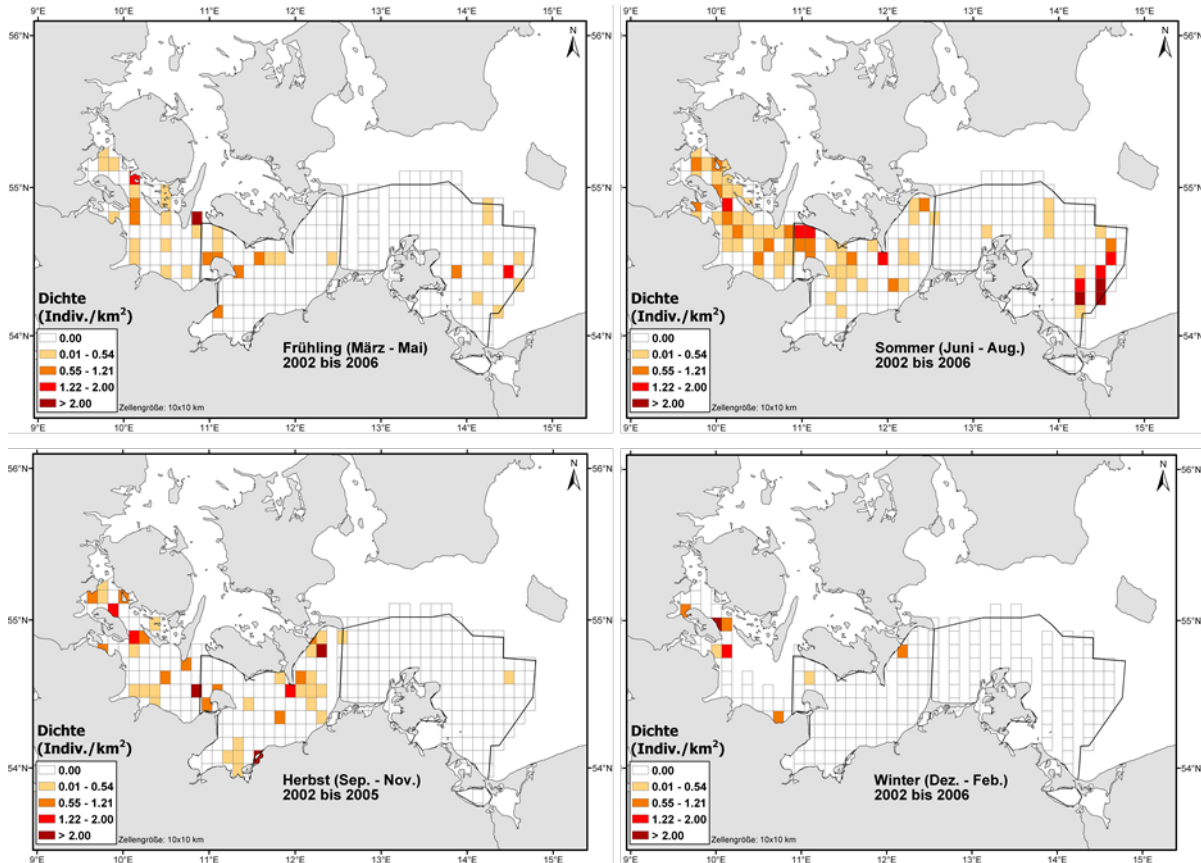


Abbildung 37: Saisonale Verbreitungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006). Die Rasterkarten sind aufwandsbereinigt. Dargestellt ist die mittlere Dichte der Schweinswale pro Rasterzelle (10x10km) im a) Frühling (März-Mai), b) Sommer (Juni-August), c) Herbst (September-November) und d) Winter (Dezember-Februar, Quelle: GILLES et al. 2007, S.126f.).

### Vorkommen in Naturschutzgebieten

Auf Grundlage der Ergebnisse der MINOS- und EMSON<sup>7</sup>-Untersuchungen wurden in der deutschen AWZ der Ostsee fünf Gebiete definiert, die von besonderer Bedeutung für Schweinswale sind. Es handelt sich um die FFH-Gebiete Fehmarnbelt, Kadetrinne, Adlergrund, Westliche

Rönnebank und Pommersche Bucht mit Oderbank. Bei systematischen Flugzählungen wurden am Adlergrund und der Pommerschen Bucht lediglich im Mai 2002 Schweinswale gesichtet (GILLES et al. 2004). Die aus den Sichtungen hochgerechnete Abundanz für den Adlergrund beträgt 33 Tiere.

<sup>7</sup> Erfassung von Meeressäugtieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee

Für die Pommersche Bucht ist eine Abundanzberechnung nur mit einem sehr großen Fehler möglich. Sie führt methodisch bedingt zu überhöhten Werten. Die Beobachtung von 84 Tieren auf der Oderbank im Juli 2002 blieb einmalig. Trotz eines hohen Kartieraufwandes wurden hier in den Folgejahren keine Tiere mehr gesichtet. Um die Insel Fehmarn und in der Kadetrinne wurden regelmäßig Echoortungslaute aufgezichnet (VERFUSS et al. 2004). Die Kadetrinne wird von Schweinswalen vor allem auf den Wanderungen regelmäßig frequentiert. Darüber hinaus ist die Bedeutung des Gebietes für die Tiere noch unklar. Zwischen 1996 und 2002 betrug der Anteil von Kälbern bei gestrandeten Tieren im Bereich der Kieler Bucht bis nach Fehmarn 36%. Daraus wird eine hohe Bedeutung des Gebietes für die Reproduktion abgeleitet (SCHEIDAT et al. 2004).

Die winterliche Registrierung hoher Echoortungshäufigkeiten an einigen Stationen bei Fehmarn (VERFUSS et al. 2004) lassen eine Nutzung als Überwinterungsgebiet vermuten. Insgesamt weisen die ausgewerteten Daten auf ein stark saisonabhängiges Vorkommen mit Abundanzmaxima im Sommer hin.

Mit den Verordnungen von 2017 haben die FFH-Gebiete in der deutschen AWZ der Ostsee den Status von Naturschutzgebieten erhalten:

- Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV), Bundesgesetzblatt I, I S. 3405 vom 22.09.2017,
- Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ (NSGKdrV), Bundesgesetzblatt I, I S. 3410 vom 22.09.2017,
- Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Oderbank“ (NSGPBRV), Bundesgesetzblatt I, I S. 3415 vom 22.09.2017.

### **Vorkommen in den Gebieten für Windenergie EO1 und EO2**

Die Gebiete für Windenergie EO1 und EO2 werden, basierend auf Sichtungen in mittelbarer Umgebung während der MINOS- bzw. UVS-Untersuchungen, Monitorings der Offshore-Vorhaben „Wikinger“ und „Arkona Becken Südost“ und auf den Ergebnissen der akustischen Erfassung der Schweinswalsaktivität aus dem Bereich des Adlergrunds, dem Lebensraum der Schweinswale, zugeordnet.

Alle bisherigen Ergebnisse aus Untersuchungen in den zwei Gebieten sowie aus der mittelbaren Umgebung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Gebiete werden von Schweinswalen unregelmäßig zum Durchqueren, zum Aufhalten und als Nahrungsgrund genutzt.
- Das Vorkommen von Schweinswalen ist in diesen Gebieten gering im Vergleich zum Vorkommen östlich der Darßer Schwelle und insbesondere um die Insel Fehmarn, in der Kieler Bucht, der Beltsee und dem Kattegat.
- Eine temporäre Nutzung, wie im Juli 2002 festgestellt, ist für Bereiche wie die Oderbank möglich - eventuell durch Anreicherung des Nahrungsangebots.
- Eine Nutzung der Gebiete als Aufzuchtgebiet ist nicht eindeutig nachgewiesen.
- Für Schweinswale haben diese Gebiete eine mittlere bis saisonal hohe Bedeutung.
- Die hohe Bedeutung der Gebiete ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des Schweinswals in den Wintermonaten.
- Für Robben und Seehunde haben diese Gebiete eine geringe bis höchstens mittlere Bedeutung.

Gefährdungen für Schweinswale in den Gebieten EO1 und EO2 können durch den Bau der Windenergieanlagen und der Umspannwerke, insbesondere durch Lärmimmissionen während der Installation der Fundamente verursacht werden, wenn keine Vermeidungs- oder Minimierungsmaßnahmen getroffen werden.

### **Vorkommen in dem Vorranggebiet Windenergie EO3**

Das Vorranggebiet für Windenergie EO3 wird, basierend auf den Sichtungen in mittelbarer Umgebung während der MINOS- bzw. UVS-Untersuchungen, Monitorings des Offshore-Vorhabens „EnBW Baltic 2“ und auf den Ergebnissen der akustischen Erfassung der Schweinswalsaktivität im Rahmen von Forschungsvorhaben und Monitoring des BfN, dem Lebensraum der Schweinswale zugeordnet.

Alle bisherigen Ergebnisse aus Untersuchungen im Gebiet EO3 sowie aus der mittelbaren Umgebung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Gebiet wird von Schweinswalen unregelmäßig zum Durchqueren genutzt.
- Das Vorkommen von Schweinswalen ist in diesem Gebiet gering im Vergleich zum Vorkommen östlich der Darßer Schwelle und insbesondere um die Insel Fehmarn, in der Kieler Bucht, der Beltsee und dem Kattegat.
- Eine Nutzung des Gebietes als Aufzuchtsgelände ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht nachgewiesen.
- Für Schweinswale hat dieses Gebiet eine mittlere Bedeutung.
- Für Robben und Seehunde hat dieses Gebiet eine geringe Bedeutung.

Gefährdungen für Schweinswale im Gebiet EO3 können durch den Bau der Umspannwerke, insbesondere durch Lärmimmissionen während der Installation der Fundamente verursacht werden, wenn keine Vermeidungs- oder Minimierungsmaßnahmen getroffen werden.

### **2.7.2.2 Seehunde und Kegelrobben**

Der Seehund ist die am weitesten verbreitete Robbenart des Nordatlantiks und kommt in der gesamten Nordsee und im Kattegatt vor. In der Ostsee ist das regelmäßige Verbreitungsgebiet auf den Øresund und Gebiete um die dänischen Inseln Falster, Lolland und Møn beschränkt. In Schonen (Schweden) wird die südöstliche Verbreitungsgrenze erreicht (HARDER 1996, TEILMANN & HEIDE-JØRGENSEN 2001, SCHWARZ et al. 2003). An den deutschen Küsten existieren derzeit keine Seehundkolonien (HELCOM 2005). Alljährlich werden etwa 5 bis 10 Seehunde in Mecklenburg-Vorpommern nachgewiesen. Die Nachweise verteilen sich auf die gesamte Küstenregion, mit Schwerpunkten im Bereich der Westrügensch Bodden und der Wismarbuch (HARDER & SCHULZE 2001). Selten werden dort auch Jungtiere geworfen.

Für das Vorkommen von Seehunden sind geeignete ungestörte Liegeplätze von entscheidender Bedeutung. Aufgrund der in telemetrischen Untersuchungen beobachteten - im Vergleich zu Kegelrobben - deutlich geringeren Tauchtiefe und der deutlich geringeren zurückgelegten Distanzen (DIETZ et al. 2003) dienen den Seehunden in der südlichen Ostsee wohl vor allem küstennahe Flachwasserbereiche als Jagdgebiete. Potentielle Nahrungshabitats finden sich demnach in deutschen Gewässern entlang der Boddenküste Mecklenburg-Vorpommerns, vor allem im Umkreis von bis zu 60 km um die Ruheplätze. Telemetrische Untersuchungen zeigen, dass sich vor allem adulte Seehunde selten mehr als 50 km von ihren angestammten Liegeplätzen entfernen (TOLLIT et al. 1998).

Auf Basis regelmäßiger flugzeuggestützter Zählungen in den Jahren 2002 und 2003 auf den deutschen AWZ nächsten Ruheplätzen vor der dänischen und schwedischen Küste errechnen die Autoren für das Jahr 2003 unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors für die im Wasser befindlichen Seehunde einen Gesamtbestand

von 655 Tieren im Bereich der südlichen Ostsee (TEILMANN et al. 2004).

Auch für das Vorkommen von Kegelrobben sind geeignete, ungestörte Wurf- und Liegeplätze von entscheidender Bedeutung. Potenzielle Liegeflächen bieten Sandbänke und ungenutzte Strandabschnitte (z. B. in der Kernzone des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft). An der deutschen Ostseeküste gibt es derzeit keine Kegelrobbenkolonien. Die der deutschen AWZ am nächsten gelegenen Liegeplätze finden sich am Rødsand vor der dänischen Insel Falster, im Øresund und Måkläppen bei Falsterbo in Südschweden (TEILMANN & HEIDE-JØRGENSEN 2001, SCHWARZ et al. 2003). In der deutschen AWZ werden auf Nahrungssuche vor allem Habitate östlich des Darß genutzt, weiter westliche Gebiete spielen vermutlich nur eine untergeordnete Rolle (SCHWARZ et al. 2003).

Kegelrobben-Zählungen zur Zeit des Haarwechsels, in der Ostsee zwischen Mai und Juni, erbrachten für die Ostsee 2004 eine Gesamtzahl von 17.640 Tieren (KARLSSON & HELANDER 2005). Daraus wird eine Gesamtpopulation von ca. 21.000 Tieren abgeleitet.

Die Verbreitung der Ostsee-Kegelrobben ist wahrscheinlich neben anderen Faktoren auch von der Eisbedeckung abhängig. Als Jagdgebiete dienen Kegelrobben sowohl küstennahe als auch küstenferne Flachwasserbereiche sowie unterseeische Hänge und Riffe (SCHWARZ et al. 2003). Potentielle Jagdgebiete finden sich demnach in der AWZ zum Beispiel im Bereich der Kadettrinne, dem Adlergrund oder der Oderbank. Nach derzeitigen Erkenntnissen kann jedoch keine Vorhersage über die Nutzung dieser möglichen Habitate getroffen werden, denn sowohl die Nahrungszusammensetzung als auch die Präferenzen bei der Auswahl der Nahrungshabitate können im Jahresverlauf und über die Jahre sehr variieren (SCHWARZ et al. 2003).

Neben relativ kleinräumigen Bewegungen unter 10 km, die zum selben Ruheplatz zurückführten,

wurden Nahrungsausflüge z. T. zu über 100 km entfernten Nahrungsgründen und teilweise sehr ausgedehnte Wanderungen zu anderen Kolonien beschrieben. DIETZ et al. (2003) ermittelten aus den Positionen der am Rødsand besiedelten Kegelrobben die „95% Kernel Home Range“. Diese Darstellung gibt das Gebiet an, in dem ein Tier mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% zu jeder Zeit gesichtet werden kann. Bei vier der sechs Tiere umfasst die „Kernel Home Range“ Teile der deutschen AWZ.

Auf den Schweinswalzählflügen in der Ostsee (GILLES et al. 2004) wurden weder Seehunde noch Kegelrobben gesichtet, so dass über die Nutzung der Gebiete keine entsprechende Aussage getroffen werden kann. Die telemetrischen Untersuchungen aus der südlichen Ostsee (DIETZ et al. 2003) und Beobachtungen im Bereich der Wismarbucht (HARDER & SCHULZE 1997) lassen eine gelegentliche Nutzung des Fehmarnbelts als Nahrungshabitat für Seehunde vermuten. Die telemetrische Studie aus der südlichen Ostsee (DIETZ et al. 2003) und Einzelbeobachtungen sowie Totfunde (HARDER et al. 1995) lassen eine Nutzung der Kadettrinne, des Adlergrundes oder der Oderbank als Wanderkorridor oder Nahrungshabitat für Kegelrobben vermuten. Nach einer aktuellen Bestandserfassung des BfN leben in den Gewässern um Rügen rund 50 bis 60 Kegelrobben – davon 30 allein im Greifswalder Bodden.

### 2.7.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes marine Säugetiere

Der Schweinswalbestand in der Ostsee hat im Laufe der letzten Jahrhunderte abgenommen. Die Situation des Schweinswals in der Ostsee hat sich durch den kommerziellen Fang der Tiere in früheren Zeiten, aber auch durch extreme Eiswinter verschlechtert und ist schließlich durch Beifang, Schadstoffbelastung, Lärm und Nahrungslimitierung weiter verschärft worden (ASCOBANS 2003). Die separate Population der östlichen Ostsee ist zusätzlich durch die kleine



Anzahl von Individuen, die geographische Restriktion und den fehlenden Genaustausch besonders gefährdet und gilt daher als vom Aussterben bedroht (ASCOBANS 2010).

### 2.7.3.1 Bedeutung der Gebiete für marine Säugetiere

Auf Grundlage großräumiger Befliegungen und akustischer Erfassungen mit Klickdetektoren, insbesondere im Rahmen von Forschungsvorhaben wie MINOS und MINOSplus, sowie im Rahmen des Monitorings der Natura2000-Gebiete durch das Deutsche Meeresmuseum im Auftrag des BfN wurden belastbare Abschätzungen des Vorkommens des Schweinswals für den Bereich der deutschen Gewässer der Nord- und Ostsee vorgenommen. Dabei wurde in der Ostsee ein Dichtegradient von Westen nach Osten festgestellt. Dieser Gradient ist bereits im Sommer vorhanden und nimmt im Herbst zu. Nach aktuellem Kenntnisstand wird der westliche Bereich am häufigsten von Schweinswalen genutzt. Der östliche Bereich der deutschen Ostsee wird weniger von Schweinswalen genutzt. Die einmalige Sichtung einer größeren Gruppe von Tieren auf der Oderbank deutet eher auf eine temporäre Einwanderung als auf eine regelmäßige Nutzung des Gebiets hin (BENKE et al. 2014). Es ist jedoch vorstellbar, dass der Bestand durch geeignete Maßnahmen (ASCOBANS 2003/ 2010) zunimmt und eventuell dann auch der östliche Bereich wieder vermehrt durch Schweinswale genutzt werden könnte. Insgesamt weisen die ausgewerteten Daten auf ein stark saisonabhängiges Vorkommen mit Abundanzmaxima im Sommer hin.

Aktuelle Ergebnisse des Forschungsvorhabens SAMBAH unter Beteiligung der Anrainerstaaten der Ostsee haben gezeigt, dass in der Ostsee drei Populationen des Schweinswals vorkommen: a) die Nordsee-Population in Skagerrak, b) die Belt-See Population in der westlichen Ostsee –Kattegat, Beltsee, Sund - bis hin zum Bereich nördlich Rügen und c) die Ostseepopulation von dem Bereich nördlich Rügen und in der zentralen

Ostsee. Die Abundanz der Ostseepopulation wurde dabei anhand der akustischen Daten auf 447 Individuen (95% Konfidenzintervall, 90 – 997) geschätzt (SAMBAH 2014 and 2016).

Die Ostseepopulation wurde u.a. aufgrund der sehr geringen Anzahl von Individuen und des räumlich bedingt eingeschränkten genetischen Austausches von der IUCN und von der HELCOM als stark gefährdet eingestuft (HELCOM – Red List Species, 2013).

### Bedeutung der Gebiete für Windenergie EO1 und EO2

Die Gebiete EO1 und EO2 gehören, wie die gesamte westliche Ostsee, zum Lebensraum der Schweinswale.

Für die Bewertung der Bedeutung der Gebiete in der deutschen AWZ liegt dem BSH eine solide Datengrundlage vor.

Die Gebiete EO1 und EO2 werden, basierend auf dem aktuellen Kenntnisstand, überwiegend dem Lebensraum der Schweinswale der stark gefährdeten Ostseepopulation zugeordnet. Das Gebiet wird von Schweinswalen allerdings unregelmäßig zum Durchqueren, zum Aufenthalt und als Nahrungsgrund genutzt. Das Vorkommen von Schweinswalen ist in diesen Gebieten gering im Vergleich zum Vorkommen westlich der Darßer Schwelle und insbesondere um die Insel Fehmarn, in der Kieler Bucht, der Beltsee und dem Kattegat. Eine temporäre Nutzung, wie im Juli 2002 festgestellt, ist für Bereiche wie die Oderbank möglich - eventuell durch Anreicherung des Nahrungsangebots. Eine Nutzung der Gebiete als Aufzuchtgrund ist nicht eindeutig nachgewiesen. Für Schweinswale haben diese Gebiete eine mittlere bis saisonal in den Wintermonaten eine hohe Bedeutung. Die Bedeutung der Gebiete EO1 und EO2 ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des Schweinswals. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass gerade in den Wintermonaten In-

dividuen der stark gefährdeten Schweinswalpopulation der zentralen Ostsee in deutschen Gewässern einwandern und auch das Planungsgebiet nutzen. Für Robben und Seehunde haben diese Gebiete eine geringe Bedeutung. Seehunde und Kegelrobben durchqueren die Gebiete sporadisch bei ihren Wanderungen.

Seit 2003 werden Daten für die Umgebung der Gebiete EO1 und EO2 im Rahmen von verschiedenen Forschungsvorhaben, wie u.a. MINOS, sowie aus dem akustischen Monitoring des Schweinswals in der deutschen Ostsee durch das Deutsche Meeresmuseum im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz erhoben. Die Daten aus dem langjährigen Monitoring des Deutschen Meeresmuseums zeigen, dass in den deutschen Gewässern der Ostsee hauptsächlich Schweinswale der Beltseepopulation vorkommen. Dabei sind die Anwesenheitsraten des Schweinswals westlich der Darßer Schwelle wesentlich höher als östlich davon (Gallus A., K. Krügel und H. Benke, 2015. Akustisches Monitoring von Schweinswalen in der Ostsee, Teil B in Monitoring von marinen Säugetieren 2014 in der deutschen Nord- Und Ostsee im Auftrag des BfN).

Die Grenze der als gefährdet eingestuften Population des Schweinswals der zentralen Ostsee liegt unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus akustischen, morphologischen, genetischen sowie aus satellitengestützten Untersuchungen auf Höhe Rügen bei 13°30' Ost (SVEEGARD et al. 2015).

Die Ergebnisse des mehrjährigen Projektes SAMBAH haben auch gezeigt, dass sich in den Wintermonaten bis April die Tiere der Population der zentralen Ostsee großflächig verteilt und küstennah vorkommen. Im Sommer zeichnet sich dagegen eine klar definierte Grenze östlich von Bornholm ab (SAMBAH 2015).

Zusätzliche Erkenntnisse für die Gebiete EO1 und EO2 liefern zusätzlich die Untersuchungen im Rahmen des Monitorings für die bestehende

Rohrleitung „Nord Stream“. Ab Juni 2010 und bis Ende 2013 wurde das Vorkommen mariner Säugetier untersucht. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie für die Rohrleitung „Nord Stream 2“ wurden vom September 2015 bis einschließlich August 2016 erneut Untersuchungen durchgeführt (NordStream 2, 2017. Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für den Bereich von der seeseitigen Grenze der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) bis zur Anlandung. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auch hier bei der akustischen Erfassung des Schweinswals mittels C-PODs.

Die visuelle Erfassung mittels Beobachter oder auch digitaler Technik stellt in diesem Bereich der westlichen Ostsee aufgrund des eher geringen Vorkommens keine geeignete Erfassungsmethode dar. Im Rahmen der schiffsgestützten Erfassung für die Rohrleitung „Nord Stream“ in der Zeit vom Juni 2010 bis Ende 2013 wurden keine Meeressäuger beobachtet. Im Zeitraum 2015 bis 2016 wurde vom Schiff aus ein Schweinswal gesichtet. Bei insgesamt vier flugzeuggestützten Untersuchungen mittels digitaler Erfassung haben wurden keine Meeressäuger festgestellt.

Weitere aktuelle Erkenntnisse zum Vorkommen mariner Säugetiere in den Gebieten EO1 und EO2 liefert das laufende Monitoring des Clusters „Westlich Adlergrund“ für die Offshore-Windparks „Wikinger“ und „Arkonabecken Südost“.

Von März 2015 bis einschließlich Februar 2016 wurden bei zehn videogestützten Erfassungen vom Flugzeug aus in dem 2.620 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebiet insgesamt 8 Schweinswale, zwei Seehunde und eine unbestimmte Robbe gesichtet. Bei 12 schiffsgestützten Erfassungen, die im gleichen Zeitraum, je eine monatlich, durchgeführt wurden, ist eine einzige Kegelrobbe gesichtet worden. Für die Feststellung der kontinuierlichen Nutzung des Gebietes durch Schweinswale wurden Daten aus der akusti-

schen Erfassung mittels C-PODs an zwei Messstationen in weiter Entfernung nördlich der geplanten Rohrleitung ausgewertet.

Die Daten aus der akustischen Erfassung mittels C-PODs zeigen, dass der Bereich der deutschen AWZ nördlich der geplanten Rohrleitung in der Zeit von Juni bis Oktober von Schweinswalen in geringem Umfang genutzt wird. An der nächstgelegenen Messstation in ca. 18 km Entfernung im Bereich I des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ wurden insgesamt 17,8 % detektionspositive Tage aufgezeichnet, d.h. an 65 aus 365 Tagen waren Schweinswale in dem Gebiet anwesend (MIELKE L., A. SCHUBERT, C. HÖSCHLE UND M. BRANDT, 2017. Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Austerngrund“, Fachgutachten Meeressäuger, 2. Untersuchungsjahr, März 2015 bis Februar 2016).

Die Nutzung des Gebietes durch Schweinswale fällt verglichen mit der Nutzung westlich der Darßer Schwelle gering aus. Aus diesem Grund wird für die Bewertung der Habitatnutzung der Anteil von Tagen mit Registrierung von Schweinswalklicks innerhalb eines Monats (PPT/Monat) zugrunde gelegt.

Die Nutzung des Gebietes durch Schweinswale weist dabei eine stark ausgeprägte interannuelle Variabilität auf. 2013 wurde mit einer Anwesenheitsrate an 40 % der Tage eines Monats (PPT/Monat) das höchste Vorkommen festgestellt. 2011 dagegen mit einer maximalen Anwesenheit von bis zu 25% der Tage eines Monats (PPT/Monat) fiel die Nutzung des Gebietes durch Schweinswale geringer aus.

Es gibt zudem ausgeprägte saisonale Muster in der Nutzung des Gebietes durch Schweinswale östlich von Sassnitz und von der Oderbank.

Die Anwesenheitsraten des Schweinswals beginnen ab Juni langsam anzusteigen. Die höchsten Anwesenheitsraten wurden stets im Spätsommer und im Herbst festgestellt. Das Gebiet wird in den Wintermonaten und im Frühjahr nur sporadisch von Schweinswalen genutzt.

Die höchsten Anwesenheitsraten wurden stets im nördlichen Bereich des Gebietes entlang der Hänge des Arkona-Beckens festgestellt.

Sehr geringe Anwesenheitsraten wurden dagegen im südlichen Bereich des Gebietes in flacheren Bereichen der Pommerschen Bucht festgestellt. Ein saisonales Muster war in diesem Bereich nicht erkennbar.

Basierend auf allen bisherigen Erkenntnissen kann die Umgebung der Kabeltrasse dem Lebensraum der Schweinswale zugeordnet werden.

- Die Gebiete EO1 und EO2 werden von Schweinswalen zwar regelmäßig, aber in sehr geringem Umfang genutzt.
- Das Vorkommen des Schweinswals in der Umgebung der Gebiete EO1 und EO2 ist gering im Vergleich zum Vorkommen westlich der Darßer Schwelle.
- Eine Nutzung des Gebietes als Aufzuchtgebiet ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht nachgewiesen.
- Für Schweinswale haben diese Gebiete eine geringe bis mittlere Bedeutung.
- Für Kegelrobben und Seehunde haben diese Gebiete eine geringe Bedeutung.

Zu den Vorbelastungen für Schweinswale in der Umgebung der o.g. Gebiete gehören u.a. Beifang in Stellnetzen, Fischerei und Reduzierung des Nahrungsangebots, Schadstoffbelastung, Eutrophierung und Klimaveränderungen.

Durch die Verlegearbeiten für die Rohrleitung in der deutschen AWZ der Ostsee sowie aus dem Betrieb der Rohrleitung sind keine Auswirkungen auf marine Säugetiere zu erwarten.

Nach aktuellem Kenntnisstand werden die drei Gebiete von Schweinswalen als Durchzugsgebiete genutzt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass diese Gebiete besondere Funktionen als Nahrungsgründe oder Aufzuchtgebiete für

Schweinswale haben. Seehunde und Kegelrobben nutzen die Gebiete nur sporadisch als Durchzugsgebiete. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem Monitoring der Natura2000-Gebiete und aus Forschungsergebnissen kann derzeit eine mittlere bis saisonal hohe Bedeutung der Gebiete EO1 und EO2 für Schweinswale abgeleitet werden. Die saisonal hohe Bedeutung des Gebietes ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des Schweinswals in den Wintermonaten. Für Seehunde und Kegelrobben haben diese Gebiete eine geringe bis höchstens mittlere Bedeutung.

### ***Bedeutung des Vorranggebietes Windenergie EO3***

Das Gebiet EO3 hat für marine Säugetiere eine mittlere Bedeutung. Die Nutzung des Gebietes durch Schweinswale variiert saisonabhängig. Das Vorkommen von Schweinswalen ist in diesem Gebiet durchschnittlich bis sehr gering im Vergleich zum Vorkommen in der Kieler Bucht, der Beltsee und dem Kattegat. Das Gebiet hat keine besondere Funktion als Aufzuchtgrund für Schweinswale. Für Robben und Seehunde hat es aufgrund der Entfernung zu den nächsten Liegeplätzen nur geringe Bedeutung.

Aktuelle Daten liegen aus den Untersuchungen für das Windparkvorhaben „EnBW Baltic 2“ vor (BioConsultSH, 2018. Fachgutachten 2. Jahr Betriebsmonitoring).

- Das Gebiet wird von Schweinswalen unregelmäßig und in sehr geringem Umfang genutzt.
- Das Vorkommen des Schweinswals in dem Gebiet EO3 ist gering im Vergleich zum Vorkommen in der Kadetrinne.
- Eine Nutzung des Gebietes als Aufzuchtgebiet ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht nachgewiesen.
- Für Schweinswale hat dieses Gebiet eine geringe Bedeutung.

- Für Kegelrobben und Seehunde liegt dieses Gebiet am Rande des Verbreitungsgebietes der jeweiligen Art und hat eine geringe Bedeutung.

### **2.7.3.2 Schutzstatus**

Schweinswale sind nach mehreren internationalen Schutzabkommen geschützt. Schweinswale fallen unter den Schutzauftrag der europäischen FFH-RL, nach der spezielle Gebiete zum Schutz der Art ausgewiesen werden. Der Schweinswal wird sowohl im Anhang II als auch im Anhang IV der FFH-RL aufgeführt. Er genießt als Anhang-IV-Art einen generellen strengen Artenschutz gemäß Art.12 und 16 der FFH-RL.

Weiterhin ist der Schweinswal im Anhang II des Übereinkommens zum Schutz wandernder wildlebender Tierarten (Bonner Konvention, CMS) aufgeführt. Unter der Schirmherrschaft von CMS wurde ferner das Schutzabkommen ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas) beschlossen. 2002 wurde im Rahmen von ASCOBANS ein spezieller Erhaltungsplan für die Ostsee-Schweinswale, der sog. Jastarnia-Plan, verabschiedet, nachdem festgestellt wurde, dass die Schweinswal-Populationen in der Ostsee eigenständig und besonders bedroht sind. Ziel des 2009 überarbeiteten Jastarnia-Plans ist die Wiederherstellung einer Populationsgröße auf 80% der Biotopkapazität des Ökosystems Ostsee (ASCOBANS 2010).

Zusätzlich ist das Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wild lebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention) zu erwähnen, in deren Anhang II der Schweinswal ebenfalls gelistet ist.

In der IUCN-Liste der gefährdeten Tierarten gilt die Schweinswalpopulation der zentralen Ostsee als stark gefährdet (Cetacean update of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species). In Deutschland wird der Schweinswal auch in der Roten Liste gefährdeter Tierarten aufgeführt

(HAUPT et al. 2009). Hier wurde er in die Gefährdungskategorie 2 (stark gefährdet) eingestuft.

Kegelrobbe und Seehund werden auch im Anhang II der FFH-RL aufgeführt. In der Roten Liste wurde auch die Kegelrobbe in die Gefährdungskategorie 2 eingestuft, während der Seehund als ungefährdet eingeordnet wurde.

### 2.7.3.3 Vorbelastungen

Vorbelastungen der marinen Säuger resultieren aus der Fischerei, Unterwasserschallemissionen und Schadstoffbelastungen. Die größte Gefährdung für die Schweinswalbestände in der Ostsee geht von der Fischerei durch unerwünschten Beifang in Stellnetzen aus (ASCOBANS 2010). Der Beifang liegt in der Ostsee weit höher als in der Nordsee. Insbesondere die separate Ostseepopulation ist bereits bei geringen Beifangzahlen stark bedroht. Gefährdungen für den Bestand der Schweinswale in der Ostsee gehen außerdem von einer Vielzahl anthropogener Aktivitäten, von Veränderungen des marinen Ökosystems und zudem von Klimaänderungen aus.

Die Internationale Walfangkommission (IWC) hat sich darauf verständigt, dass die beifangbedingte Mortalität nicht über 1% des geschätzten Bestandes betragen soll (IWC, 2000). Bei höheren Beifangraten ist das Schutzziel, eine Erholung der Populationen auf 80% der Kapazitätsgrenze des Lebensraumes (carrying capacity), gefährdet (ASCOBANS 2010).

Aus einzelnen Berichten über Beifänge in der Ostsee (KASCHNER 2001) ist anzunehmen, dass vor allem die Grundstellnetzfisherei auf Steinbutt, Dorsch, Scholle und Seehase sowie die Treibnetzfisherei auf Lachs für den Beifang verantwortlich ist. Beifangraten lassen sich jedoch aufgrund der geringen Informationen für die Ostsee nicht ermitteln (KASCHNER 2001, 2003). In Polen werden etwa 5 Beifänge pro Jahr gemeldet, in Schweden Anfang der 1990er Jahre ebenfalls 5 (SGFEN 2001). Eine auf Fragebögen beruhende Hochrechnung geht für die deutsche Fischerei in der westlichen Ostsee von jährlich

57 Beifängen (21 in der Nebenerwerbsfischerei, 36 in der Berufsfischerei) aus (RUBSCH & KOCK 2004).

Für den Bereich östlich der Darßer Schwelle werden 25 Beifänge (1 Nebenerwerb, 24 Berufsfischerei) angegeben. Dies ist weitaus höher als die offiziellen, von Fischern gemeldeten Zahlen und übertrifft die nach IWC und ASCOBANS tolerierbaren Beifangraten (IWC 2000).

Unterwasserschall anthropogener Quellen kann im Extremfall zu physischen Schädigungen führen, aber auch die Kommunikation stören oder zu Verhaltensänderungen führen - z. B. Sozial- und Beutefangverhalten unterbrechen oder ein Fluchtverhalten auslösen. Derzeitige anthropogene Nutzungen in der AWZ mit hohen Schallbelastungen sind neben dem Schiffsverkehr seismische Erkundungen, die Sand- und Kiesgewinnung und militärische Nutzungen. Gefährdungen können für marine Säuger während des Baus von Windenergieanlagen und Umspannplattformen, insbesondere durch Lärmemissionen während der Installation der Fundamente verursacht werden, wenn keine Minderungsmaßnahmen getroffen werden. Es gibt derzeit keine Erfahrungen über mögliche Auswirkungen der Schichtung des Wassers unter bestimmten hydrographischen Bedingungen auf die Ausbreitung des Rammschalls in der Ostsee und damit verbundene Effekte auf marine Säuger. Im Allgemeinen gilt die Schallausbreitung in der Ostsee als besonders schwer zu beschreiben und somit auch vorherzusagen (THIELE 2005).

Neben Belastungen durch die Einleitung von organischen und anorganischen Schadstoffen können Gefährdungen für den Bestand zudem von Erkrankungen (bakteriellen oder viralen Ursprungs), der Eutrophierung und Klimaveränderungen (Einwirkung auf die marinen Nahrungsketten) ausgehen. Zurzeit kommt es vermutlich auch aufgrund von Klimaveränderungen zu einer Einwanderung von Schweinswalen in die südliche Nordsee (CAMPHUYSEN 2005, ABT 2005). Inwieweit dies indirekten Einfluss auf die

Schweinswalpopulation der Ostsee hat, ist noch unbekannt.

## 2.8 See- und Rastvögel

Als Rastvögel gelten nach den „Qualitätsstandards für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in raumbedeutsamen Planungen“ (Deutsche Ornithologen-Gesellschaft 1995) „Vögel, die sich in einem Gebiet außerhalb des Brutterritoriums meist über einen längeren Zeitraum aufhalten, z.B. zur Mauser, Nahrungsaufnahme, Ruhe, Überwinterung“. Nahrungsgäste werden als Vögel definiert, „die regelmäßig im untersuchten Gebiet Nahrung suchen, nicht dort brüten, aber in der weiteren Region brüten oder brüten könnten“.

Als Seevögel bezeichnet man Vogelarten, die mit ihrer Lebensweise überwiegend an das Meer gebunden sind und nur während kurzer Zeit zum Brutgeschäft an Land kommen. Hierzu zählen z.B. Eissturmvogel, Basstölpel und Alkenvögel (Trottellumme, Tordalk). Seeschwalben und Möwen weisen hingegen eine zumeist küstennähere Verbreitung auf als Seevögel.

### 2.8.1 Datenlage

Um Rückschlüsse über saisonale Verteilungsmuster und die Nutzung verschiedener Teilgebiete ziehen zu können, ist eine gute Datenbasis notwendig. Insbesondere sind dafür großräumige Langzeituntersuchungen erforderlich, um Zusammenhänge bei den Verteilungsmustern sowie Effekte der intra- und interannuellen Variabilität erkennen zu können.

Die Erkenntnisse zur räumlichen und zeitlichen Variabilität des Vorkommens von Seevögeln in der westlichen Ostsee basieren auf einer Reihe von Forschungs- und Überwachungsaktivitäten. Mehrheitlich jedoch beschreiben diese Daten das Vorkommen der Wasservögel, insbesondere der Meeresenten, im küstennahen Bereich und in der Pommerschen Bucht.

Für den Bereich der AWZ hat sich die Informationsgrundlage in den letzten Jahren insbesondere durch Daten aus Umweltverträglichkeitsstudien (UVS) für Planfeststellungsverfahren von Offshore-Windparks und den anschließenden verpflichtenden Untersuchungen während der Bau- und Betriebsphase verbessert. Darüber hinaus tragen Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsvorhaben zu einem besseren Verständnis des Seevogelaufkommens bei. Im Zeitraum 2001-2004 wurden im Rahmen der F&E-Vorhaben ERASNO und EMSON Untersuchungen zur Festlegung von Vogelschutzgebieten in der AWZ durchgeführt. Im Rahmen der Vorhaben MINOS und MINOSplus wurden in den Jahren 2002 bis 2006 in der gesamten deutschen Ostsee schiffs- und flugzeuggestützte Zählungen durchgeführt (DIEDERICHS et al. 2002, GARTHE et al. 2004). GARTHE et al. (2003) fassen in einer Studie auf Basis der Ergebnisse aus verschiedenen Forschungsvorhaben und Literaturquellen die Erkenntnisse zum Vorkommen im Winter, Gefährdung und Schutz von See- und Wasservögeln in der deutschen Ostsee zusammen. SONNTAG et al. (2006) analysierten auf der Basis von systematisch durchgeführten schiffsgestützten Zählungen im Zeitraum 2000-2005 erstmalig die Verbreitung und Häufigkeit von See- und Wasservögeln im Jahresverlauf und schwerpunktmäßig für den Offshore-Bereich. Das vom Bundesamt für Naturschutz in den vergangenen Jahren in Auftrag gegebene Seevogel-Monitoring der Natura 2000-Gebiete trägt darüber hinaus weitere wesentliche Informationen zu Rastbeständen und Überwinterung von regelmäßig bzw. in hoher Zahl vorkommender Vogelarten in der Ostsee bei (MARKONES & GARTHE 2011, MARKONES et al. 2013, MARKONES et al. 2014, MARKONES et al. 2015, BORKENHAGEN et al. 2017, BORKENHAGEN et al. 2018, BORKENHAGEN et al. 2019).

Die vorliegende Datengrundlage kann daher als sehr gut eingeschätzt werden.

## 2.8.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität

Seevögel verfügen über die höchste Mobilität innerhalb der oberen Konsumenten der marinen Nahrungsketten. Sie sind dadurch bei der Nahrungssuche in der Lage, große Areale abzusuchen bzw. artspezifisch Beuteorganismen wie Fische über weite Strecken zu verfolgen. Die hohe Mobilität – in Abhängigkeit von besonderen Bedingungen in der Meeresumwelt – führt zu einer hohen räumlichen wie zeitlichen Variabilität des Vorkommens von Seevögeln. Verteilung und Abundanz der Vögel variieren im Verlauf der Jahreszeiten sowie interannuell.

Die Verbreitung der Seevögel in der Ostsee wird insbesondere vom Nahrungsangebot, von den hydrographischen Bedingungen, der Wassertiefe und den Sedimentverhältnissen bestimmt. Ferner wird das Vorkommen durch ausgeprägte natürliche Ereignisse (z. B. Eiswinter) und anthropogene Faktoren wie Nähr- und Schadstoffeinträge, Schifffahrt und Fischerei beeinflusst. Generell bieten offene, weitgehend flache Gebiete mit Wassertiefen bis zu 20 m und reichem Nahrungsangebot ideale Bedingungen für Seevögel zum Rasten und Überwintern. Zusätzlich verstärkt sich die Bedeutung der Rastgebiete, wenn sich die Bestände im Winter aufgrund von Eisbildung bzw. Eisbedeckung in der östlichen

Ostsee weiter nach Westen verlagern (VAITKUS 1999).

Mehrere Millionen Vögel überwintern jährlich auf der Ostsee. Sie ist eines der wichtigsten Gebiete für See- und Wasservögel in der Paläarktis. Eine Reihe von Studien zeigt auch die große Bedeutung der deutschen Ostsee für See- und Wasservögel – nicht nur national, sondern auch international (DURINCK et al. 1994, GARTHE et al. 2003, SONNTAG et al. 2006, SKOV et al. 2011). Hier ist insbesondere das bereits seit 2007 zum europäischen Schutzgebietsnetz Natura2000 gehörende und mit Verordnung vom 22.09.2017 festgesetzte Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ mit den wesentlichen Rast- und Nahrungsgründen Adlergrund und Oderbank zu nennen.

### 2.8.2.1 Abundanz von See- und Rastvögeln in deutschen Gewässern der Ostsee

Die westliche Ostsee hat für viele See- und Wasservögel eine große Bedeutung als Rast- und Überwinterungshabitat. In der deutschen Ostsee kommen regelmäßig 38 See- und Rastvogelarten vor (SONNTAG et al. 2006). Die nachfolgende Tabelle 11 beinhaltet Bestandsschätzungen für die wichtigsten Seevogelarten in der AWZ bzw. in der gesamten deutschen Ostsee im Winter.

Tabelle 11: Mittwinterbestände der wichtigsten Rastvogelarten in der deutschen Ostsee und der AWZ nach MENDEL et al. (2008).

Deutscher Name ( <i>wissenschaftlicher Name</i> )	Bestand dt. Ostsee	Bestand dt. AWZ
Eisente ( <i>Clangula hyemalis</i> )	315.000	150.000
Trauerente ( <i>Melanitta nigra</i> )	230.000	57.000
Samtente ( <i>Melanitta fusca</i> )	38.000	37.000
Eiderente ( <i>Somateria mollissima</i> )	190.000	9.000
Mittelsäger ( <i>Mergus serrator</i> )	10.500	0
Haubentaucher ( <i>Podiceps cristatus</i> )	8.500	< 50
Rothalstaucher ( <i>Podiceps grisegena</i> )	750	210
Ohrentaucher (dünn-schnäbelig) ( <i>Podiceps auritus</i> )	1.000	700
Sternentaucher ( <i>Gavia stellata</i> )	3.200	550
Prachtaucher ( <i>Gavia arctica</i> )	2.400	550
Kormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	10.500	< 50
Tordalk ( <i>Alca torda</i> )	3.600	310
Trottellumme ( <i>Uria aalge</i> )	1.500	950
Gryllteiste ( <i>Cepphus grylle</i> )	700	310
Zwergmöwe ( <i>Hydrocoloeus minutus</i> )	220	90
Lachmöwe ( <i>Larus ridibundus</i> )	15.000	0



Deutscher Name ( <i>wissenschaftlicher Name</i> )	Bestand dt. Ostsee	Bestand dt. AWZ
Sturmmöwe ( <i>Larus canus</i> )	11.500	1.100
Mantelmöwe ( <i>Larus marinus</i> )	7.000	800
Silbermöwe ( <i>Larus argentatus</i> )	70.000	4.200

### 2.8.2.2 Häufig vorkommende Arten und Arten von besonderer Bedeutung für das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“

Langzeitbeobachtungen bzw. systematische Zählungen geben Auskunft über immer wiederkehrende saisonale Verteilungsmuster der häufigsten Arten in deutschen Gewässern der Ostsee. Insgesamt wird durch die Auswertung von MENDEL et al. (2008) sowie SONNTAG et al. (2006) die hohe artspezifische räumliche wie zeitliche Variabilität des Vorkommens von See- und Rastvögeln in den deutschen Gewässern der Ostsee bestätigt und verdeutlicht. Zahlreiche aktuelle Untersuchungen können herangezogen werden, um die Aktualität dieser Beschreibungen zu unterstreichen.

Meeresenten bevorzugen küstennahe Bereiche mit geringen Wassertiefen sowie Flachgründe im Offshore-Bereich wie den Adlergrund und die Oderbank. Haubentaucher und Mittelsäger halten sich fast ausschließlich in küstennahen Gewässern auf, Ohrentaucher bevorzugen dagegen küstenfernere Flachwassergebiete. Trottellumme und Tordalk halten sich vor allem in küstenfernen Gebieten mit größeren Wassertiefen auf. Seeschwalben kommen im Offshore-Bereich nur vereinzelt in den Zugzeiten vor. Diese nutzen fast ausschließlich Boddengewässer und Binnenseen zur Nahrungssuche (SONNTAG et al. 2006, MENDEL et al. 2008)

### Sterntaucher (*Gavia stellata*) und Prachtaucher (*Gavia arctica*)

Seetaucher kommen in der Ostsee als Wintergast und Durchzügler vor (MENDEL et al. 2008). Sterntaucher nutzen das Küstenmeer und die deutsche AWZ im Frühjahr und Winter, Prachtaucher werden dagegen vermehrt im Herbst und Winter und nur in kleiner Anzahl im Frühjahr, sporadisch auch im Sommer angetroffen. Beide Arten bevorzugen einen Bereich östlich vor der Insel Rügen bzw. die Pommersche Bucht bis zur Oderbank (siehe Abbildung 38 und Abbildung 39; SONNTAG et al. 2006).

Sterntaucher rasten in der Ostsee vorrangig in Gewässern mit einer Wassertiefe von weniger als 20 m (DURINCK et al. 1994). Die wichtigsten Rastvorkommen liegen im Seegebiet um Rügen, im Bereich der Oderbank und in der Mecklenburger Bucht. Im Frühjahr liegt der Verbreitungsschwerpunkt in der Pommerschen Bucht, insbesondere in den Küstengewässern vor Rügen. Prachtaucher haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Ostteil der deutschen Ostsee. Im Winter sind sie in der Pommerschen Bucht weit verbreitet. Hier lassen sich die höchsten Dichten zu meist im Küstenbereich von Rügen, am Adlergrund und auf der Oderbank erfassen (MENDEL et al. 2008). Zum Frühjahr hin befinden sich die Vorkommen v.a. in küstenfernen Bereichen der Pommerschen Bucht. Untersuchungen im Rahmen des BfN-Seevogelmonitorings in der deutschen Ostsee bestätigen diese Verteilung (MARKONES et al. 2014).

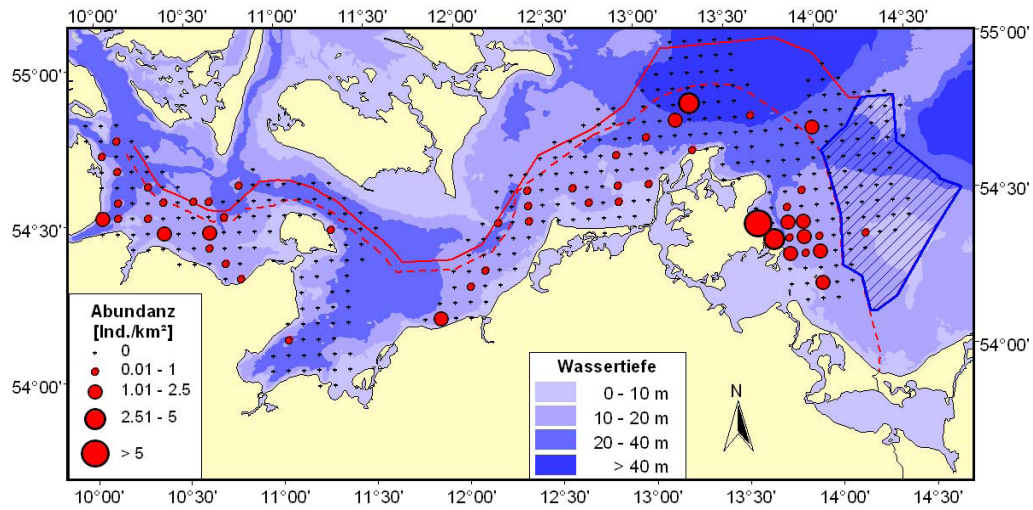


Abbildung 38: Verteilung von Seetauchern (*Gavia stellata*/*G. arctica*) in der gesamten deutschen Ostsee im Januar/Februar 2009 (flugzeugbasierte Erfassung; MARKONES & GARTHE 2009).

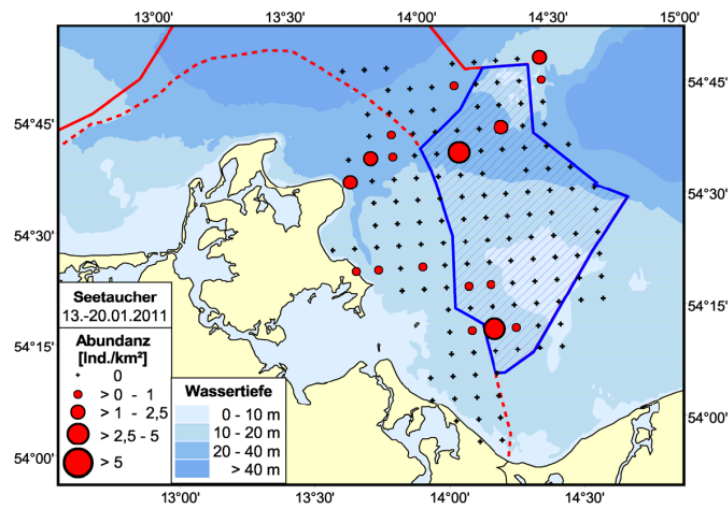


Abbildung 39: Vorkommen von Seetauchern (*Gavia stellata*/ *G. arctica*) in der deutschen Ostsee während einer schiffsgestützten Erfassung vom 13.- 20. Januar 2011 (MARKONES & GARTHE 2011).

### Ohrentaucher (*Podiceps auritus*)

Das Hauptvorkommen der Ohrentaucher in der deutschen Ostsee liegt in der Pommerschen Bucht. Hier befindet sich das wichtigste Überwinterungsgebiet in NW-europäischen Gewässern (DURINCK et al. 1994). Der Verbreitungsschwerpunkt der ca. 1.000 Ohrentaucher (deutscher Winterbestand) liegt auf der Oderbank. Insbesondere Gewässer mit Wassertiefen unter 10 m werden genutzt. Ohrentaucher ziehen im Herbst in die flachen Gewässer und verbringen dort auch den Winter (SONNTAG et al. 2006). Auch im Frühjahr sind Ohrentaucher vermehrt auf der Oderbank vertreten, halten sich aber auch im Küstenbereich vor Usedom auf. Untersuchungen zu den Windparkvorhaben in der AWZ ergaben nur sehr vereinzelte Sichtungen von Ohrentauchern (BIOCONSULT SH GmbH & Co.KG 2016, OECOS GMBH 2015).

### Zwergmöwe (*Larus minutus*)

Im Frühjahr und Sommer kommen Zwergmöwen im Offshore-Bereich nur in kleiner Anzahl vor. Der Schwerpunkt des Vorkommens liegt in den inneren Küstengewässern. Zwergmöwen ziehen vorwiegend entlang der Küstenlinie. Während des Herbstzuges treten sie in großer Anzahl in der Pommerschen Bucht auf. Zwergmöwen nutzen dann bevorzugt küstennahe Gebiete zur Nahrungssuche und Rast (SONNTAG et al. 2006).

### Eisente (*Clangula hyemalis*)

Die Eisente ist die häufigste Entenart in der Ostsee. Ihr dortiger Winterrastbestand hat sich einer Studie von SKOV et al. (2011) zufolge allerdings im Zeitraum 1992 bis 2009 um 65,3 % reduziert. Zu den wichtigsten Winterrastgebieten zählt die Pommersche Bucht in der südlichen Ostsee. Analog zur gesamten Ostsee wurde auch hier ein Rückgang des Eisentenvorkommens um 82% bis 2010 verzeichnet (BELLEBAUM et al. 2014). Eine Betrachtung weiterer Rasthabitate lässt eine Verlagerung nach Norden vermuten (SKOV et al. 2011). Allgemein wird allerdings davon ausgegangen, dass die Pommersche Bucht

weiterhin größere Vorkommen aufnehmen kann (BELLEBAUM et al. 2014). Die Eisente hat weitere ausgedehnte Hauptrasthabitate im Winter und im Frühjahr östlich von Rügen und nördlich von Usedom (Abbildung 40) (GARTHE et al. 2003, Garthe et al. 2004). Ab Ende Oktober findet ein starker Zug in die deutschen Ostseegebiete statt. Im Sommer hingegen halten sich nur sehr wenige Eisenten in der deutschen Ostsee auf. Auffällig ist zu allen Jahreszeiten das Fehlen der Art im küstenfernen AWZ-Bereich nördlich und nordöstlich von Rügen. Wie auch andere Entenarten der Ostsee bevorzugt die Eisente küstennahe Flachwassergebiete oder Flachgründe im Offshore-Bereich bis 20 m Wassertiefe (SONNTAG et al. 2006, MARKONES & GARTHE 2009). Neuere Untersuchungen bestätigen ein flächendeckendes Wintervorkommen der Eisente mit Schwerpunkten u. a. am Adlergrund und der Oderbank (MARKONES et al. 2014, BIOCONSULT SH & Co.KG 2016).

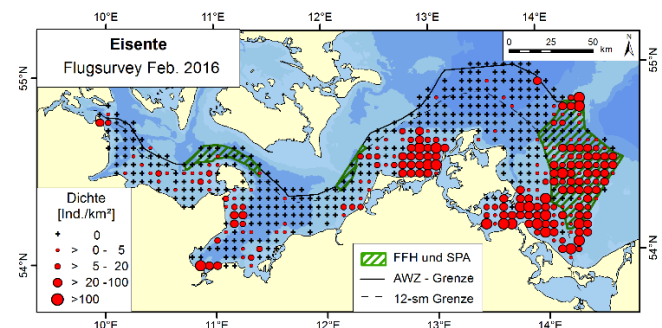


Abbildung 40: Vorkommen von Eisenten (*Clangula hyemalis*) in der deutschen Ostsee im Februar 2016 (Flugbasierte Erfassungen, BORKENHAGEN et al. 2017).

### Samtente (*Melanitta fusca*)

Samtenten nutzen neben dem nördlichen Kattegat und der Rigaer Bucht v.a. die nördliche Pommersche Bucht als Überwinterungsgebiet. In der Pommerschen Bucht hat die Samtente ihren Verbreitungsschwerpunkt im Winter und Frühjahr im Gebiet zwischen Oderbank und Adlergrund (GARTHE et al. 2003, GARTHE et al. 2004). Während eisfreier Wintermonate nutzt die Samtente dabei vor allem zentrale Bereiche der

Oderbank, bei Eisbedeckung scheint sich ihr Vorkommen auf unmittelbar angrenzende eisfreie Bereiche im nördlichen Bereich der Oderbank zu beschränken (MARKONES et al. 2013, MARKONES et al. 2014, BORKENHAGEN et al. 2018, BORKENHAGEN et al. 2019).

#### Trauererente (*Melanitta nigra*)

In der Pommerschen Bucht liegt auf der Oderbank eines der wichtigsten Trauererentennistgebiete der gesamten Ostsee (DURINCK et al. 1994, GARTHE et al. 2003). Weitere Rastgebiete liegen u. a. auf den Flachgründen der Kieler Bucht und nördlich der Halbinsel Darß-Zingst (Abbildung 41). Nach GARTHE et al. (2003, 2004) und SONNTAG et al. (2006) kommen Trauererenten ganzjährig in der deutschen Ostsee vor. Der Pommerschen Bucht kommt eine Schlüsselrolle als Rast- und Mauserhabitat für Trauererenten zu. Im Sommer 2012 wurden an einem einzigen Untersuchungstag rund 2000 Trauererenten während der Mauser im Nordwesten der Oderbank gesichtet (MARKONES et al. 2013).

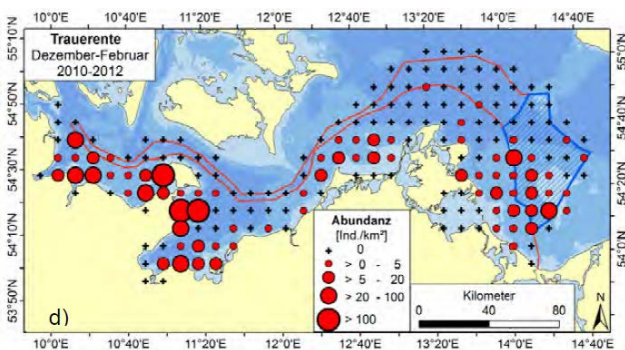


Abbildung 41: Mittleres Wintervorkommen von Trauererenten (*Melanitta nigra*) in der deutschen Ostsee in den Jahren 2010 – 2012 (Flug- und schiffsbasierte Erfassungen, MARKONES et al. 2015).

#### Eiderente (*Somateria mollissima*)

Eiderenten kommen im Winterhalbjahr sehr häufig und gebietsweise in hohen Dichten westlich der Darßer Schwelle vor. Östlich der Darßer Schwelle werden Eiderenten nur vereinzelt angetroffen. Lediglich im Winter kommen sie im Greifswalder Bodden und in den der Pommerschen Bucht vorgelagerten Küstengewässern in

kleiner Anzahl vor. Im Sommer halten sich nur wenige Eiderenten in der westlichen Ostsee auf (SONNTAG et al. 2006).

#### Trottellumme (*Uria aalge*)

DURINCK et al. (1994) schätzen die Winterrastpopulation der Trottellumme in der Ostsee auf ca. 85.000 Individuen. Im Frühjahr, Sommer und Herbst tritt sie nur vereinzelt auf. Die höchsten Anzahlen erreichen Trottellummen im Winter. Es wird angenommen, dass Trottellummen weniger empfindlich auf strenge Winterbedingungen reagieren.

Trottellummen verbringen den Winter in der Ostsee in der Nähe der Brutkolonien. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Offshore-Bereichen der Pommerschen Bucht, insbesondere in den tieferen Gewässern zwischen Oderbank und Adlergrund und nordwestlich des Adlergrundes (siehe Abbildung 42) (MENDEL et al. 2006). Nach GARTHE et al. (2003, 2004) kommen Trottellummen nordöstlich von Rügen in geringen bis mittleren Dichten vor.

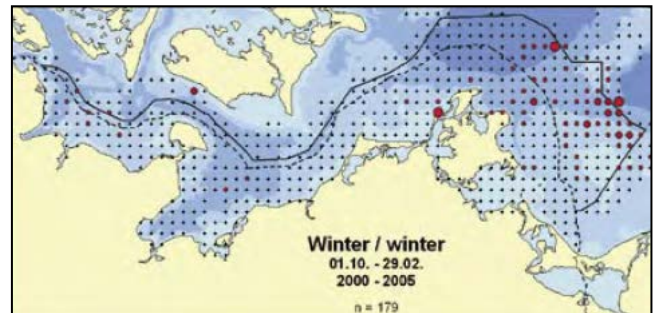


Abbildung 42: Verbreitung der Trottellumme in der deutschen Ostsee (Winter 2000-2005; SONNTAG et al. 2006).

#### Tordalk (*Alca torda*)

Das Winterrastgebiet der Tordalken liegt über den tieferen Bereichen der zentralen Ostsee. Tordalken kommen vor allem im Winter auf der deutschen Ostsee vor. Sie treten in geringen bis mittleren Dichten in weiten Teilen des Küsten- und Offshore-Bereichs der Pommerschen Bucht auf (MENDEL et al. 2008).

#### Gryllteiste (*Cephus grylle*)

DURINCK et al. (1994) schätzen den Winterrastbestand von Gryllteisten in der Ostsee auf 28.560 Individuen. Zu den bevorzugten Winterastgebieten der Gryllteiste gehören flachere Gebiete und Steingründe. Auf der deutschen Ostsee halten sich Gryllteisten von Herbst bis

Frühjahr überwiegend im Bereich des Adlergrundes auf (siehe Abbildung 43). Trotz relativ geringer Dichten ist dieses Vorkommen nach GARTHE et al. (2003) als international bedeutsam einzustufen (MENDEL et al. 2008).

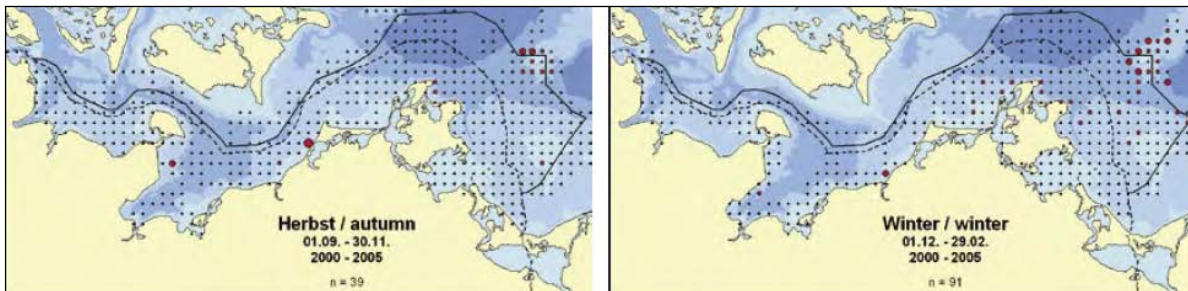


Abbildung 43: Verbreitung der Gryllteiste in der westlichen Ostsee im Herbst (links) und im Winter 2000 bis 2005 (rechts) aus SONNTAG et al. (2006).

#### Rothalstaucher (*Podiceps grisegna*)

Das Hauptvorkommen der Rothalstaucher in der deutschen Ostsee befindet sich in der Pommerschen Bucht (siehe Abbildung 44). Diese kommen, ähnlich wie Seetaucher, überwiegend als Wintergast und Durchzügler vor. Im Winter werden hier die höchsten Rastbestände erreicht und nehmen im Frühjahr wieder ab (MENDEL et al. 2008).

#### Gelbschnabeltaucher (*Gavia adamsii*)

Gelbschnabeltaucher kommen in der Ostsee als Durchzügler während der Zugzeiten und zur Winterrast in der westlichen Ostsee vor. Das Vorkommen im Winter ist dabei gering und auf die küstenferneren Bereiche der Pommerschen Bucht begrenzt (BELLEBAUM et al. 2010).

#### Sturmmöwe (*Larus canus*)

Sturmmöwen kommen in der Ostsee in weit geringeren Dichten als in der Nordsee vor. Dies hängt auch damit zusammen, dass ihre Nahrung während der gesamten Brutzeit terrestrischen Ursprungs ist (KUBETZKI et al. 1999). Im Sommer kommen daher nur vereinzelt Sturmmöwen in der deutschen Ostsee vor. Im Winter und im Frühjahr werden die größten Anzahlen erreicht. Die Sturmmöwe kommt dann vor allem in den küstennahen und küstenfernen Bereichen der Pommerschen Bucht vor (SONNTAG et al. 2006).

#### Andere Larus-Möwen

Als häufigste Möwenart in der Ostsee tritt die Silbermöwe (*Larus argentatus*) ganzjährig auf. Im Winter und Frühjahr kommen Silbermöwen sowohl in Küstengewässern als auch in der AWZ in hohen Konzentrationen vor. Insbesondere

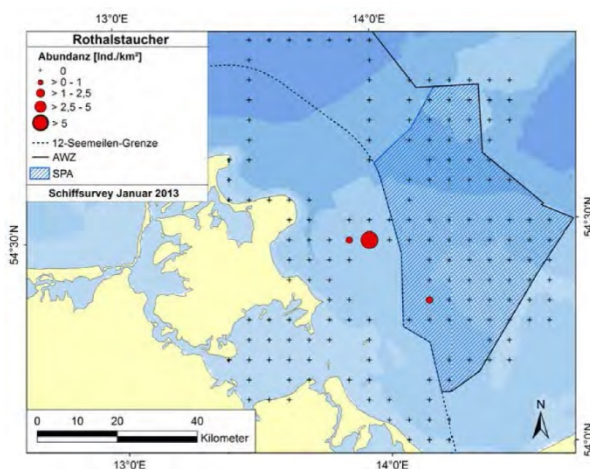


Abbildung 44: Verteilung von Rothalstauern (*Podiceps grisegna*) in der Pommerschen Bucht, Ostsee, im Januar 2013 (MARKONES et al. 2014).

sind sie in den Bereichen der Kieler und Mecklenburger Bucht, um Fehmarn und nordwestlich von Rügen, vertreten. Besonders hohe Konzentrationen treten in Zusammenhang mit fischereilichen Aktivitäten auf (SONNTAG et al. 2006). Natürlichlicherweise ist die Silbermöwe vermutlich kein Brutvogel in der westlichen Ostsee.

Erst die Etablierung der motorisierten Schleppnetzfisherei führte seit den 1930er Jahren zur Einwanderung und Bestandszunahme (VAUK & PRÜTER 1987).

Mantelmöwen (*Larus marinus*) halten sich ganzjährig in der westlichen Ostsee auf. Während der Brutperiode von April bis Juli sind die Bestände allerdings gering. Der Winterbestand ist möglicherweise abhängig von den Eisverhältnissen in der Ostsee. Die Mantelmöwe tritt jedoch vermehrt während des Wegzuges und in den Wintermonaten auf. Wie die Silbermöwe konzentriert sich auch diese Art oft in der Nähe von Fischkuttern (SONNTAG et al. 2006).

Heringsmöwen (*Larus fuscus*) kommen in der Ostsee vereinzelt im Sommerhalbjahr, gelegentlich auch in Zusammenhang mit Fischereiaktivitäten vor (MENDEL et al. 2008).

### **2.8.2.3 Vorkommen von Seevögeln im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“**

Durch Verordnung vom 22.09.2017 wurde das Naturschutzgebiet (NSG) „Pommersche Bucht - Rönnebank“ nach nationalem Recht als Kom-

plexgebiet unter Schutz gestellt. Das Schutzgebiet beherbergt wesentliche Bestandsanteile wichtiger Rastvogelarten, vor allem der Meerestenten (Eisente, Trauerente, Samtente).

Es umfasst insgesamt eine Fläche von 2.092 km<sup>2</sup>. Der Teilbereich IV des NSG entspricht dem Vogelschutzgebiet „Pommersche Bucht“, das mit Wirkung vom 15.09.2005 als Naturschutzgebiet ausgewiesen und als Vogelschutzgebiet (DE 1552-401) in die Liste der besonders geschützten Gebiete (SPA) aufgenommen wurde. Der Teilbereich II umfasst eine Fläche von 2.004 km<sup>2</sup>. Im Teilbereich II kommen mit Sterntaucher, Prachtaucher und Ohrentaucher insgesamt drei Arten des Anhang I der europäischen Vogelschutzrichtlinie vor. Zu den regelmäßig auftretenden Zugvogelarten gehören Rothalstaucher, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk und Gryllteiste (§ 7 Abs. 1 Nr. 1 und 2 NSGPBRV).

Im Rahmen der Beschreibung und Zustandsbewertung des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht – Rönnebank“ (BfN 2020) erfolgte die Ermittlung artspezifischer Bestandszahlen für das gesamte Komplexgebiet und nicht separat für den Teilbereich IV. Der nicht zum eigentlichen Vogelschutzgebiet gehörende Teilbereich I hat allerdings nur eine Größe von 86 km<sup>2</sup> (BfN 2020). In nachstehender Tabelle 12 werden die in BfN (2020) ermittelten Bestände für die gemäß Schutzzweck des Teilbereichs IV geschützten Arten in den vorkommensstarken Jahreszeiten aufgeführt.

Tabelle 12 Bestände der im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ geschützten Vogelarten in den vorkommensstarken Jahreszeiten nach BfN (2020).

Deutscher Name ( <i>wissenschaftlicher Name</i> )	Jahreszeit	Bestand NSG „Pommersche Bucht - Rönnebank“
Sterntaucher ( <i>Gavia stellata</i> )	Frühjahr	1.600
Prachtaucher ( <i>Gavia arctica</i> )	Winter	850
Ohrentaucher ( <i>Podiceps auritus</i> )	Winter	1.500
Rothalstaucher ( <i>Podiceps grisegena</i> )	Winter	430
Gelbschnabeltaucher ( <i>Gavia admasii</i> )	Herbst	6-10
Eisente ( <i>Clangula hyemalis</i> )	Winter	145.000
Trauerente ( <i>Melanitta nigra</i> )	Frühjahr	230.000
Samtente ( <i>Melanitta fusca</i> )	Frühjahr	73.000
Sturmmöwe ( <i>Larus canus</i> )	Frühjahr	310
Trottellumme ( <i>Uria aalge</i> )	Herbst	1.400
Tordalk ( <i>Alca torda</i> )	Sommer	550
Gryllteiste ( <i>Cepphus grylle</i> )	Frühjahr	90

#### **2.8.2.4 Vorkommen von See- und Rastvögeln in den Gebieten**

##### ***Vorranggebiet Windenergie EO1***

Die bisherigen Untersuchungen zu den Windparkvorhaben im Gebiet EO1 ergeben ein mittleres Seevogelvorkommen.

Die ausgedehnten Rasthabitate der Pommerschen Bucht und des Adlergrundes (mit deren nördlichen bzw. nordwestlichen Randgebieten) reichen lediglich bis an den südlichen bzw. südöstlichen Bereich des Gebietes EO1 heran. Für die in Anhang I der V-RL aufgeführten besonders schützenswerten Seevogelarten zählt das Teilgebiet nach GARTHE et al. (2003) nicht zu den wertvollen Rasthabitaten oder zu den bevorzugten Aufenthaltsorten in der Ostsee. Aktuelle Untersuchungen im Gebiet EO1 zeigen ein lediglich geringes Seetauchervorkommen südlich des Gebietes EO1 (BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, BIOCONSULT SH & Co.KG 2019). Ohrentaucher wurden bisher nur sehr vereinzelt in diesem Gebiet gesichtet. Zwergmöwen treten im Frühjahr vereinzelt als Durchzügler auf (BIOCONSULT SH & Co.KG 2016, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, BIOCONSULT SH & Co.KG 2019).

Sogar während einer ausgeprägten Eisbildung im Küstenmeer und auf der Oderbank im Winter 2010 wurde der eisfreie Bereich des Gebietes EO1 nicht als Ausweichgebiet von See- und Rastvögeln genutzt (SONNTAG et al. 2010). Ähnliche Beobachtungen wurden auch während einer Eisbedeckung der Pommerschen Bucht im Winter 2011 gemacht (MARKONES et al. 2013). Dies beruht auf der besonderen Lage des Gebietes im Übergangsbereich zwischen den tieferen Gewässern des Arkonabeckens und den flacheren Gebieten der Pommerschen Bucht bzw. des Adlergrundes. So kommen tauchende Meerestenten im Bereich des Gebietes EO1 nur durchschnittlich vor. In aktuellen Untersuchungen wurden Eisenten östlich und südlich des Gebietes EO1 in hohen bis sehr Dichten gesichtet,

im Gebiet selbst waren es hingegen nur wenige Individuen. Samtenten und Trauerenten wurden hauptsächlich während der Zugzeiten im Süden des Gebietes EO1 beobachtet (BIOCONSULT SH & Co.KG 2016, BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, BIOCONSULT SH & Co.KG 2019).

Trottellummen und Tordalken kommen weiträumig im Bereich des Gebietes EO1, allerdings mit südlichem Schwerpunkt, vor. Für die zwei Alkenvogelarten gehört dieses Teilgebiet zu den südlichen Ausläufern ihres Hauptrastgebietes im Winter in der Ostsee. Gryllteisten werden nur sehr vereinzelt östlich des Gebietes beobachtet. Silbermöwen zählen in den Zugzeiten zu den häufigsten Arten im Bereich des Gebietes EO1 und treten auch im Winter weit verbreitet auf. Mantelmöwen und Sturmmöwen kommen in diesen Zeiten hingegen nur in geringen Dichten, dafür aber teils weiträumig vor (BIOCONSULT SH & Co.KG 2016, BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, BIOCONSULT SH & Co.KG 2019).

##### ***Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2***

Im Gebiet EO2 kommt eine Seevogelgemeinschaft vor, die überwiegend aus Hochseevogelarten wie Trottellummen als Durchzügler und Möwen besteht. Der Schwerpunkt des Vorkommens der Seetaucher in der deutschen Ostsee liegt weit südlich des Gebietes EO2 südöstlich von Rügen. Alle bisherigen Erkenntnisse weisen darauf hin, dass in der gesamten Umgebung des Gebietes EO2 See- und Rastvogelarten vorkommen, für die dieser Bereich der deutschen Ostsee eher den Charakter eines Durchzugsgebietes und weniger eine Funktion als Rast- oder Nahrungsgebiet hat (OECOS GMBH 2015, BIOCONSULT SH & Co.KG 2016, BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, BIOCONSULT SH & Co.KG 2019).



### **Vorranggebiet Windenergie EO3**

Ein Vergleich der Daten für das Gebiet EO3 mit Daten aus der Pommerschen Bucht ergibt für das Gebiet ein unterdurchschnittliches Seevogelvorkommen (GARTHE et al. 2003). Im Gebiet EO3 wurde eine Seevogelgemeinschaft ermittelt, die generell aus Arten besteht, die das Gebiet eher als Durchzugsgebiet nutzen. Für die in Anhang I der V-RL aufgeführten besonders schützenswerten Seetaucher (Stern- und Prachtaucher) und Ohrentaucher zählt das Gebiet EO3 nach GARTHE et al. 2003 nicht zu den bevorzugten Aufenthaltsorten in der Ostsee. Gleiches gilt für Zwergmöwen. Auch aktuellere Untersuchungen ergeben nur vereinzelte Sichtungen dieser Arten in diesem Gebiet (IFAÖ 2016). Nach Nahrung tauchende Meeresenten wie Eisente, Samt- und Trauerente kommen hauptsächlich als Durchzügler im Frühjahr, in geringerem Maße aber auch während der Winterrast in diesem Bereich der AWZ vor. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich dann allerdings auf die Untiefe „Kriegers Flak“ im Nordwesten des Gebietes EO3 (IFAÖ 2016, IFAÖ 2017a). Silber- und Mantelmöwen zählen zu den häufigsten Arten im Gebiet EO3 und seiner Umgebung. Sturmmöwen treten im Winter in Bereichen mit größeren Wassertiefen auf. Tordalke sind in aktuellen Untersuchungen zahlreicher in der Umgebung des Gebietes EO3 beobachtet worden als Trottellummen. Für beide Arten hat dieser Bereich allerdings keine besondere Bedeutung

als Rasthabitat. Gryllteisten werden nur sehr vereinzelt gesichtet (IFAÖ 2016, IFAÖ 2017a).

### **2.8.3 Zustandseinschätzung der See- und Rastvögel**

Der hohe Kartieraufwand in den letzten Jahren bzw. der aktuelle Kenntnisstand erlauben eine gute Einschätzung der Bedeutung und des Zustandes der hier betrachteten Gebiete als Habitate für Seevögel. Diese Bedeutung ergibt sich aus den Bewertungen des Vorkommens und der räumlichen Einheiten bzw. Funktionen. Zusätzlich werden noch die Kriterien Schutzstatus und Vorbelastungen auf übergeordneter Ebene betrachtet.

#### **2.8.3.1 Schutzstatus**

Die deutsche AWZ der Ostsee beherbergt bedeutende Populationsanteile der Eisente, Trauerente, Samtente und Gryllteiste. Stern- und Prachtaucher, Ohrentaucher und Zwergmöwe unterliegen einem besonderen Schutz. Bei den übrigen Arten handelt es sich um ziehende Vogelarten, deren Schutz gemäß Artikel 4 Abs. 2 der V-RL ebenfalls sicherzustellen ist.

In der nachfolgenden Tabelle 13 sind die aktuellen Zuordnungen in Gefährdungskategorien der europäischen Roten Liste (Europa und EU27) und der HELCOM Roten Liste zusammenfassend dargestellt. Abweichungen in den Kategoriezuordnungen ergeben sich aus unterschiedlichen geographischen Bezugsrahmen.

Tabelle 13: Zuordnung der wichtigsten Rastvogelarten der deutschen AWZ in der Ostsee in die Gefährdungskategorien der europäischen Roten Liste und nach HELCOM. Definition nach IUCN (gilt auch für HELCOM): **LC** = Least Concern, nicht gefährdet; **NT** = Near Threatened, Potentiell gefährdet; **VU** = Vulnerable, Gefährdet; **EN** = Endangered, Stark gefährdet; **CR** = Critically Endangered, vom Aussterben bedroht).

	Anh. I V- RL	IUCN Rote Liste Europa <sup>a)</sup>	IUCN Rote Liste EU 27 <sup>a)</sup>	HELCOM Winterrastpopu- lation <sup>b)</sup>
Sterntaucher	X	LC	LC	CR
Prachtaucher	X	LC	LC	CR
Ohrentaucher	X	NT	VU	NT
Rothalstaucher		LC	LC	EN
Haubentaucher		LC	LC	LC
Zwergmöwe	X	NT	LC	NT
Silbermöwe		NT	VU	
Mantelmöwe		LC	LC	
Sturmmöwe		LC	LC	
Eisente		VU	VU	EN
Samtente		VU	VU	EN
Trauerente		LC	LC	EN
Eiderente		VU	EN	EN
Gryllteiste		LC	VU	NT
Trottellumme		NT	LC	
Tordalk		NT	LC	

<sup>a)</sup> BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015) European Red List of Birds

<sup>b)</sup> HELCOM (2013c)

Nach der Europäischen Roten Liste gelten Eisente, Samtente und Eiderente auf Grund von negativen Populationsentwicklungen in den vergangenen Jahren als „gefährdet“. Der drastische Rückgang der Winterrastpopulation der Eisente in der Ostsee (SKOV et al. 2011) zeigt sich auch in der Roten Liste der HELCOM. Dort wird die Eisente, neben weiteren Meeresentenarten, als „stark gefährdet“ eingestuft. Die Winterrastpopulationen von Stern- und Prachtaucher in der Ostsee gelten sogar als „vom Aussterben bedroht“, obwohl ihr gesamteuropäischer Bestand

als „nicht gefährdet“ eingestuft wird. Die Bestände von Zwergmöwe und Ohrentaucher werden in Gesamteuropa und in der Ostsee (Winterrastpopulation) unter „potentiell gefährdet“ geführt. Mantel- und Sturmmöwe gelten allgemein als „nicht gefährdet“. Silbermöwe, Trottellumme und Tordalk werden in der gesamteuropäischen Roten Liste als „potentiell gefährdet“ geführt, ihre Winterrastpopulation in der Ostsee erhielt allerdings keinen Gefährdungsstatus. Für die Bestände der Gryllteiste verhält es sich hierbei gegensätzlich.

### 2.8.3.2 Vorbelastungen

Seevögel sind als Teil des marinen Ökosystems vielen Vorbelastungen ausgesetzt, die eine potentielle Gefährdung darstellen können aber auch das Vorkommen und die Verbreitung beeinflussen. Mit Veränderungen des Ökosystems sind ggf. Gefährdungen der Seevogelbestände verbunden. Folgende Einflussgrößen können Veränderungen des marinen Ökosystems und damit auch bei Seevögeln verursachen:

- **Fischerei:** Es ist davon auszugehen, dass die Fischerei einen starken Einfluss auf die Zusammensetzung der Seevogelgemeinschaft in der AWZ nimmt. Durch die Fischerei kann es zu einer Verringerung des Nahrungsangebots bis hin zur Nahrungslimitierung kommen. Selektiver Fang von Fischarten oder Fischgrößen kann zu Veränderungen des Nahrungsangebots für Seevögel führen. Die Stellnetzfischerei verursacht in der Ostsee alljährlich hohe Verluste an Seevögeln durch Verfangen und Ertrinken in den Netzen (ERDMANN et al. 2005). Insbesondere Seetaucher, Lappentaucher und tauchende Enten gehören zu den Opfern von Stellnetzen (SCHIRMEISTER 2003, DAGYS & ZYDELIS 2002). Nach ZYDELIS et al. (2009) liegt der Beifang in der gesamten Ostsee jährlich bei rund 73.000 bzw. 20.000 Vögeln in der südlichen Ostsee. Durch fischereiliche Discards werden für einige Seevogelarten zusätzliche Nahrungsquellen angeboten (CAMPHUYSEN & GARTHE 2000). Insbesondere viele Hochseevogelarten wie Silbermöwe und Mantelmöwe profitieren von den Discards.
- **Schifffahrt:** Schiffsverkehr kann Scheuchwirkungen auf störepfindliche Arten, wie Seetaucher, ausüben (MENDEL et al. 2019, FLIESSBACH et al. 2019, BURGER et al. 2019) und schließt zudem das Risiko von Ölverschmutzungen ein.
- **Technische Bauwerke (z. B. Offshore-Windenergieanlagen):** Technische Bauwerke können auf störepfindliche Arten ähnliche Auswirkungen haben wie der Schiffsverkehr. Hinzu kommt eine Erhöhung des Schiffsverkehrsaufkommens z. B. durch Wartungsfahrten. Zudem besteht eine Kollisionsgefahr mit solchen Bauwerken.
- **Jagd:** Von der Jagd sind nahezu alle ziehenden Entenvögel im Ostseeraum betroffen. Von 1996 bis 2001 wurden in Skandinavien jährlich 122.500 Eiderenten erlegt, davon allein in Dänemark 92.820 (ASFERG 2002). Das entspricht bereits 16% des Winterbestandes von 760.000 Individuen (DESHOLM et al. 2002).
- **Klimaveränderungen:** Mit den Veränderungen der Wassertemperatur gehen u. a. Veränderungen der Wasserzirkulation, der Planktonverteilung und der Zusammensetzung der Fischfauna einher. Plankton und Fischfauna dienen den Seevögeln als Nahrungsgrundlage. Aufgrund der Unsicherheit bzgl. der Effekte des Klimawandels auf die einzelnen Ökosystem-Komponenten ist die Prognose von Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Seevögel jedoch kaum möglich.
- **Weitere Vorbelastungen:** Zudem können Eutrophierung, Schadstoffanreicherung in den marinen Nahrungsketten und im Wasser treibendem Müll, z. B. Teile von Fischereinetzen und Plastikteile, Seevögel in Vorkommen und Verteilung beeinflussen. Epidemien viralen oder bakteriellen Ursprungs können für die Bestände von See- und Rastvögel eine Gefährdung darstellen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Seevogelgemeinschaft der deutschen AWZ der Nordsee deutlich einer anthropogenen Beeinflussung unterliegt. Die Seevogelgemeinschaft in der AWZ ist aus den hier genannten Gründen nicht als natürlich anzusehen.

### 2.8.3.3 Bedeutung des Teilbereich IV des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht - Rönnebank“

Der Teilbereich IV des NSG „Pommersche Bucht – Rönnebank“ hat in der deutschen Ostsee eine herausragende Funktion als Nahrungs-, Überwinterungs-, Mauser-, Durchzugs- und Rastgebiet für dort vorkommende Arten nach Anhang I der VRL (insbesondere Sterntaucher, Prachttaucher, Ohrentaucher) und regelmäßig auftretende Zugvogelarten (insbesondere Rothalstaucher, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk und Gryllteiste). Er zählt zudem zu den zehn wichtigsten Überwinterungsgebieten für Seevögel in der Ostsee (Durinck et al. 1994; Skov et al. 2000; Skov et al. 2011).

Die Bedeutung einzelner Teilbereiche des Naturschutzgebietes für Rast- und Zugvögel variiert infolge der hydrographischen Bedingungen und der Witterungsverhältnisse von Jahr zu Jahr. Innerhalb des Vogelschutzgebietes nutzen zahlreiche Zug- und Rastvögel die vorhandene hohe Biomasse.

### 2.8.3.4 Bedeutung der Gebiete für See- und Rastvögel

#### ***Vorranggebiet Windenergie EO1***

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine mittlere Bedeutung des Gebietes EO1 für Seevögel hin. Es berührt lediglich südlich bzw. südöstlich Randbereiche der ausgedehnten Rasthabitate der Pommerschen Bucht und des Adlergrundes. Das Gebiet weist insgesamt ein mittleres Seevogelvorkommen und ebenfalls nur ein mittleres Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Es gehört nicht zu den Hauptrast-, Nahrungs- und Überwinterungshabitaten von Arten des Anhangs I der V-RL oder von schützenswerten Arten des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“.

Das Gebiet EO1 hat eine mittlere Bedeutung als Nahrungs- und Rasthabitat für Hochseevögel

und Schiffsfolger. Für Brutvögel ist es aufgrund seiner Küstenentfernung unbedeutend. Aufgrund der Wassertiefe (über 20 m) und der Bodenbeschaffenheit ist es kein wichtiger Nahrungsgrund für tauchende Meeresenten. Diese nutzen das Gebiet im Frühjahr und Herbst als Durchzugsgebiet. Silbermöwen kommen häufig im Gebiet vor, Mantel- und Sturmmöwen in vergleichsweise geringeren Dichten. Seetaucher nutzen das Teilgebiet ausschließlich als Durchzugsgebiet. Das Gebiet EO1 berührt die äußersten Randbereiche der Winterrasthabitate von Tordalk und Trottellumme. Gryllteisten werden nur äußerst selten gesichtet. Die Vorbelastungen durch Fischerei und Schifffahrt sind für Seevögel von mindestens mittlerer Intensität.

#### ***Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2***

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine geringe Bedeutung des Gebietes EO2 für Seevögel hin. Das Gebiet weist ein geringes Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Es gehört nicht zu den Hauptrast-, Nahrungs- und Überwinterungshabitaten von Arten des Anhangs I der V-RL oder von schützenswerten Arten des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Die Vorbelastungen durch Fischerei und Schifffahrt sind für Seevögel von mindestens mittlerer Intensität.

#### ***Vorranggebiet Windenergie EO3***

Nach der bisherigen Kenntnislage hat das Gebiet EO3 eine geringe Bedeutung als Nahrungs- und Rasthabitat für Seevögel. Insgesamt weist das Gebiet ein geringes Seevogelvorkommen auf. Es gehört nicht zu den Hauptrast-, Nahrungs- und Überwinterungshabitaten von Arten des Anhangs I der V-RL oder besonders schützenswerten Arten des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Das Vorkommen dieser Arten ist sehr gering. Das Gebiet ist für Brutvögel aufgrund der Küstenentfernung unbedeutend. Aufgrund der Wassertiefe und der Bodenbeschaffenheit hat das Gebiet auch keine Bedeutung als Nahrungsgrund für tauchende

Meeresenten. Die Vorbelastungen durch Fischerei und Schifffahrt sind für Seevögel von mindestens mittlerer Intensität.

### 2.8.3.5 Fazit

Die AWZ der Ostsee, insbesondere die hier detaillierter betrachteten Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Offshore-Windenergie, weist bzw. weisen ein für die jeweiligen herrschenden hydrographischen Bedingungen, den Entfernungen zu Küste und bestehenden Vorbelastungen zu erwartendes Seevogelvorkommen auf.

## 2.9 Zugvögel

Der Begriff Vogelzug bezeichnet üblicherweise periodische Wanderungen zwischen dem Brutgebiet und einem davon getrennten außerbrutzeitlichen Aufenthaltsbereich, der bei Vögeln höherer Breiten normalerweise das Winterquartier enthält. Häufig werden außer einem Ruheziel noch ein oder mehrere Zwischenziele z. B. für die Mauser oder zum Aufsuchen günstiger Nahrungsgebiete angesteuert. Nach der Größe der zurückgelegten Entfernung und nach physiologischen Kriterien unterscheidet man Langstrecken- und Kurzstreckenzieher.

### 2.9.1 Datenlage

Systematische Untersuchungen des Vogelzuges haben im Ostseeraum eine lange Tradition, schon 1901 wurde damit an der damaligen Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung begonnen. In Falsterbo an der Südspitze Schwedens wird der Vogelzug seit 1972 beobachtet und die Beringung von durchziehenden Vögeln betrieben. Zudem wurden hier zahlreiche Experimente durchgeführt, die detaillierte Erkenntnisse über verschiedene Aspekte des Zugverhaltens lieferten (z. B. Zugrichtungswahl). Auf der schwedischen Seite befindet sich außerdem an der Südspitze der Insel Öland die seit 1948 betriebene Beringungsstation Ottenby. Eine weitere Beringungsstation befindet sich auf der dänischen Insel Christiansø in der Nähe von Bornholm (LAUSTEN & LYNGS, 2004). Seit 1995 wird

auf der Insel Greifswalder Oie südöstlich von Rügen vom Verein Jordsand ein Registrierfang von durchziehenden Singvögeln durchgeführt (VON RÖNN 2001).

Im Ergebnis der langjährigen Forschungsaktivitäten sind mehr als 1.000 Publikationen über den Vogelzug in der westlichen Ostsee entstanden. Von den Beringungsstationen liegen teilweise detaillierte Langzeitdaten vor, die eine Beurteilung von Bestandstrends erlauben. Der größte Teil dieser Daten bezieht sich auf den Singvogel- und Greifvogelzug, z. T. sind aber auch Sichtbeobachtungen von Wasser- und Watvögeln vorhanden. Diese Zahlen beschreiben den Zug im küstennahen Bereich.

Langzeitdaten zu Zugaktivitäten über der offenen See gibt es kaum. Eine Ausnahme stellen die Aufzeichnungen auf dem Feuerschiff im Fehmarnbelt dar, von dem aus zwischen 1955 und 1957 systematisch der Vogelzug über dem Meer beobachtet wurde. Das Zugverhalten über See wurde seit den 1970er Jahren für eine Reihe von Arten auch mittels Militärradar untersucht (Universität Lund, Schweden). Seit 2002 untersucht das Institut für Angewandte Ökologie (IfAÖ) im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Offshore-Windparks und Forschungsvorhaben des BMU den sichtbaren Vogelzug im deutschen Teil der Ostsee an verschiedenen Standorten entlang der westlichen Ostseeküste und an Offshore-Standorten (vgl. Abbildung 45). Parallel wird der Vogelzug bis 1.000 m Höhe mittels Vertikalradar quantifiziert. Weitere Untersuchungen im Rahmen von Offshore-Windparkvorhaben wurden bzw. werden von anderen Planungsbüros (z. B. OECOS 2015, BIOCONSULT SH 2017) durchgeführt.



Abbildung 45: Vogelzugbeobachtungsstationen und Punkte der Radarerfassung des Vogelzuges des IfAÖ in der westlichen Ostsee (Falsterbo: keine eigenen Beobachtungen; aus BELLEBAUM et al. 2008).

Für Bestandsschätzungen der Zugvogelpopulationen sind neben den Daten der Beringungsstationen auch verschiedene andere Quellen heranzuziehen (nationale Brutvogel-Monitoring-Programme in Skandinavien, BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004a). Für ziehende Sing- und Greifvögel sind die Brutbestände in Schweden und Finnland relevant. Bei Seetauchern und Meerresenten sind dagegen die Populationsgrößen von Interesse, die auf dem Zug von ihren westsibirischen Brutgebieten zu ihren westeuropäischen Überwinterungsgebieten die Ostsee überqueren. Bestandsschätzungen von Watvögeln an den Rastplätzen entlang des „East Atlantic Flyway“ können dazu dienen, das Ausmaß des Zuges dieser Vogelgruppe im Ostseeraum abzuschätzen. Trotz langjähriger Beobachtungen sind die vorhandenen Erkenntnisse für spezielle Fragestellungen im Bereich der deutschen AWZ der Ostsee noch nicht ausreichend.

### 2.9.2 Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität von Zugvögeln

Nach bisherigen Kenntnissen kann das Zugvogelgeschehen grob in zwei Phänomene differenziert werden: den Breitfrontzug und den Zug entlang Zugrouten. Bekannt ist, dass die meisten

Zugvogelarten zumindest große Teile ihrer Durchzugsgebiete in breiter Front überfliegen. Nach KNUST et al. (2003) gilt dies nach bisherigem Kenntnisstand auch für die Nord- und Ostsee. Insbesondere nachts ziehende Arten, die sich aufgrund der Dunkelheit nicht von geographischen Strukturen leiten lassen können, ziehen im Breitfrontzug über das Meer. Allerdings ist von vielen Arten bekannt, dass sie in schmalen Korridoren oder auf Zugschneisen wandern, ohne dass eine direkte Leitlinienwirkung dafür verantwortlich ist. Das gilt z. B. für Kraniche. Der Kranich zieht aus seinem riesigen Verbreitungsgebiet, das sich fast durch das ganze nördliche Eurasien erstreckt, über nur relativ wenige traditionelle schmale Zugrouten in knapp zehn feste Winterquartiere, die sich von Spanien über Nord- und Ostafrika bis nach China verteilen. In diesem Fall liegt der sog. Schmalfrontzug vor.

Vor allem von Tagziehern ist bekannt, dass geographische Barrieren oder Leitlinien, wie z. B. Ästuare und große Wasserflächen, die Zugrouten beeinflussen. In der westlichen Ostsee lassen sich nach PFEIFER (1974) drei Hauptzugrouten unterscheiden:

- Südschweden – dänische Inseln (Seeland, Møn, Falster, Lolland) – Fehmarn (sog. „Vogelfluglinie“). Diese Route wird vor allem von tagziehenden Singvögeln sowie von Thermikseglern wie Greifvögeln bevorzugt. Es müssen dabei nur kurze Strecken über Wasserflächen zurückgelegt werden.
- Südschweden – Rügen. Diese Route wird neben Kranichen und Greifvögeln vermutlich im Frühjahr vor allem auch von Singvögeln benutzt, die vom Darß und von Rügen aus in Richtung Norden die Ostsee überqueren.
- Vom Baltikum/Finnland/Sibirien kommend, dem enger werdenden Trichter der westlichen Ostsee in Richtung Südwest/West folgend. Unterschieden wird hierbei zwischen zwei küstennahen Haupttrouten 1) entlang der mecklenburgischen Küste und 2) entlang

der Südküste Schwedens und den dänischen Inseln bis nach Fehmarn.

Die saisonale Zugintensität ist eng mit den art- oder populationsspezifischen Lebenszyklen verknüpft (z. B. BERTHOLD 2000). Neben diesen weitgehend endogen gesteuerten Jahresrhythmen in der Zugaktivität wird der konkrete Verlauf des Zuges vor allem durch die Wetterverhältnisse bestimmt. Wetterfaktoren beeinflussen zudem, in welcher Höhe und mit welcher Geschwindigkeit die Tiere ziehen.

Im Allgemeinen warten Vögel auf günstige Wetterbedingungen (z. B. gute Sichtbedingungen, Rückenwind, kein Niederschlag) für ihren Zug, um ihn so im energetischen Sinne zu optimieren. Hierdurch konzentriert sich der Vogelzug auf einzelne Tage bzw. Nächte jeweils im Herbst bzw. Frühjahr. Nach den Untersuchungsergebnissen eines F- & E-Vorhabens (KNUST et al. 2003) zieht die Hälfte aller Vögel in nur 5 bis 10% aller Tage durch. Weiterhin unterliegt die Zugintensität auch tageszeitlichen Schwankungen. Etwa zwei Drittel aller Vogelarten ziehen vorwiegend oder ausschließlich nachts (HÜPPOP et al. 2009).

### 2.9.2.1 Vogelzug über der westlichen Ostsee

Vogelzug ist über der westlichen Ostsee mittels verschiedener Methoden (Radar- und Sichtbeobachtungen, akustische Erfassungen, Ringfundanalysen) ganzjährig belegt, wobei starke saisonale Schwankungen auftreten mit Schwerpunkten im Frühjahr und Herbst. Die Ostsee liegt auf dem Zugweg zahlreicher Vogelarten. Alljährlich ziehen im Herbst ca. 500 Millionen Vögel (siehe Tabelle 14) über die westliche Ostsee von ihren nordischen Brutgebieten in ihre weiter südlich gelegenen Überwinterungsgebiete (BERTHOLD 2000). Im Frühjahr sind es erheblich weniger (200-300 Millionen). Grund ist die hohe Mortalität der Jungvögel in ihrem ersten Winter. Mehr als 95% dieser Vögel sind landlebende Kleinvögel.

Um Zugraten und Zugwege zu analysieren, ist eine Differenzierung der Zugvögel in Zugtypen sinnvoll. Dabei sind grundsätzlich Wasser- und Landvögel sowie der Tag- und Nachtzug aufgrund der unterschiedlichen Zugbedingungen zu unterscheiden. Unter den tagziehenden Landvögeln sind einige fakultative Thermiknutzer (Kraniche, große Greifvögel), die Thermik über Land zum Höhengewinn nutzen, über Wasser jedoch im aktiven Ruderflug ziehen (BELLEBAUM et al. 2008).

Tabelle 14: Bestandsschätzungen für Zugvögel verschiedenen Flugtyps im südlichen Ostseeraum (Angaben gelten nur für die Herbstsaison; Quelle: BELLEBAUM et al. 2008; errechnet nach HEATH et al. 2000 und SKOV et al. 1998).

Zugtyp	Artengruppen	Herbstbestand
Wasservogel	Seetaucher, Lappentaucher, Ruderfüßer, Enten, Gänse, Säger, Watvögel, Möwen, Seeschwalben, Alken	10-20 Mio.
Landvögel: fakultative Thermiksegler	Greifvögel	< 0,5 Mio.
	Kraniche	60.000
Landvögel: Ruderflieger	Nachtzieher	200-250 Mio.
	Tag/Nachtzieher, reine Tagzieher	150-200 Mio.

Etwa 200 Vogelarten sind alljährlich am Vogelzuggeschehen in der westlichen Ostsee beteiligt. Hinzu kommen weitere 100 seltene Arten und Irrgäste. Abbildung 46 zeigt schematisch die generellen Zugsysteme der westlichen Ostsee, wobei die Pfeile für Zugräume stehen, deren konkreter Verlauf nicht so eng zu fassen ist. Die bedeutenden Zugpopulationen der Wasservögel (Meeresenten, Seetaucher, Gänse und Schwäne) stammen überwiegend aus Sibirien, so dass ihr Zugweg im Allgemeinen west-östlich ausgerichtet ist. Meeresenten und Seetaucher fliegen dabei flach über dem Wasser, zumeist unter 10 m, und häufig küstennah (z. B. KRÜGER & GARTHE 2001). Watvögel, die zumindest im Frühjahr in großer Höhe fliegen (im Mittel 2.000 m, GREEN 2005) sind in der Ostsee nur verhältnismäßig wenige beobachtet worden. Greifvögel ziehen sowohl über die „Vogelfluglinie“ als auch über die offene Ostsee. Das Flugverhalten unterscheidet sich sowohl artspezifisch als auch saisonal. Aktive Ruderflieger fliegen eher/ auch über See, während Thermiksegler wie Mäusebussarde generell die „Vogelfluglinie“ nutzen.

Der Kranichzug über die Ostsee erfolgt vor allem zwischen der Rügen-Bock-Region im Nationalpark „Vorpommersche Boddenlandschaft“ und der schwedischen Südküste in Nord-Süd-Richtung (ALERSTAM 1990).

Für tagsüber ziehende Singvögel, v. a. Kurz- und Mittelstreckenzieher wie Finken und Stelzen (BERTHOLD 2000), ist die „Vogelfluglinie“ von Bedeutung, da für diese Artgruppe, zumindest für die Orientierung niedrig ziehender Individuen, Leitlinien eine Rolle spielen. Ein großer Teil des Zuges findet allerdings bei Rückenwind in großer Höhe auch über die offene Ostsee in Nord-Süd-Richtung statt (ALERSTAM & ULFSTRAND 1972). Aufgrund der eingeschränkten optischen Orientierungsmöglichkeiten wird für die nachts ziehenden Kleinvögel, v.a. Mittelstreckenzieher wie Drosseln und Rotkehlchen oder Langstreckenzieher wie z. B. Rohrsänger, der Breitfrontzug angenommen (BERTHOLD 2000, ZEHNDER et al. 2001, BRUDERER & LIECHTI 2005). KNUST et al. (2003) konnten im deutschen Ostseeraum an den Standorten Fehmarn und Rügen für den Wegzug im Herbst die Hauptzugrichtung SW bis SSW feststellen.



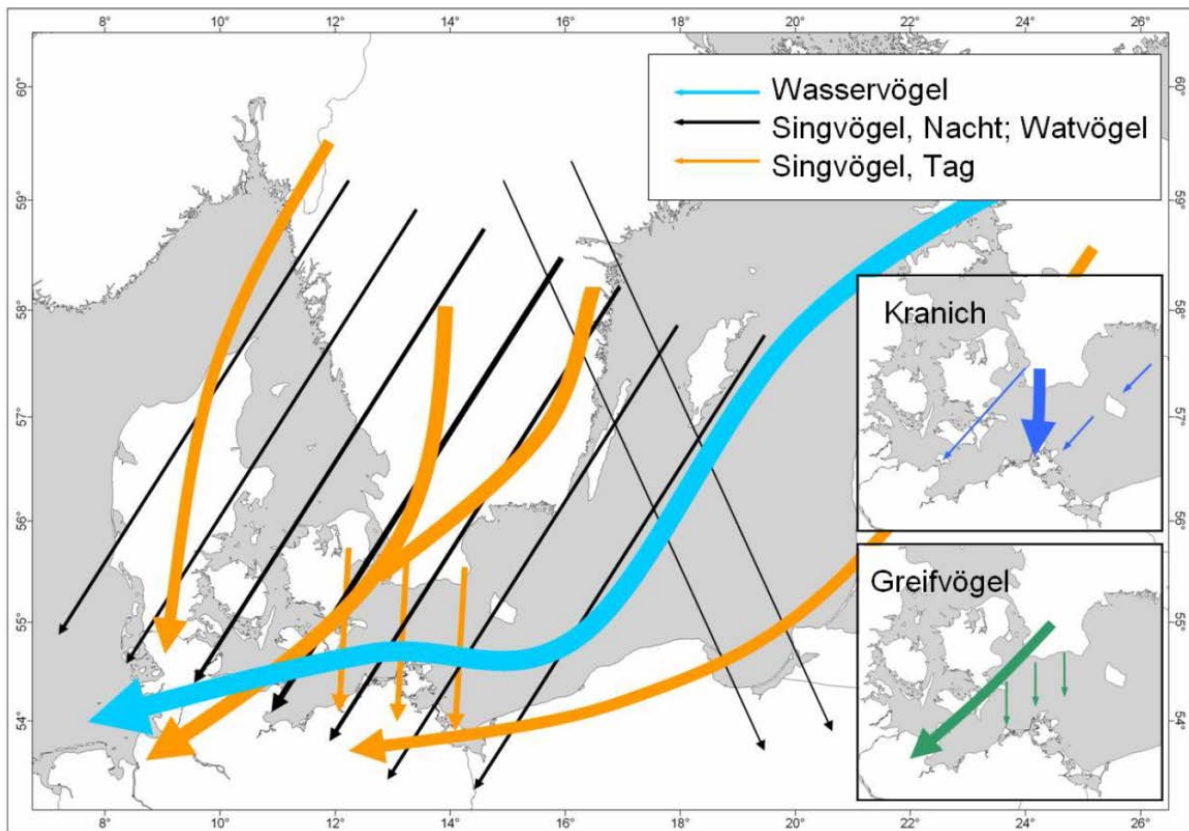


Abbildung 46: Schematische Darstellung der wichtigsten Zugwege im Ostseeraum für den Herbstzug (BELLEBAUM et al. 2008).

Über offenem Wasser scheint die Zughöhe ganz allgemein anzusteigen (BEZZEL & PRINZINGER 1990). Letztlich hängen die Flughöhen während des Zuges von verschiedenen Faktoren (z. B. Jahres- und Tageszeit, Wind- und Wetterverhältnisse) ab. Nachtzieher ziehen im Allgemeinen höher als Tagzieher. Auch die Windverhältnisse haben großen Einfluss auf die Zughöhe. So konnten KRÜGER & GARTHE (2001) feststellen, dass Seetaucher und Meereseenten (Eiderente, Trauerente) bei Gegenwind häufig sehr flach über dem Wasser fliegen (weniger als 1,5 m hoch), bei Rückenwind steigen dagegen die Flughöhen. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass mit zunehmender Höhe in der Regel die Windstärke steigt. Durch die Anpassung der Flughöhe an die Windverhältnisse kann die Fluggeschwindigkeit stark erhöht und der Energieverbrauch deutlich vermindert werden (LIECHTI et al. 2000, LIECHTI & BRUDERER 1998).

### 2.9.2.2 Artenzusammensetzung

#### **Wasservögel (Ruderflieger, Tag-/Nachtzieher)**

Nur von einem Drittel der etwa 70 regelmäßig durch die westliche Ostsee ziehenden Wasservogelarten sind die genauen Zugrouten bekannt (nur Tagzieher mit Flughöhen < 200 m, Seetaucher, Gänse, Meereseenten, Seeschwalben). Viele Arten ziehen nachts, und/oder in großer Höhe (Tauchenten, Watvögel, z. B. GREEN 2005). Die Flugwege der meisten Arten/Populationen durchqueren das Gebiet in Ost-West-Richtung, um von ihren arktischen Brutgebieten in Westsibirien in ihre westeuropäischen Winterquartiere zu gelangen (z. B. Gänse, Meereseenten, Strandläufer, Seetaucher; vgl. Abbildung 46 und Abbildung 47). Diese Vögel orientieren sich oftmals entlang der Küstenlinien. Andere Arten/Populationen, die in skandinavischen Feuchtgebieten brüten und Süßwasserbiotope

als Lebensraum nutzen, ziehen in Nord-Süd-Richtung (Feldgänse, Gründelenten, Säger, Wasserläufer). Diese Arten folgen vielfach tradierten, populationsspezifischen Zugrouten. Nachts ziehende Arten fliegen vermutlich auch auf breiter Front (z. B. Schnepfen).

Bezogen auf Tagzieher gibt es drei bekannte Hauptrouten für Wasservogel durch die westliche Ostsee:

- Entlang der schwedischen Küste (Hauptroute der meisten Eiderenten, Weißwangengänse und Ringelgänse),
- entlang der deutschen Küste (Hauptroute der meisten Trauerenten, sowie vieler See-Taucher und Seeschwalben) und
- in Nord-Süd-Richtung (Schwäne, Feldgänse, Gründelenten, Säger).

### **Gänse**

Während des Herbstzuges überqueren die russische und die baltische Population der Weißwangengans (*Branta leucopsis*) und die Ringelgans (*Branta bernicla bernicla*) die Ostsee, um zu ihren Überwinterungsgebieten an den Küsten Westeuropas zu gelangen. In der westlichen Ostsee ziehen die meisten dieser Gänse entlang der südschwedischen Küste. Nur wenige tausend Vögel queren die Arkonasee und folgen der deutschen Küste.

Beim Verlauf des Frühjahrszuges in der westlichen Ostsee gibt es graduelle Unterschiede zwischen beiden Arten. Weißwangengänse fliegen in höherem Maße über der offenen See bzw. über die südlichste Spitze Südschwedens, während Ringelgänse eher weiter über das Binnenland fliegen (GREEN & ALERSTAM 2000). Die mittlere Zugrichtung der Weißwangengans ist nordöstlich gerichtet, während Ringelgänse eher östlich fliegen. Weißwangengänse ziehen im Frühjahr meist im April, während Ringelgänse größtenteils Ende Mai durchziehen. Die Hauptzugtage fallen dabei in Perioden mit Rückenwind, die selektiv bevorzugt werden. Beide Arten über-

fliegen die deutsche AWZ überwiegend im Bereich Kieler Bucht/ Fehmarnbelt. Ringelgänse zeigen im Frühjahr höhere Fluggeschwindigkeiten als im Herbst, und sie ziehen dann in größeren Verbänden und in größeren Höhen (Mittel im Frühjahr: 341 m, Herbst 215 m).

Andere Gänsearten ziehen vermutlich überwiegend in größeren Höhen über die Ostsee oder folgen vorzugsweise den Küsten. In 25 Jahren wurden auf der dänischen Insel Christiansø lediglich Blässgänse *Anser albifrons* in größerer Zahl beobachtet (LAUSTEN & LYNGS 2004). Auch bei den bisherigen Zugplanbeobachtungen des IfAÖ wurden überwiegend Blässgänse bei der Ostseeüberquerung gesehen. Bei der Graugans *Anser anser* (und auch beim Höckerschwan *Cygnus olor*) konnte im Mai 2003 ein auffälliger Mauserzug vom Darßer Ort zu den Dänischen Inseln in geringer Höhe (< 100 m) registriert werden (IfAÖ 2005).

### **Meeresenten**

Für Meeresenten stellt die südliche und westliche Ostsee ein wichtiges Durchzugsgebiet zu den Überwinterungsplätzen in der Nordsee und dem nördlichen Kattegat dar. Obwohl der größte Teil des Zuges eher in Küstennähe verläuft (viele Meeresenten fliegen mit Sichtkontakt zu Landstrukturen), findet Meeresentenzug auch auf der offenen See statt (IfAÖ 2005).

Während des Frühjahrs findet der Heimzug der **Eiderente** entlang der südschwedischen Küste in einem relativ engen Korridor sehr küstennah statt. Dabei zeigen sie starken Bezug zu topographischen Strukturen (Küstenlinie): zunächst ziehen sie, aus dem Kattegat bzw. der Beltsee kommend, in Richtung Osten (z. T. über Land) und halten sich dann sehr konzentriert entlang der Küstenlinie in nordöstliche Richtung (ALERSTAM 1990). Im Herbst verläuft der Zug in etwa auf derselben Route. Obwohl Eiderenten sowohl tagsüber als auch nachts ziehen, liegt der Schwerpunkt der Zugbewegungen eindeutig am Tage. Radaruntersuchungen des Eiderentenzuges vor der Küste Südschwedens zeigten, dass

weniger als 10% des Gesamtzuges in die Dunkelheit fielen (ALERSTAM et al. 1974). Vornehmlich durch günstige Witterung bedingt, kann ein Großteil des Eiderentenzuges an nur wenigen Tagen stattfinden (ELLESTRÖM 2002).

Der Frühjahrszug der **Trauerente** verläuft überwiegend entlang der deutschen Küste. Offensichtlich fliegen die meisten in der Nordsee überwinternden Trauerenten während des Heimzuges so weit südlich, dass sie auf den Weststrand des Darßes treffen und dann den Darßer Ort und anschließend das Kap Arkona relativ nah umfliegen. Im Frühjahr 2003 wurden allein am Darßer Ort ca. 9% der biogeographischen Population (1,6 Mio. Individuen, Wetlands International, 2006) festgestellt (WENDELN & KUBE 2005). Mit 35% Anteil synchroner Beobachtungen (zu den Beobachtungen am Darßer Ort selbst) am Schiff auf See 20 km nördlich des Darßer Ortes im Frühjahr (24% im Herbst) ist jedoch auch mit größeren Anzahlen von Trauerenten im Offshore-Bereich zu rechnen. Ein unbekannter Anteil der Vögel zieht nachts durch.

Während der Mauser- und der Herbstzug der Trauerenten nördlich von Kap Arkona auf Rügen sehr konzentriert verläuft (allein 50.000 bis 100.000 im Juli/August, NEHLS & ZÖLLICK 1990),

sind die Gesamtzahlen am Darßer Ort zu dieser Jahreszeit gering (Wendeln & Kube, 2005). Offenbar verläuft der Herbstzug im Bereich zwischen Darßer Ort und Falsterbo nicht küstennah. Vermutlich steuern die Vögel vom Kap Arkona aus die dänische Insel Møn an. Im Fehmarnbelt wurden im Frühjahr und Herbst 2005 entlang der deutschen Küste kaum Trauerenten beobachtet (IfAÖ 2005). Entweder verläuft der Zug konzentriert entlang der dänischen Küste, oder die Vögel ziehen in diesem Bereich bereits in großer Höhe, um Schleswig-Holstein anschließend/ vorher zu überfliegen (vgl. Berndt und Busche, 1991).

**Samtentenzug** ist in der deutschen Ostsee kaum zu beobachten (GARTHE et al. 2003, WENDELN & KUBE 2005). Offenbar gibt es zwischen den Hauptüberwinterungsgebieten im nördlichen Kattegat und in der Pommerschen Bucht kaum Austauschbewegungen. Ähnliches gilt für die **Eisente**. Von dieser Art überwintern nur wenige tausend Individuen westlich der Darßer Schwelle. Zwischen den wichtigen Überwinterungsgebieten westlich bzw. östlich Rügens gibt es jedoch sehr intensive Austauschbeziehungen.

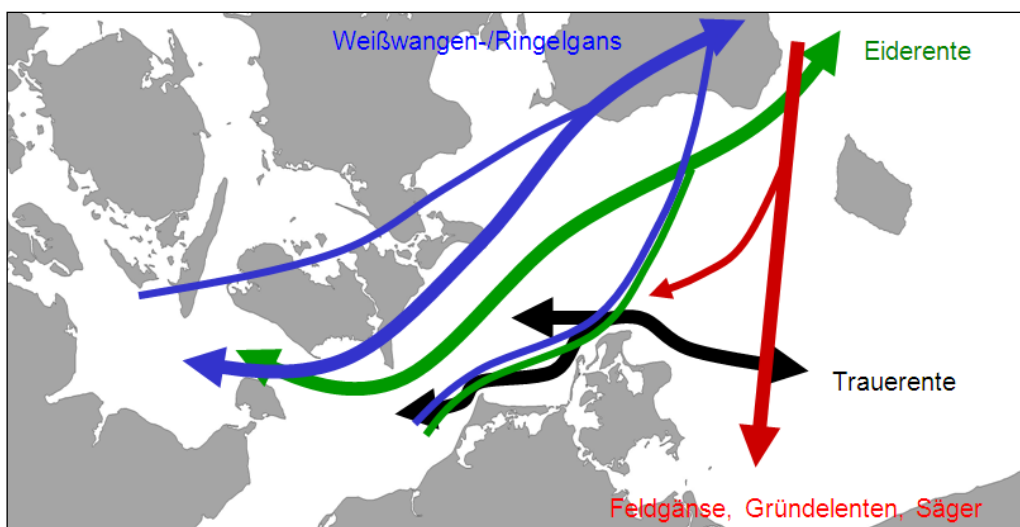


Abbildung 47: Schema ausgewählter Zugwege von Wasservögeln in der westlichen Ostsee (Zusammenstellung IfAÖ nach Literaturquellen und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus BSH 2009).

### **Feldgänse, Schwäne, Gründelenten und Sä-ger**

Limnische Wasservogelarten mit skandinavischer Brutheimat (Schwäne, Gründel- und Taugenten, Säger) ziehen nach den Beobachtungen des IfAÖ in Nord-Süd Richtung über die Arkonasee und steuern vermutlich überwiegend das Oderästuar (inkl. Greifswalder Bodden) an. Vögel, die auf die Nordküste Rügens treffen, schwenken dann nach West ab und folgen der Küstenlinie. Beobachtungen aus Südschweden lassen vermuten, dass die Vögel zunächst entlang der schwedischen Ostseeküste gezogen sind (FLYCKT et al. 2003, 2004). Derzeit fehlen allerdings ausreichende Daten, um den bestehenden Nord-Süd-Zug im Detail zu beschreiben. Auffällig ist bei vielen dieser Arten, dass generell nur wenige Individuen pro Saison gesehen werden (Ausnahmen Pfeifente und Mittelsäger, vgl. auch LAUSTEN & LYNGS 2004). Dies spricht dafür, dass viele Entenarten wohl überwiegend nachts in großer Höhe ziehen.

### **Watvögel aus der sibirischen Arktis**

Adulte Watvögel aus arktischen Brutgebieten (Strandläufer, Regenpfeifer, u. a.) ziehen über die Ostsee zumeist in großer Höhe hinweg ins Wattenmeer und überqueren dabei vielfach auch Südschweden. Die Jungvögel ziehen dagegen in kleinen Schritten entlang der Küsten und rasten dabei mehrfach in Windwatten (KUBE & STRUWE 1994). Im Frühjahr ziehen fast alle Limikolen in großer Höhe vom Wattenmeer aus nach Westsibirien. Ihre mittlere Flughöhe beträgt ca. 2.000 m (GREEN 2005). Grundsätzlich bevorzugen Limikolen Rückenwind zum Ziehen (GREEN 2005). Bei starkem Gegenwind oder Niederschlag kommt es in der westlichen Ostsee gelegentlich zur Notrast oder zum Zug flach über der See entlang der schwedischen (im Herbst bei SW-Wind) bzw. deutschen Küste (im Herbst bei NW-Wind). Auf der offenen See werden Limikolen dagegen nur sehr selten registriert. Es überwiegen dabei Rufnachweise während der Nachtstunden (IFAÖ 2005).

### **Kraniche/ Greifvögel (Thermiksegler/Ruderflieger/Tagzieher)**

#### *Kraniche*

Die Kraniche (*Grus grus*) Nordeuropas nutzen unterschiedliche Zugwege. Während östliche Populationen (Finnland, Baltikum) in Richtung Süd-Südost ziehen (nach Israel, Nordwest- und Ostafrika), fliegen Vögel der Teilpopulation, die dem westeuropäischen Zugweg von Norwegen, Schweden, Polen und Deutschland in ihre Winterquartiere nach Frankreich, Spanien und Nord-West-Afrika folgen, in Richtung Südwesten ab. Diese Population wird derzeit auf ca. 150.000 Individuen geschätzt (G. NOWALD pers. Mitt.).

Für die westliche Ostsee sind insbesondere die skandinavischen Vögel von Interesse, die auf dem Zug die Ostsee überqueren. Für diese Kraniche stellt die Rügen-Bock-Region den wichtigsten Rastplatz an der südlichen Ostseeküste dar (gleichzeitig bis zu 40.000 rastende Kraniche).

Skandinavische Kraniche erreichen ihre Rastgebiete im Bereich der vorpommerschen Bodden-gewässer auf zwei Zugwegen: Von Finnland aus partiell entlang der südlichen Ostseeküste und von Schweden aus durch einen Nonstop-Flug von 1-2 Stunden Dauer über das Arkonabecken. Auf letzterem Zugweg sind schätzungsweise 50.000-60.000 Ind. unterwegs. Der Heimzug von den Rastplätzen in Vorpommern nach Schweden verläuft entgegengesetzt in nördlicher Richtung (ALERSTAM 1990, Abbildung 48).

Kraniche überqueren die Ostsee in nahezu direkter Nord-Süd-Richtung. Die Flugrichtungen bei den vom IfAÖ erfassten Kranichen wichen sowohl beim Hin- als auch beim Rückzug gut 10° von der direkten Nord-Süd-Richtung ab. Das könnte mit einer nur teilweisen Kompensation von Winddrift über See zusammenhängen. Über Land erfolgt dagegen eine vollständige Kompensation der Winddrift (ALERSTAM 1975). Sowohl der Herbst- als auch der Frühjahrszug erfolgten nicht gleichmäßig, sondern zeichneten sich

durch Massenzug an relativ wenigen Tagen aus. Die Kraniche nutzen gezielt Rückenwindphasen zur Überquerung der Ostsee. Der Wind hatte auch entscheidenden Einfluss auf die Flughöhe der Kraniche. Bei Gegenwind lag die Flughöhe deutlich geringer als bei Rückenwind oder „neutralem“ Wind (BELLEBAUM et al. 2008).

Kraniche gehören zu der Vogelgruppe, die aufgrund ihrer im Verhältnis zum Gewicht großen

Flügelfläche zu den Thermikseglern zählen. Dabei wechseln Phasen mit ansteigenden Flughöhen in Thermiksäulen mit Gleitphasen ab. Dieses Verhalten ermöglicht eine sehr energiesparende Flugweise. Eine Ostseeüberquerung im Gleitflug ist jedoch aufgrund der zu überwindenden Strecke von ca. 80 km nicht möglich. Bei einer Starthöhe von 1.000 m können Kraniche über eine Strecke von maximal 16 km gleiten (ALERSTAM 1990).

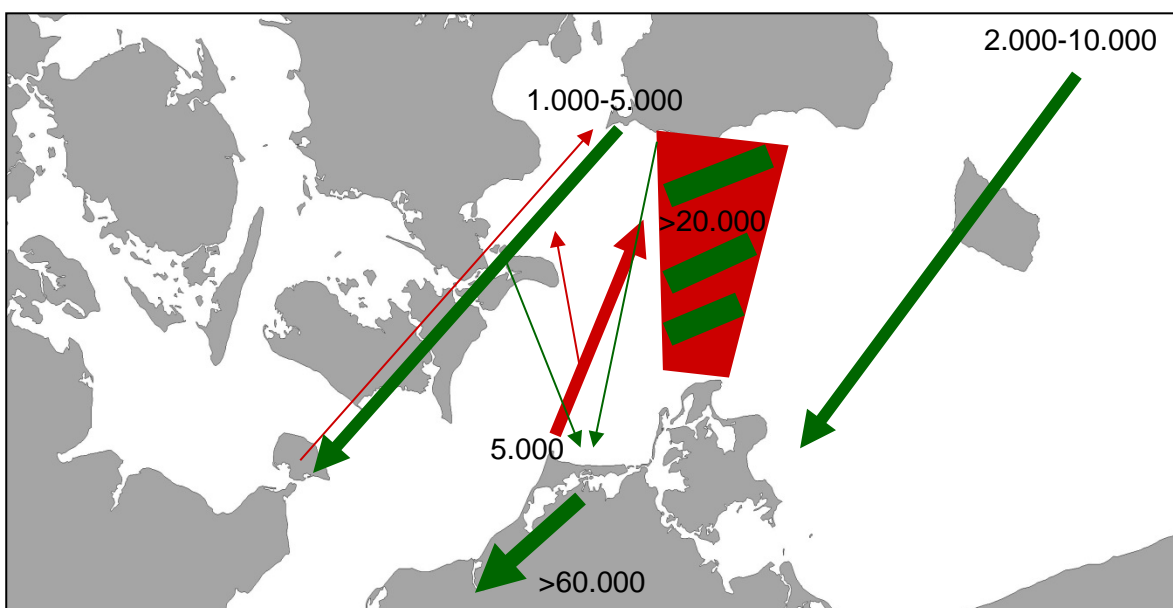


Abbildung 48: Schema der Kranichzugwege in der westlichen Ostsee (rot=Heimzug, grün=Wegzug; Zusammenstellung IfAÖ nach Beobachtungsdaten von Falsterbo, Bornholm und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus: BSH 2009).

Da über Meeresflächen keine Aufwinde vorkommen, müssen sie den größten Teil der Strecke in aktivem Ruderflug überwinden (anfangs vermutlich abwechselnd mit Gleitphasen). Dabei warten sie i. d. R. Wetterlagen mit Rückenwind ab (ALERSTAM & BAUER 1973). Die Zuggeschwindigkeit hängt ebenfalls stark vom Wind ab, sie liegt im Mittel bei etwa 70 km\*h<sup>-1</sup> (ALERSTAM 1975). Flughöhen von 200-700 m wurden nach dem Überqueren der Ostsee im Frühjahr über

der Südspitze Schwedens gemessen (KARLSSON & ALERSTAM 1974). Vor allem über Land zeigten die vom IfAÖ erfassten Kranichtrupps kreisende Flugbewegungen, um an Höhe zu gewinnen. Regelmäßig konnten allerdings in Landnähe bis zu 15 km Distanz zur Küste auch über Wasser kreisende Kraniche mit deutlichem Höhengewinn beobachtet werden (Wendeln et al., 2008). Der Anteil des nächtlichen Zugs wurde anhand der vorliegenden Daten auf rund 10% geschätzt (BELLEBAUM et al. 2008).

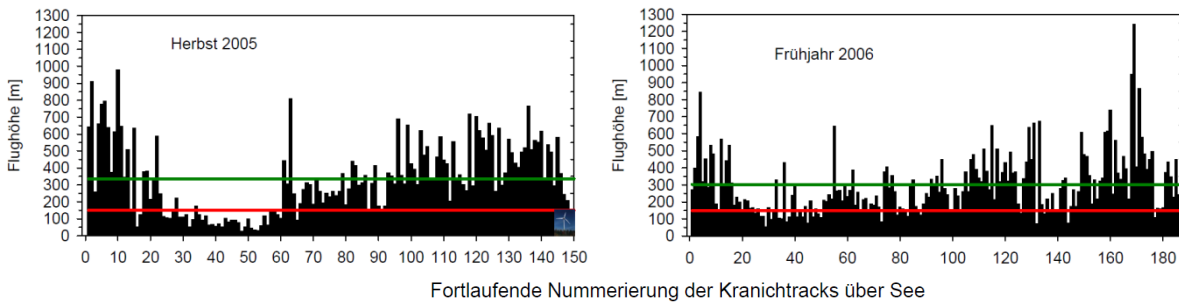


Abbildung 49: Flughöhen von Kranichtruppen über See während des Herbst- und Frühjahrszugs (grüne Linie: mittl. Flughöhe über gesamte Saison; rote Linie: max. Höhe Windräder; BELLEBAUM et al. 2008).

Die Ergebnisse der Erfassungen mit dem Zielfolgeradar an der Küste Rügens zeigen, dass die Flughöhe über See sehr variabel sein kann. Rund ein Drittel der erfassten Kraniche (32% im Herbst 2005, 33% im Frühjahr 2006) zog in Höhen unterhalb von 200 m (Abbildung 49). Damit erfolgt ein beträchtlicher Anteil des Kranichzugs über der Ostsee im Höhenbereich von Windenergieanlagen.

#### Greifvögel

Greifvögel zählen vielfach zu den Thermikseglern. Thermiksegelnde Greifvögel schrauben sich an Land in mehrere 100 m Höhe und beginnen dann ihren Zug. Es gibt aber auch Arten, die im Ruderflug ziehen (z. B. Sperber, Fischadler, Falken). Während die Mehrzahl der tagziehenden Greife schwedischer Populationen im Herbst über Falsterbo der „Vogelfluglinie“ folgen, kreuzt ein Teil die Ostsee in Nord-Süd-Richtung (z. T. artspezifisch, z. B. Raufußbussard). So zeigen z. B. die Zugmuster von Sperbern, die in Falsterbo und in Ottenby beringt wurden, parallel versetzte Brut- und Überwinterungsgebiete: Die weiter östlich brütenden Vögel ziehen vermutlich auch entlang einer weiter östlich liegenden Route und müssen demnach beim Überqueren der Ostsee auch größere Wasserflächen überfliegen. Greifvögel, die im Herbst vornehmlich der „Vogelfluglinie“ folgen, haben eine süd-südwestliche Zugrichtung. Greifvögel, die vornehm-

lich die offene See zwischen der südschwedischen Küste und der mecklenburgischen Küste queren, ziehen stärker in südliche Richtung.

Alljährlich ziehen im Herbst bis zu 50.000 skandinavische Greifvögel über Falsterbo nach Süden. Diese Vögel queren anschließend den Fehmarnbelt. Je nach vorherrschender Windrichtung erfolgt die Querung dieses Seegebietes auf etwas breiterer Front (KOOP 2005). Die Flughöhe der Greife liegt überwiegend über 50 m (IFAÖ 2005).

Während des Frühjahrszuges ist der Fehmarnbelt für ziehende Greifvögel weniger bedeutsam. Vermutlich ziehen viele Vögel zu dieser Jahreszeit über Schleswig-Holstein und die dänischen Inseln nördlich am Fehmarnbelt vorbei. Ein nicht unerheblicher Teil folgt jedoch auch der südlichen Ostseeküste und quert die westliche Ostsee vom Darßer Ort und von Rügen aus. Die Populationsanteile einiger Arten sind am Darßer Ort beachtlich (Tabelle 15). Im Frühjahr kam es am Darßer Ort zu einer deutlichen Zugbündelung. Der Anteil der beobachteten Individuen überschritt bei fast allen Arten die 10%-Grenze im Verhältnis zum Herbstzug in Falsterbo (Rotmilan: ca. 30%, Fischadler/ Mäusebussard: ca. 20%). Auch auf Rügen wurde im Frühjahr Greifvogelzug beobachtet. Die Anteile im Verhältnis zum Herbstzug bei Falsterbo überschreiten jedoch selten 10% und liegen damit deutlich unter am Darßer Ort ermittelten Werten (BELLEBAUM et al., 2008).

Tabelle 15: Vergleich des Greifvogel-Herbstzuges in Falsterbo 2002 und 2003 mit dem Frühjahrszug 2003 am Darßer Ort (M-V) bzw. Herbstzug in Falsterbo 2007 mit dem Frühjahrszug in Rügen 2007 und 2008 (Anzahlen beobachteter Individuen; Quelle: BELLEBAUM et al. 2008).

	Falsterbo Herbst 2002	Falsterbo Herbst 2003	Darßer Ort Frühjahr 2003	Falsterbo Herbst 2007	Rügen Frühjahr 2007	Rügen Frühjahr 2008
Wespenbussard	3.232	3.076	574	2.745	0	30
Rotmilan	1.148	1.441	390	2.381	308	255
Rohrweihe	801	969	142	569	44	90
Sperber	13.478	24.648	1.446	27.193	1.258	1.462
Mäusebussard	8.607	14.203	1.820	18.872	743	970
Raufußbussard	374	153	442	1.165	95	372
Fischadler	234	303	57	232	19	33
Turmfalke	385	943	41	725	0	0
Merlin	182	405	17	367	12	25
Baumfalke	47	61	24	39	6	12

Über der Arkonasee lassen sich mittels Sichtbeobachtungen nur wenige ziehende Greifvögel nachweisen (IFAÖ eigene Beob.). Möglicherweise ziehen die Greife im Frühjahr überwiegend oberhalb des Sichtbereiches von 200 m. Thermiksegelnde Greife fliegen über anderen Meeresgebieten überwiegend in größerer Höhe, z. B. bei der Überquerung Gibraltars selten unter 400 m (MEYER et al. 2000). Im Herbst, bei häufigen Gegenwind-Wetterlagen, sind die Zughöhen im Bereich der „Vogelfluglinie“ dagegen oft geringer (Falsterbo/Fehmarnbelt).

### **Landvögel (Ruderflieger)**

#### *Landvögel (Tagzieher)*

Viele Landvogelarten ziehen am Tag. Neben den bereits beschriebenen Greifvögeln sind dies Tauben und Singvögel (Tabelle 16). Unter den Singvögeln zählen vor allem Kurzstreckenzieher zu den Tagziehern (vor allem Finken und Ammern; aber auch Pieper, Stelzen, Meisen und Krähen). Von den Langstreckenziehern bilden Schwalben als reine Tagzieher eine Ausnahme. Z. T. gehören tagziehende Landvögel zu den häufigsten Brutvogelarten in Skandinavien. In Bezug auf die westliche Ostsee sind dabei insbesondere schwedische und partiell auch finnische Brutvögel von Relevanz (siehe Ringfunde in LAUSTEN & LYNGS 2004).

Tabelle 16: Sichtbarer Anteil des herbstlichen Zugvolumens häufiger skandinavischer Tagzieher: Zugraten an verschiedenen Orten und Brutbestände schwedischer Populationen sowie die Abschätzung des Anteils visuell nicht erfassbaren Vogelzugs am Tag (aus BELLEBAUM et al. 2008).

	<b>Buch- und Bergfink</b>	<b>Feldlerche</b>	<b>Wiesenpieper</b>	<b>Rauchschwalbe</b>	<b>Mehlschwalbe</b>
<b>mittlere Zugrate [Ind. pro h]</b>					
Falsterbo	1.002,0	4,7	16,5	25,3	12,9
Kriegers Flak	1,1	0,2	0,5	0,7	0,05
Adlergrund	3,8	0,5	1,9	1,6	0,2
Darßer Ort	22,3	4,0	4,1	5,4	0,6
<b>Gesamtzahl sichtbarer Vögel</b>					
Falsterbo (Mittel 1973-2001) <sup>1</sup>	760.758	1.571	8.324	23.279	5.283
Offshore <sup>2</sup>	664.160	136.320	292.800	618.240	29.280
<b>Brutbestand Schweden/ Zugvolumen</b>					
Brutpaare <sup>3</sup>	12.500.000	750.000	750.000	225.000	150.000
Summe Individuen (Herbst) <sup>4</sup>	50.000.000	3.000.000	3.000.000	900.000	600.000
<b>Sichtbarer Anteil (%)</b>					
Falsterbo	1,52	0,05	0,28	2,59	0,88
Offshore (Møn bis Bornholm)	1,29	4,54	9,76	68,69	4,88
<b>Sichtbarer Anteil, gesamt (%)</b>	<b>2,81</b>	<b>4,60</b>	<b>10,04</b>	<b>71,28</b>	<b>5,76</b>
<b>Unsichtbarer Anteil (%)</b> Zug über die dänischen Inseln/ hoher Zug/ Nachtzug/ Überwinterung in Skandinavien	<b>97,19</b>	<b>95,40</b>	<b>89,96</b>	<b>28,72</b>	<b>94,24</b>

1 [http://www.skov.se/fbo/index\\_e.html](http://www.skov.se/fbo/index_e.html)

2 Annahme: Breitfrontzug schwedischer Brutvögel, Zugraten am Kriegers Flak als Basis für Seegebiet zw. Møn und Bornholm (150 km), max. Erfassungsdistanz am Schiff

3 Anzahl Brutpaare nach HEATH et al. (2001)

4 konservative Schätzung der Reproduktionsrate (= 2 flügge juvenile pro Paar): Zugvolumen Herbst = (2 adulte + 2 juvenile)\*Anzahl Brutpaare

Der Zug tagziehender Landvögel folgt in der westlichen Ostsee zwei Grundregeln:

- Viele Tagzieher bevorzugen die Querung der Ostsee im Bereich der dänischen Inseln. Dabei fliegen sie partiell im sichtbaren Bereich (unterhalb 50-100 m). Ringeltauben ziehen z. B. über dem schwedischen Binnenland im Breitfrontzug, im Bereich der Südspitze Schwedens bei Falsterbo kommt es jedoch zu einer deutlichen Zugbündelung. Ringeltauben werden in großer Zahl bei Falsterbo und auf Fehmarn beobachtet (KOOP 2005).

- Tagzieher meiden die Querung der Arkonasee bei Tag in geringer Höhe (unter 100 m). Sie ziehen entweder in sehr großen Höhen (z. B. Buchfink > 1.000 m, IfAÖ eigene Beobachtungen) oder z. T. auch nachts (z. B. Feldlerche, Star, Bergfink).

Angesichts der methodischen Schwierigkeiten bei der Erfassung von tagziehenden Landvögeln über See (nur mit Zielfolgeradar möglich), ist über das Zugverhalten dieser Arten kaum etwas bekannt. Nur von einigen Arten weiß man, dass sie in breiter Front die Ostsee überqueren (z. B. Schwalben, Stelzen und Pieper).



*Landvögel (Nachtzieher)*

Nachtzieher stellen mehr als die Hälfte aller Zugvögel in der westlichen Ostsee (Lang- und Kurzstreckenzieher). Zu den ausgesprochenen Nachtziehern zählen vor allem insektenfressende Kleinvögel wie Grasmücken, Laubsänger, Fliegenschnäpper, Steinschmätzer (*Oenanthe oenanthe*) und Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), aber auch Drosseln (Tabelle 17). Nachts

können ebenfalls eine Reihe von Vogelarten ziehend beobachtet werden, die auch tagsüber ziehen (Enten, Gänse, Schwäne, Watvögel und Möwen). Oft liegt der Schwerpunkt des Zuges dieser Arten jedoch am Tag. Radaruntersuchungen des Eiderentenzuges vor der Küste Südschwedens zeigten z. B., dass maximal 10-20% des Gesamtzuges in die Dunkelheit fielen (Alerstam et al., 1974).

Tabelle 17: Populationsgrößen (Anzahl der Brutpaare; Stand 2000) für die häufigsten nachts ziehenden Singvogelarten in Schweden (T = teilweise Tagzieher; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004a).

Art	Anzahl Brutpaare	Art	Anzahl Brutpaare
Kuckuck	30.000 – 70.000	Klappergrasmücke	150.000 – 400.000
Zaunkönig	100.000 – 500.000	Dorngrasmücke	500.000 – 1.000.000
Rotkehlchen	2.500.000 – 5.000.000	Gartengrasmücke (T)	1.000.000 – 3.000.000
Sprosser	20.000 – 50.000	Mönchsgrasmücke (T)	400.000 – 1.000.000
Gartenrotschwanz	100.000 – 300.000	Waldlaubsänger	200.000 – 250.000
Steinschmätzer	100.000 – 500.000	Zilpzalp	100.000 – 400.000
Braunkehlchen	200.000 – 400.000	Fitis	10.000.000 – 16.000.000
Singdrossel	1.500.000 – 3.000.000	Wintergoldhähnchen	2.000.000 – 4.000.000
Rotdrossel (T)	750.000 – 1.500.000	Grauschnäpper (T)	500.000 – 1.200.000
Schilfrohrsänger	50.000 – 200.000	Trauerschnäpper	1.000.000 – 2.000.000
Sumpfrohrsänger	15.000 – 20.000	Neuntöter	26.000 – 34.000
Gelbspötter	40.000 – 100.000		

Der größte Teil des nächtlichen Vogelzugs erfolgt in breiter Front über die Ostsee. Die Vögel einzelner Teilpopulationen fliegen, entsprechend ihrer (vornehmlich endogen) festgelegten Zugrichtung, in parallelen benachbarten Sektoren, sodass flächendeckende Zugmuster entstehen (z. B. BERTHOLD 2000). Einen Hinweis auf Breitfrontenzug ergeben z. B. Vergleiche von Fangzahlen der Beringungsstationen Falsterbo und Ottenby, die ca. 240 km voneinander entfernt liegen. Wintergoldhähnchen wurden dort über eine Zeitspanne von über 20 Jahren jährlich in nahezu identischen Anzahlen gefangen. Auch Besonderheiten, wie z. B. der fast komplette Ausfall des Wintergoldhähnchenzuges im Jahr

2002 spiegeln sich in beiden Fangstationen wider. Dies kann nur damit erklärt werden, dass die nachts ziehenden Vögel in breiter Front südwärts ziehen (GRENMYR 2003).

Erfassungen zur Artzusammensetzung während des Herbstzuges 2005 auf Rügen mittels Vertikalradar ergaben, dass Singvögel mit etwa 90% den größten Anteil des nächtlichen Vogelzugs ausmachten, Watvögel erreichten dagegen nur einen Anteil von etwa 5%. Große Singvögel, v. a. Drosseln, waren dabei häufiger als kleine Singvögel (vgl. Abbildung 50). Dabei nahm der relative Anteil kleiner Singvögel im Vergleich zu den großen Singvögeln mit der Höhe zu.

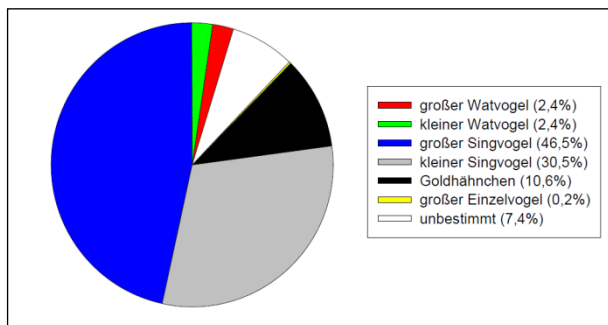


Abbildung 50: Artenzusammensetzung des nächtlichen Vogelzugs auf Rügen im Herbst 2005 (n= 26.612 Echos; aus BELLEBAUM et al. 2008).

Die Hauptzugrichtung von Nachtziehern ist für viele Arten gleich. Im Herbst beträgt sie etwa Süd-Südwest und im Frühjahr Nord-Nordwest (vgl. Abbildung 51). Die Erfassung von Zugrichtungen von Nachtziehern mit dem Zielfolgeradar auf Rügen (Mittel über 9 Nächte; n = 712 Messungen) ergab im Herbst 2005 für die Flugrichtung einen Median von 213°, die Eigenrichtung war etwas südlicher ausgerichtet (Median: 207°). Daneben gibt es Arten, deren Winterquartiere in südöstlicher Richtung liegen (z. B. Sperbergrasmücke, Sumpfrohrsänger, Klappergrasmücke, Neuntöter u. a.). Es kommt aber auch bei Nachtziehern mit Hauptzugrichtung Südwest regelmäßig zu starken Zugbewegungen in Richtung Südost, insbesondere in Verbindung mit nordwestlichen Winden. Das aktive Wählen einer Zugrichtung in Abhängigkeit von der Windrichtung wird auch als „Pseudodrift“ bezeichnet.

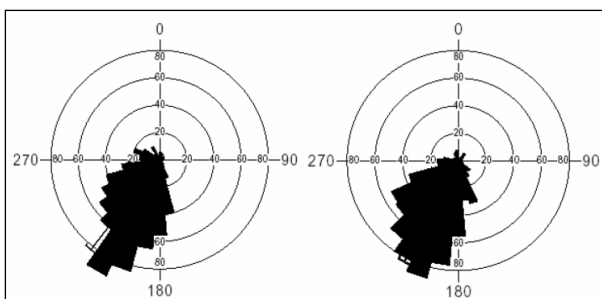


Abbildung 51: Häufigkeit von Zugrichtungen des nächtlichen Vogelzuges (links Flugrichtung, rechts Eigenrichtung/ Heading) auf Basis von Messungen mit dem Zielfolgeradar „Superfledermaus“ im Herbst 2005 auf Rügen (aus BELLEBAUM et al. 2008).

Landvögel queren die Ostsee im gesamten Jahresverlauf. Allerdings gibt es dabei saisonale Unterschiede mit hohen Zugintensitäten von März bis Mai (Heimzug) und im September/Oktober (Wegzug). Innerhalb der Hauptzugzeiten variiert die Zugintensität sehr stark von Tag zu Tag. Ursache dieser Variationen sind Unterschiede in den Witterungsbedingungen, wobei die Windverhältnisse oftmals die entscheidende Rolle spielen (vgl. LIECHTI & BRUDERER 1998; ERNI et al. 2002). Grundsätzliche Unterschiede in den saisonalen Zugphänomenen bei nachts ziehenden Singvögeln bestehen zwischen Lang- und Kurz-/Mittelstreckenziehern. Kurz- und Mittelstreckenzieher (z. B. Wintergoldhähnchen, Zaunkönig, Drosseln, Rotkehlchen) ziehen früher ins Brutgebiet (oft schon im März/April) und verlassen dieses auch später (September bis November), während die Brutzeit von Langstreckenziehern (z. B. Grasmücken, Rohrsänger, Fliegenschnäpper, Gelbspötter *Hippolais icterina*) wesentlich kürzer ist, d. h. sie kommen oft erst im Mai/Juni und verlassen das Brutgebiet schon wieder ab Ende Juli/Anfang August (z. B. KARLSSON 1992).

Mit Hilfe von Vertikalradargeräten wurden zwischen 2002 und 2006 an verschiedenen Küstenstandorten sowie auf der Ostsee von Schiffen aus Zugraten ermittelt, um einen Eindruck über die räumliche Verteilung des nächtlichen Zuggeschehens zu ermitteln.

Die höchsten nächtlichen Zugintensitäten wurden an den Landstandorten Darßer Ort und Fehmarn erfasst (ca. 1.000 Echos/ (h\*km) im Mittel im Frühjahr und ca. 500-600 im Herbst). Die auf Rügen erfassten Raten lagen etwa bei der Hälfte dieser Werte, hier wurden in keiner Nacht die Zugraten von Fehmarn und vom Darßer Ort erreicht. An den Offshore-Standorten wurden deutlich geringe Zugraten gemessen. In wenigen Nächten waren allerdings auch höhere Zugraten zu verzeichnen (z. B. Kriegers Flak am 7.10.2003: mittlere Zugrate 1.802/ max. Stundenwert: 3.513 Echos/(h\*km)). Die maximalen

nächtlichen Zugraten erreichten die höchsten Werte im Frühjahr auf Fehmarn mit 5.228 Echos pro h und km in einer Nacht (max. Stundenwert: 15.278 Echos/ (h\*km)).

Ein Vergleich der verschiedenen Standorte und Untersuchungsjahre veranschaulicht die ausgeprägten Schwankungen in den nächtlichen Zugraten an den Landstandorten, an denen kontinuierlich gemessen werden konnte (vgl. Abbildung

52). Allerdings lassen die Daten darauf schließen, dass entlang der „Vogelfluglinie“ auch nachts höhere Zugraten auftreten und diese Richtung Osten abnehmen. Die geringen Zugraten auf See hängen vermutlich mit der lückenhaften Erfassung und unzureichender Konstanz der Erfassungsbedingungen zusammen (BELLEBAUM et al. 2008).

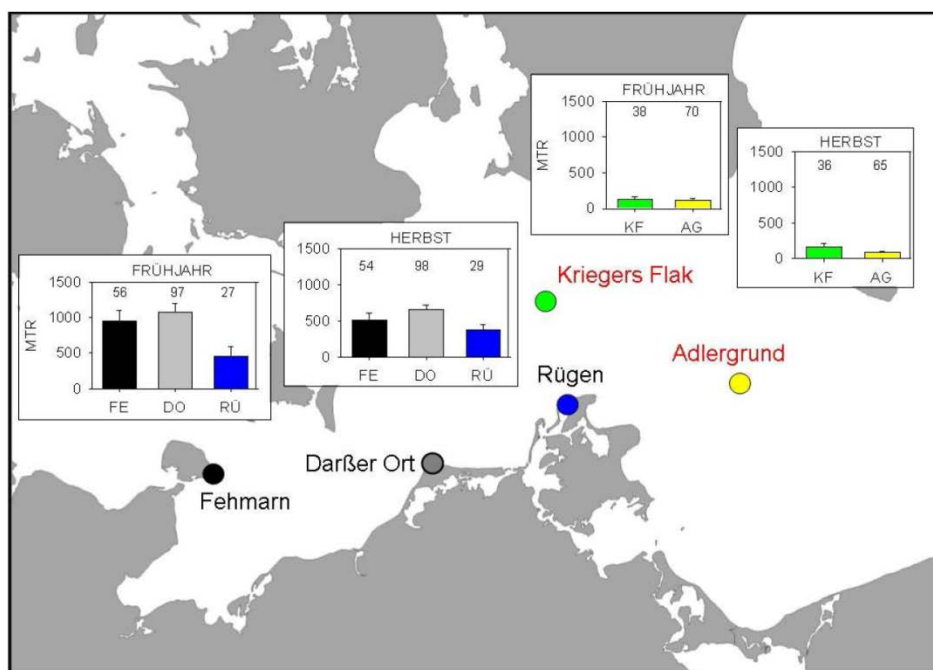


Abbildung 52: Mittlere Zugraten (MTR = mean traffic rate = Vögel pro Kilometer und Stunde) an verschiedenen Messstandorten im Frühjahr und im Herbst (aus BELLEBAUM et al. 2008).

### 2.9.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Zugvögel

Die Zustandseinschätzung des Schutzgutes Zugvögel in der AWZ der deutschen Ostsee erfolgt anhand der nachfolgenden Bewertungskriterien:

- Großräumige Bedeutung des Vogelzugs
- Bewertung des Vorkommens
- Seltenheit und Gefährdung
- Vorbelastungen

Im Folgenden erfolgt die Zustandseinschätzung für die AWZ getrennt nach den Hauptgruppen Wasservögel, Kraniche und Greifvögel sowie Landvögel. Für die besonders schützenswerten Arten nach Anhang I der V-RL und der Vogelarten, die dem besonderen Schutz des Art. 4 Abs. 2 V-RL unterliegen, erfolgt zusätzlich eine Einzelbetrachtung.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ziehen alljährlich mehrere Millionen Vögel über die westliche Ostsee. Insbesondere der nächtliche Zug von Landvögeln findet zwischen Mitteleuropa und Skandinavien auf breiter Front statt. Aufgrund des Breitfrontenzuges dieser Vögel existiert kein Gradient Land-See. Land-See-Gradienten beschränken sich in der westlichen Ostsee auf den unmittelbaren Küstenbereich, wo es aufgrund der Leitlinienwirkung der Strandlinie auch bei Dunkelheit zur lokalen Bündelung des Zuggeschehens kommt (im Herbst in Südschweden, im Frühjahr in Mecklenburg-Vorpommern).

Konzentrationsbereiche und Leitlinien des Vogelzuges sind in der westlichen Ostsee bei Tagziehern gegeben. Thermiksegler und andere tagziehende Landvögel wie z. B. Ringeltauben ziehen vorzugsweise entlang der „Vogelfluglinie“ (Inseln Fehmarn, Falster, Møn und Seeland, Falsterbo). Östlich dieser Haupttroute ziehen diese Vögel in wesentlich geringerer Dichte (z. B. FRANSSON & PETTERSSON 2001).

#### *Wasservögel*

Die westliche Ostsee stellt für Meerestenten und Gänse, die in Nordeuropa und Russland (bis Westsibirien) brüten, ein wichtiges Durchzugsgebiet zu den Überwinterungsplätzen in der Nordsee und im nördlichen Kattegat dar. Da es sich bei den Meerestenten vorwiegend um Tagzieher handelt, die sich bevorzugt an Landmarken orientieren, findet ein großer Teil des Zuges in Küstennähe statt. Trauerenten fliegen z. B. meist in Sichtkontakt zu Landstrukturen. Durch Radarmessungen wurde im Bereich Kap Arkona und Hiddensee im Rahmen eines F- & E-Vorhabens (KNUST et al. 2003) ein größtenteils küstenparalleler Zug festgestellt. Darüber hinaus findet im Bereich westliche Ostsee auch ein Breitfrontzug über das offene Meer statt (RAUTENBERG 1956; KNUST et al. 2003). Nach Beobachtungen des IfAÖ ziehen Möwen und Alke über die offene See ohne Bindung an konkrete Routen.

#### *Seetaucher*

Die unter dem Begriff Seetaucher zusammengefassten Arten Sterntaucher und Prachttaucher sind ebenfalls Arten nach Anhang I der V-RL. Eine Haupttroute führt die meisten Seetaucher entlang der deutschen Küste. Ergebnisse aus den UVS'n Monitoringberichten deuten darauf hin, dass der Zug von Seetauchern in der AWZ von geringer Bedeutung ist (nähere Angaben in Kapitel 2.9.3.2).

#### *Meeresenten*

Eiderenten, Eisenten, Trauer- und Samtenten gehören zu den nicht in Anhang I der V-RL aufgeführten, regelmäßig auftretenden Zugvogelarten, für die gemäß Art. 4 Abs. 2 V-RL besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. Nach BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004b) zeigen die Bestände der Meerestenten (mit Ausnahme der Samtente) eine überwiegend positive Entwicklung. Nach neueren Schätzungen von WETLANDS INTERNATIONAL (2012) gilt dies aber nur noch für die Eiderente, wobei der Bestand der biogeografischen Population der Eiderente mit

aktuell 976.000 Individuen angegeben wird. Die Bestände der biogeografischen Populationen der drei anderen Entenarten haben in den letzten Jahren um mehr als 50 Prozent abgenommen. Für die Eisente werden aktuell Werte von 1,6 Mio., für die Trauerente 550.000 und für die Samtente 450.000 Individuen angegeben (WETLANDS INTERNATIONAL 2012).

Als vornehmliche Tagzieher zeigen die vier Entenarten einen starken Bezug zu topographischen Strukturen und ziehen deshalb verstärkt entlang der Küstenlinie. Die Untersuchungen im Rahmen eines F&E-Vorhabens (KNUST et al. 2003) haben jedoch ergeben, dass die Enten auch im Breitfrontzug über die Ostsee ziehen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand erfolgt der Eiderentenzug in großem Umfang an der Küste Schwedens. Bei den aktuellen Tagesbeobachtungen zwischen dem Herbst 2013 und dem Herbst 2015 im Gebiet EO3 schwankten die Sichtungsraten der Eiderenten sehr stark. So wurden im Herbst 2013 mit 10.832 Individuen die meisten Eiderenten und im Frühjahr 2015 mit 1.823 Individuen die wenigsten Eiderenten gesichtet (IFAÖ 2016a und b). Im Gebiet EO1 belief sich die gesichtete Eiderentenzahl im Jahr 2014 auf 457 (BIOCONSULT 2016). Damit wurden in einer Zugperiode maximal 1,1% der biogeografischen Population in einem kleinen Bereich der AWZ gesichtet. Trotz dieser hohen Sichtungsraten ist der Eiderentenzug an der schwedischen Küste ca. 40-mal höher als im Gebiet EO3. Aufgrund dieser Ergebnisse und der Beobachtungen, dass Eiderenten einen starken Bezug zu topographischen Strukturen (Küstenlinie) haben, hat die deutsche AWZ eine durchschnittliche Bedeutung für den Eiderentenzug.

Der Zug der Trauerenten erfolgt dagegen verstärkt an der deutschen Küste. Im Frühjahr wurden am Darßer Ort ca. 9% der biogeografischen Population festgestellt (WENDELN & KUBE 2005), wobei jedoch auch ein nicht unerheblicher Anteil auf See 20 km nördlich des Darßer

Ortes gesichtet wurde, sodass größere Anzahlen von Trauerenten auch in der AWZ ziehen. In Gebiet EO1 wurden 2014 (BIOCONSULT 2016) ca. 0,33% und im Gebiet EO3 ca. 0,5% (2014) bzw. 0,12% (2015) (IFAÖ 2016a und b) der biogeografischen Population gesichtet. Samtentzug ist in der deutschen Ostsee kaum zu beobachten (GARTHE et al. 2003, WENDELN & KUBE 2005). Dies wird auch durch aktuelle Beobachtungen in den beiden Vorranggebieten bestätigt. Im Vorranggebiet EO3 wurden nur 105 Samtenten und im Vorranggebiet EO1 217 Samtenten gesichtet. Ähnliches gilt für die Eisente im Gebiet EO3. Obwohl im Gebiet EO1 im Jahr 2014 6.728 Eisenten (0,4% der biogeografischen Population) gesichtet wurden, hat die AWZ für den Zug der beiden Entenarten nur eine geringe Bedeutung.

Insgesamt ist die deutsche AWZ der Ostsee für ziehende Wasservögel von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies folgt aus der Tatsache, dass es in der westlichen Ostsee für die tagziehenden Wasservögel zwei Haupttrouten entlang der schwedischen und deutschen Küste gibt und die deutsche AWZ zumindest an der Grenze des küstennahen Zugschwerpunktes entlang der mecklenburgischen Küste liegt (KNUST et al. 2003). Weiterhin liegen in Nord-Süd-Richtung Konzentrationsbereiche über die bekannten Zugrouten der offenen Ostsee (z. B. „Vogelfluglinie“, Südschweden – Rügen) vor. Zusätzlich wird die westliche Ostsee von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) in teilweise hohen Intensitäten überquert.

#### *Weißwangengans (Branta leucopsis)*

Die russisch-baltische Brutpopulation der Weißwangengans ist für die westliche Ostsee maßgebend. Denn diese Brutpopulation überquert auf dem Weg zu ihren Hauptüberwinterungsgebieten (u. a. deutsche und niederländische Küste) die Ostsee. Die biogeografische Population

der Weißwangengans wird auf 770.000 Individuen geschätzt (WETLANDS INTERNATIONAL 2012). Die Population verzeichnete in den letzten Jahrzehnten eine sehr starke Zunahme der Individuenzahlen. Nach Literaturangaben liegt in der westlichen Ostsee der Zugschwerpunkt entlang der schwedischen Küste. Während des Frühjahrszuges findet aber auch vermehrt Zug über der offenen See statt (GREEN & ALERSTAM 2000).

Die AWZ wird überwiegend im Bereich Kieler Bucht/ Fehmarnbelt überflogen. Allerdings wurden im Bereich des Vorranggebietes EO3 im Rahmen des Monitorings des OWP-Vorhabens „EnBW Baltic 2“ im Jahr 2014 8.190 und im Jahr 2015 2.622 ziehende Weißwangengänse festgestellt (IfAÖ, 2016a und b). Das sind ca. 1,06% bzw. 0,34% der biogeografischen Population. Demnach ist das Gebiet um Kriegers Flak für den Zug der Weißwangengänse von hoher Bedeutung. Das Gebiet EO1 hat dagegen nur eine geringe Bedeutung, da nur bis zu 42 ziehende Weißwangengänse (BioConsult, 2016) – das sind ca. 0,01% der biogeografischen Population – festgestellt wurden. Im Gebiet EO2 wurden im Rahmen der Vogelzugbeobachtungen zum Offshore-Windpark „Baltic Eagle“ im Zeitraum 2008 – 2012 insgesamt 3.340 Weißwangengänse registriert (OECOS 2015). Dies entspricht im Durchschnitt einer jährlichen Sichtungsrate von ca. 850 Individuen (= 0,11% der biogeographischen Population). Insgesamt hat die AWZ nach dem derzeitigen Kenntnisstand für den Zug der Weißwangengans eine durchschnittliche bis hohe Bedeutung. Die durchschnittliche Bedeutung ist damit zu begründen, dass der Zugschwerpunkt i. A. außerhalb der AWZ liegt. Eine hohe Bedeutung liegt abschnittsweise vor, wie z. B. im Bereich Kriegers Flak, wo die Weißwangengänse in bedeutsamer Intensität (> 1% der biogeographischen Population) durchziehen.

#### *Singschwans (Cygnus cygnus)*

Nach BAUER & BERTHOLD (1997) nehmen in allen europäischen Ländern mit Brutpopulationen

die Bestände des Singschwans seit einigen Jahrzehnten kontinuierlich zu. Die biogeografische Population, die auf ihrem Zugweg die Ostsee quert, wird auf 59.000 Individuen geschätzt (WETLANDS INTERNATIONAL 2012). Im Bereich des Vorranggebietes EO1 wurden in einem Jahr ca. 0,3% und im Vorranggebiet EO3 ca. 0,03% der biogeografischen Population registriert. Im Gebiet EO2 liegt die Sichtungsrate bei ca. 0,01%. Die drei Gebiete sind daher für den Zug der Singschwäne von geringer Bedeutung. Insgesamt kann die Bedeutung der AWZ für den Singschwanzug höchstens mit durchschnittlich eingeschätzt werden, da nicht auszuschließen ist, dass die Singschwäne als vornehmliche Tagzieher die bekannten Zugrouten („Vogelfluglinie“) ggf. mit höherer Intensität nutzen.

#### *Kraniche*

Der Kranich unterliegt als Vogelart des Anhangs I der V-RL einem besonderen Schutzstatus. Während die europäische Population zwischen 1970 und 1990 einen starken Rückgang verzeichnete, zeigt sie nun seit vielen Jahren deutlich zunehmende Bestände (Birdlife International, 2004; Prange, 2005). Nach WETLANDS INTERNATIONAL (2012) umfasst die biogeografische Population 90.000 Individuen. Die Kraniche aus den verschiedenen Brutgebieten Nordeuropas nutzen unterschiedliche Zugwege in ihr Überwinterungsgebiet. Für die westliche Ostsee sind insbesondere die skandinavischen Vögel von Interesse, die auf dem Zug die Ostsee überqueren.

Betrachtet man die westliche Ostsee und damit die deutsche AWZ als Ganzes, so hat sie für den Kranichzug eine überdurchschnittliche Bedeutung, da der Großteil der biogeografischen Population auf ihrem Weg in den Süden die Ostsee zwangsläufig überqueren muss. Da es sich aber beim Kranich um einen Schmalfrontzieher handelt, verläuft der Zugweg über die AWZ gebündelt in einzelnen Konzentrationenbereichen. Es wird angenommen, dass von Südschweden kommend ca. 50.000 bis 60.000 Kraniche über

das Arkonabecken ziehen. Damit nutzen etwa 55% der biogeografischen Population allein diesen Zugweg. Allerdings kann es auch bedingt durch stärkere Winde vorkommen, dass vermehrter Kranichzug in benachbarten Bereichen zu beobachten ist.

So wurde im Herbst 2014 und Herbst 2015 eine sehr hohe Anzahl von 5.028 bzw. 3.517 Kranichen im Bereich des Gebietes EO3 erfasst (IFAÖ 2016a und b). Damit durchflogen ca. 5,6% bzw. 3,9% der biogeografischen Population den Bereich von Gebiet EO3. Ursächlich hierfür sind vermutlich stärkere östliche Winde, so dass die Kraniche in den Bereich des OWP-Vorhabengebietes „EnBW Baltic 2“ verdriftet wurden. Gestützt wird dies durch den Umstand, dass im Herbst 2015 die Kraniche bei „EnBW Baltic 2“ ausschließlich bei Windstärken von 2 – 5 Beaufort aus Nordost oder Ost festgestellt wurden. Im Gebiet EO2 lagen die jährlichen Sichtungsraten zwischen 500 und 700 Individuen, wobei allein an zwei Tagen im Herbst 2008 550 Kraniche bei westlichen Brisen zwischen 4 und 5 Beaufort gesichtet wurden (OECOS 2015). Im Bereich des Vorranggebietes EO1 wurden auf dem Herbstzug 2014 insgesamt 546 durchziehende Kraniche registriert (BIOCONSULT SH, 2016), das entspricht etwa 1,4% des vorpommerschen Rastbestandes (Rastzahlen: über 40.000 Individuen gleichzeitig) oder 0,6% der biogeografischen Population. Auch hier wurde die Mehrzahl dieser Vögel möglicherweise durch nordwestliche Winde von einer Flugroute Südschweden-Rügen nach Südost verdriftet. Allerdings können Kraniche aus finnischen (und baltischen) Populationen mit größerer Wahrscheinlichkeit im Bereich des Adlergrundes auftauchen. So wurden z. B. auf Christiansö und Bornholm am 12.10.2003 mit 5.490 bzw. 6.300 Kranichen (Flugrichtung W bis SW) starke Zugbewegungen registriert, so dass man davon ausgehen kann, dass zeitweise auch im Gebiet des Adlergrundes größere Anzahlen von Kranichen auftauchen können.

Unter Berücksichtigung dieses Zugverhaltens ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So sind die bekannten Hauptzugrouten zweifellos von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Abseits dieser Bereiche ist die Bedeutung wahrscheinlich gering. Anhand der ermittelten Flughöhen und Flugrichtungen ist zu vermuten, dass ein Teil der über die Ostsee ziehenden Kraniche auf die geplanten Windparks stoßen wird. Da Kraniche im Regelfall bei günstigen Wetterverhältnissen mit Rückenwind und guter Sicht ziehen, sind Ausweichbewegungen wie an Landstandorten anzunehmen. Hier fehlen allerdings noch entsprechende Untersuchungen auf offener See. Letztlich ist es erforderlich, bei Einzelvorhaben auf Projektebene Untersuchungen des Kranichzugs durchzuführen, um eine Zustandseinschätzung des betroffenen Zugweges durchzuführen.

#### *Greifvögel*

Tagziehende Greife schwedischer Populationen nutzen in der Mehrzahl von Falsterbo kommend die „Vogelfluglinie“ über Fehmarn. Allerdings kreuzt ein Teil die Ostsee im Herbst auch in Nord-Süd-Richtung. Insgesamt ziehen bis zu 50.000 skandinavische Greifvögel über Falsterbo nach Süden. Darunter sind auch Anhang I-Arten (V-RL), die in nennenswertem Umfang über die Ostsee ziehen. Es handelt sich dabei um Wespenbussard (*Pernis apivorus*), Rotmilan (*Milvus milvus*), Rohrweihe (*Circus aeruginosus*), Fischadler (*Pandion haliaetus*) und Merlin (*Falco columbarius*).

Insgesamt gesehen hat die deutsche AWZ der Ostsee für Greifvögel, insbesondere die skandinavischen Bestände, eine überdurchschnittliche Bedeutung. Allerdings gibt es auch bei ihnen aufgrund ihres Zugverhaltens erhebliche lokale Unterschiede, sodass eine differenzierte Betrachtung erforderlich ist. So sind die bekannten

Hauptzugrouten zweifellos von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Abseits dieser Bereiche ist die Bedeutung wahrscheinlich gering. Letztlich ist es erforderlich, bei Einzelvorhaben auf Projektebene Untersuchungen des Greifvogelzugs durchzuführen, die eine Zustandseinschätzung des betroffenen Bereiches ermöglichen.

#### *Landvögel*

Bei den Landvögeln ist zwischen den Tag- und Nachtziehern zu differenzieren.

#### *Tagzieher*

Zu den Tagziehern gehören vor allem Tauben und Singvögel. Bei diesen spielen Leitlinien eine wichtige Rolle. Daher nutzen sie bei der Querung der Ostsee v.a. die dänischen Inseln. Eine weitere Zugbündelung erfolgt über die „Vogelfluglinie“. Damit haben diese Bereiche eine überdurchschnittliche Bedeutung. Außerhalb dieser Hauptzugwege sind die Zugintensitäten von Tagziehern in küstenfernen Meeresbereichen vergleichsweise gering und haben daher eine geringe bis durchschnittliche Bedeutung.

Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass über den Zug über die freie Ostsee kaum etwas bekannt ist. Bekanntermaßen ziehen nur wenige Arten (z. B. Schwalben, Stelzen, Pieper) in breiter Front über die Ostsee.

#### *Nachtzieher*

Die Nachtzieher stellen mehr als die Hälfte aller Zugvögel in der westlichen Ostsee. Der größte Teil des nächtlichen Vogelzugs erfolgt in breiter Front über die Ostsee. Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Individuenzahlen und des bedeutenden Anteils gefährdeter Arten hat die AWZ für die Nachtzieher eine überdurchschnittliche Bedeutung.

### **2.9.3.1 Vorbelastungen**

Zugvögel unterliegen einer Vielzahl anthropogener Belastungen. Anthropogen bedingte Faktoren tragen in vielfältiger Weise zur Mortalität von Zugvögeln bei und können in ihrem komplexen Zusammenwirken auf die Populationsgröße wirken und das aktuelle Zugeschehen bestimmen. Dies betrifft einerseits Verluste von Brut-, Rast- und Überwinterungsgebieten durch unterschiedlichste menschliche Aktivitäten sowie langfristig auch Klimaveränderungen. Daneben kommt jährlich aber auch eine große Zahl von Vögeln unmittelbar durch menschliche Einflüsse zu Tode. Allein in Skandinavien und im Ostseegebiet sterben alljährlich mehr als 100 Mio. Vögel durch aktive Jagd, Kollisionen mit anthropogen geschaffenen Strukturen, Fischerei oder Öl- und chemische Umweltverschmutzung. Die verschiedenen Faktoren wirken kumulativ, so dass die losgelöste Bedeutung i. d. R. schwer zu ermitteln ist.

Ringfundanalysen von auf Helgoland beringten Vögeln zeigen, dass im Laufe des letzten Jahrhunderts anthropogen bedingte Todesursachen in allen Artengruppen angestiegen sind, wobei vor allem Gebäude- und Fahrzeuganflüge hervortraten („passive Todesursache“, 14% aller Totfunde in den letzten zwei Jahrzehnten, 49% bei Greifvögeln und Eulen; HÜPPOP & HÜPPOP 2002).

Zahlreiche Zugvogelarten Skandinaviens sind in Anhang II/1 bzw. II/2 der V-RL aufgeführt und unterliegen zumindest in einem Teil ihres Jahreslebensraums der Bejagung. Von der Jagd sind nahezu alle ziehenden Entenvögel (Enten, Schwäne, Gänse) im Ostseeraum betroffen. Von 1996 bis 2001 wurden in Skandinavien jährlich 122.500 Eiderenten erlegt, davon alleine in Dänemark 92.820 (ASFERG 2002). Das entspricht bereits 16% des Winterbestandes von 760.000 Ind. (DESHOLM et al. 2002), denen noch Abschüsse in den Nachfolgestaaten der ehemaligen Sowjetunion hinzuzurechnen sind, über die



keine Angaben vorliegen. Vor allem im westlichen Mittelmeerraum, einem bedeutenden Winterquartier skandinavischer Mittelstreckenzieher, erfolgt immer noch ein statistisch unzureichend erfasster Anteil der Jagd (HÜPPOP & HÜPPOP 2002).

In der westlichen Ostsee selbst bestehen derzeit neben der Jagd nur wenige Vorbelastungen für skandinavische Zugvögel. Diese betreffen in der Regel Kollisionsrisiken für Nachtzieher mit Schiffen, an Brücken, Offshore-Windenergieanlagen und Leuchttürmen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an Feuerschiffen und Plattformen lassen vermuten, dass das Kollisionsrisiko von nachziehenden Landvögeln mit Offshore-Windenergieanlagen als hoch einzuschätzen ist. Das Kollisionsrisiko an Leuchttürmen in der westlichen Ostsee ist mehrfach untersucht worden (z. B. HANSEN 1954, BANZHAF 1936). HANSEN (1954) analysierte die an 50 Leuchttürmen in Dänemark über einen Zeitraum von 54 Jahren (1887-1939) gemeldeten Anflugopfer, insgesamt 96.500 Vögel. Etwa 50% aller gemeldeten Anflugopfer stammten von den 12 dänischen Feuerschiffen, wobei anzumerken ist, dass vermutlich nur ein Teil der Kollisionsopfer an Bord gefunden wurde und ein weit größerer Teil ins Meer fiel. Offensichtlich war also das Kollisionsrisiko für Vögel über See generell größer als an Land. Bezogen auf die Feuerschiffe lag die jährliche Kollisionsrate bei mindestens 100-200 Vögeln. Das Kollisionsrisiko ist artspezifisch sehr unterschiedlich. Bei den Untersuchungen von HANSEN (1954) machten fünf Arten ca. 75% aller Opfer aus, und zwar Feldlerche, Singdrossel, Rotdrossel, Star und Rotkehlchen. Bei den Anflugopfern handelte es sich fast ausnahmslos um Nachtzieher. Tagzieher verunglückten nur ausnahmsweise und Thermiksegler so gut wie gar nicht (drei Individuen).

Ähnliche Befunde liegen für die Forschungsplattform „FINO1“ (HÜPPOP et al. 2009) und die „Forschungsplattform Nordsee“ (MÜLLER 1981) vor.

Die betroffenen Arten sind durch Nachtzug und relativ große Populationen charakterisiert. Auffällig ist, dass fast 50% der an „FINO1“ registrierten Kollisionen in nur zwei Nächten erfolgten. In beiden Nächten herrschten südöstliche Winde, die den Zug über See gefördert haben könnten, und schlechte Sichtverhältnisse, was zu einer Verringerung der Flughöhe und zu einer verstärkten Anziehung durch die beleuchtete Plattform geführt haben könnte (HÜPPOP et al. 2009). Beleuchtete Brücken über ausgedehnte Wasserflächen können ebenfalls eine Gefahr für Nachtzieher darstellen. Nach der Fertigstellung der Øresundbrücke kam es im Herbst 2000 an der stark beleuchteten Brücke bei eingeschränkter Sicht zu Massenkollisionen, die an wenigen Tagen mehrere Tausend Opfer forderte. Durch dieses Ereignis initiierte Untersuchungen im Folgejahr ergaben bei nun deutlich reduzierter Beleuchtung 295 tote Vögel, wobei Rotkehlchen, Singdrosseln und Wintergoldhähnchen dominierten (BENGTSSON mdl. Mitt.). Die Untersuchungen zeigen ebenfalls die Gefährdung nachts ziehender Singvögel über See.

Quantitative Angaben zum Kollisionsrisiko von Vögeln an Offshore-WEA liegen bislang nicht vor (DESHOLM et al. 2005). In den Offshore-Windparks „Tunø Knob“ (Dänemark, GUILLETTE et al. 1999), „Utgrunden“ (Schweden, PETERSSON 2005) und „Nysted“ (Dänemark, DESHOLM & KAHLERT 2005) wurde bisher nur das Kollisionsrisiko für Eiderenten und Gänse untersucht. Die Untersuchungen mittels Infrarot-Kamera im OWP „Nysted“ (DESHOLM 2005) erlauben aus methodischen Gründen noch keine Rückschlüsse auf das Kollisionsrisiko von Kleinvögeln.

Auch die globale Erwärmung und Klimaveränderungen haben messbare Auswirkungen auf den Vogelzug, z. B. durch Änderungen der Phänologie bzw. veränderte Ankunfts- und Wegzugzeiten, die aber artspezifisch und regional unterschiedlich ausgeprägt sind (vgl. BAIRLEIN &

HÜPPOP 2004; CRICK, 2004, BAIRLEIN & WINKEL 2001).

Auch konnten z. B. deutliche Beziehungen zwischen großräumigen Klimazyklen wie der Nordatlantischen Oszillation (NAO) und der Kondition auf dem Frühjahrszug gefangener Singvögel belegt werden (HÜPPOP & HÜPPOP 2003). Der Klimawandel kann darüber hinaus die Bedingungen in Brut-, Rast- und Wintergebieten oder das Angebot dieser Teillebensräume beeinflussen.

### 2.9.3.2 Bedeutung einzelner Teilbereiche der AWZ für den Vogelzug

Für die Einschätzung der Bedeutung einzelner Teilbereiche der AWZ für den Vogelzug werden die in Kapitel 2.11.3 aufgeführten Bewertungskriterien unter Berücksichtigung der Hauptgruppen Wasservögel, Kraniche und Greifvögel sowie Landvögel verwendet. Für die besonders schützenswerten Arten nach Anhang I der V-RL und der Vogelarten, die dem besonderen Schutz des Art. 4 Abs. 2 V-RL unterliegen, erfolgt zusätzlich eine Einzelbetrachtung. Zu den betrachteten Teilbereichen zählen die im Raumordnungsplan festgelegten Vorbehalts- und Vorranggebiete für Offshore-Windenergie sowie der Vogelzugkorridor Fehmarnbelt Lolland (sog. „Vogelfluglinie“), der als Vorbehaltsgebiet Naturschutz festgelegt wird.

#### Vorranggebiet Windenergie EO1

##### *Wasservögel*

Insgesamt ist das Gebiet EO1 für ziehende Wasservögel von durchschnittlicher Bedeutung. Dies folgt aus der Tatsache, dass das Gebiet von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) überflogen wird, aber außerhalb der Hauptroute entlang der deutschen Küste liegt. Allerdings deuten die Ergebnisse aus dem Umweltmonitoring im Gebiet EO1 „Westlich Adlergrund“ darauf hin, dass der Zug von geschützten Wasservogelarten von geringer Bedeutung ist (BIOCONSULT SH 2016, 2017). So

wurden von den Seetauchern im Jahr 2014 nur 26 Tiere und im Jahr 2015 nur 105 Tiere gesichtet. Die gesichtete Eiderentenzahl belief sich im Jahr 2014 auf 457 und im Jahr 2015 auf 2786. Damit wurden im Jahr 2015 ca. 0,3 % der biogeographischen Population im Gebiet EO1 gesichtet. Auch die Sichtungsraten der Trauerente, Samtente und Eisente lagen in beiden Jahren (2014 und 2015) jeweils unter 0,5 % der jeweiligen biogeographischen Population (Trauerente 0,33 %, Samtente 0,05 % und Eisente 0,4 %). Die Sichtung von 42 ziehenden Weißwangengänsen (BIOCONSULT 2016) entspricht einem Anteil von ca. 0,01 % der biogeografischen Population. Hinsichtlich des Singschwanes ist ebenfalls festzustellen, dass das Gebiet für den Zug keine große Bedeutung hat, da in einem Jahr nur ca. 0,3 % der biogeographischen Population registriert wurden.

##### *Kraniche*

Im Bereich des Gebietes EO1 wurden auf dem Herbstzug 2014 insgesamt 546 und auf dem Herbstzug 2015 110 durchziehende Kraniche registriert (BIOCONSULT SH 2016, 2017). Die 546 Kraniche entsprechen etwa 1,4% des vorpommerschen Rastbestandes (Rastzahlen: über 40.000 Individuen gleichzeitig) oder 0,6% der biogeografischen Population. Hier wurde die Mehrzahl dieser Vögel möglicherweise durch nordwestliche Winde von einer Flugroute Südschweden-Rügen nach Südost verdriftet. Allerdings können Kraniche aus finnischen (und baltischen) Populationen mit größerer Wahrscheinlichkeit im Bereich des Adlergrundes auftauchen. So wurden z. B. auf Christiansö und Bornholm am 12.10.2003 mit 5.490 bzw. 6.300 Kranichen (Flugrichtung W bis SW) starke Zugbewegungen registriert, so dass man davon ausgehen kann, dass zeitweise auch im Gebiet des Adlergrundes größere Anzahlen von Kranichen auftauchen können.

Unter Berücksichtigung dieses Zugverhaltens ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So sind die bekannten Hauptzugrouten zweifellos

von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies gilt auch für das Gebiet EO1.

#### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet EO1 nur eine geringe Bedeutung für den Greifvogelzug, da nur sehr geringe Individuenzahlen registriert wurden. So wurden von den Anhang I-Arten (V-RL) Wespenbussard 2 Individuen, Rohrweihe 4 Individuen und Merlin 1 Individuum gesichtet.

#### *Landvögel*

Bei den Landvögeln ist zwischen den Tag- und Nachtziehern zu differenzieren.

#### *Tagzieher*

Zu den Tagziehern gehören vor allem Tauben und Singvögel. Bei diesen spielen Leitlinien eine wichtige Rolle. Daher nutzen sie bei der Querung der Ostsee v.a. die dänischen Inseln. Eine weitere Zugbündelung erfolgt über die „Vogelfluglinie“. Damit haben diese Bereiche eine überdurchschnittliche Bedeutung. Außerhalb dieser Hauptzugwege sind die Zugintensitäten von Tagziehern in küstenfernen Meeresbereichen vergleichsweise gering und haben daher eine geringe bis durchschnittliche Bedeutung.

#### *Nachtzieher*

Die Nachtzieher stellen mehr als die Hälfte aller Zugvögel in der westlichen Ostsee. Der größte Teil des nächtlichen Vogelzugs erfolgt in breiter Front über die Ostsee. Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Individuenzahlen und des bedeutenden Anteils gefährdeter Arten hat das Gebiet EO1 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

### **Vorbehaltsgebiet Windenergie EO2**

#### *Wasservögel*

Insgesamt ist das Gebiet EO2 für ziehende Wasservögel von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies folgt aus der Tatsache, dass das Gebiet von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) überflogen wird, aber außerhalb der Hauptroute entlang der deutschen Küste liegt. Allerdings deuten die Ergebnisse aus der Basisaufnahme für den geplanten Offshore-Windenergiepark „Baltic Eagle“ zwar darauf hin, dass der Zug von einigen geschützten Wasservogelarten nur von geringer Bedeutung ist (OECOS 2012a). So wurden von den Seetauchern im Jahr 2011 nur 347 Tiere gesichtet. Die gesichtete Eiderentenzahl belief sich im Jahr 2011 auf 140. Damit wurden im Jahr 2011 ca. 0,01 % der biogeografischen Population im Bereich des Gebietes EO2 registriert. Auch die Sichtungsraten der Samtente und Eisente waren im Jahr 2011 mit 0,04 % bzw. 0,06 % der jeweiligen biogeografischen Population sehr niedrig. Dagegen wurde die Trauerente in hohen Individuenzahlen festgestellt. So wurden im Jahr 2011 8174 Tiere gezählt. Damit zog ca. 1,5 % der biogeografischen Population durch das Gebiet EO2. Damit hat das Gebiet für den Trauerentenzug eine überdurchschnittliche Bedeutung. Die Sichtung von 2619 ziehenden Weißwangengänsen (OECOS 2012a) entspricht einem Anteil von ca. 0,34 % der biogeografischen Population und damit hat das Gebiet eine durchschnittliche Bedeutung. Hinsichtlich des Singschwanes ist festzustellen, dass das Gebiet für den Zug keine große Bedeutung hat, da in einem Jahr nur 30 Individuen registriert wurden.

#### *Kraniche*

Im Bereich des Gebietes EO2 wurden auf dem Herbstzug 2008 insgesamt 1231 durchziehende Kraniche registriert (OECOS 2012a). Die 1231

Kraniche entsprechen etwa 3,1 % des vorpommerschen Rastbestandes (Rastzahlen: über 40.000 Individuen gleichzeitig) oder 1,37 % der biogeographischen Population. Hier wurde die Mehrzahl dieser Vögel möglicherweise durch nordwestliche Winde von einer Flugroute Südschweden-Rügen nach Südost verdriftet. Allerdings können Kraniche aus finnischen (und baltischen) Populationen mit größerer Wahrscheinlichkeit im Bereich des Adlergrundes auftauchen. So wurden z. B. auf Christiansö und Bornholm am 12.10.2003 mit 5.490 bzw. 6.300 Kranichen (Flugrichtung W bis SW) starke Zugbewegungen registriert, so dass man davon ausgehen kann, dass zeitweise auch im Bereich des Gebietes EO2 größere Anzahlen von Kranichen auftauchen können.

Unter Berücksichtigung dieses Zugverhaltens ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So sind die bekannten Hauptzugrouten zweifellos von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies gilt auch für das Gebiet EO2.

#### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet EO2 nur eine geringe Bedeutung für den Greifvogelzug, da nur sehr geringe Individuenzahlen registriert wurden. So wurden von den Anhang I-Arten (V-RL) Wespenbussard 1 Individuum, Rohrweihe 4 Individuen, Seeadler 2 Individuen und Merlin 4 Individuen gesichtet (OECOS 2012a).

#### *Landvögel*

Bei den Landvögeln ist zwischen den Tag- und Nachtziehern zu differenzieren.

#### *Tagzieher*

Zu den Tagziehern gehören vor allem Tauben und Singvögel. Bei diesen spielen Leitlinien eine

wichtige Rolle. Daher nutzen sie bei der Querung der Ostsee v.a. die dänischen Inseln. Eine weitere Zugbündelung erfolgt über die „Vogelzuglinie“. Damit haben diese Bereiche eine überdurchschnittliche Bedeutung. Außerhalb dieser Hauptzugwege sind die Zugintensitäten von Tagziehern in küstenfernen Meeresbereichen vergleichsweise gering und haben daher eine geringe bis durchschnittliche Bedeutung.

#### *Nachtzieher*

Die Nachtzieher stellen mehr als die Hälfte aller Zugvögel in der westlichen Ostsee. Der größte Teil des nächtlichen Vogelzugs erfolgt in breiter Front über die Ostsee. Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Individuenzahlen und des bedeutenden Anteils gefährdeter Arten hat das Gebiet EO2 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

### **Vorranggebiet Windenergie EO3**

#### *Wasservögel*

Insgesamt ist der Bereich des Gebietes EO3 für ziehende Wasservögel von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies folgt aus der Tatsache, dass das Gebiet von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) überflogen wird, aber außerhalb der Hauptroute entlang der deutschen Küste liegt. Allerdings deuten die Ergebnisse aus dem Baubanking für den Offshore-Windenergiepark „EnBW Baltic 2“ darauf hin, dass der Zug von einigen geschützten Wasservogelarten nur von geringer Bedeutung ist (IFAÖ 2016b). So wurden von den Seetauchern im Jahr 2014 nur 91 Tiere und im Jahr 2015 sogar nur 18 Tiere gesichtet. Hinsichtlich der Trauerente wurden im Gebiet EO3 ca. 0,5% (2014) bzw. 0,12% (2015) (IFAÖ 2016b) der biogeografischen Population gesichtet. Die Sichtungsrate der Samtente lag bei 105 Individuen und ähnliches gilt für die Eiseente. Bei den Tagesbeobachtungen zwischen dem Herbst 2013 und dem Herbst 2015 im Ge-

biet EO3 schwankten die Sichtungsraten der Eiderenten sehr stark. So wurden im Herbst 2013 mit 10.832 Individuen die meisten Eiderenten und im Frühjahr 2015 mit 1.823 Individuen die wenigsten Eiderenten gesichtet (IfAÖ 2016b). Damit wurden in einer Zugperiode maximal 1,1% der biogeografischen Population in einem kleinen Bereich der AWZ gesichtet und somit hat das Gebiet EO3 eine überdurchschnittliche Bedeutung für den Eiderentenzug. Eine vergleichbare Bedeutung hat der Bereich des Gebietes EO3 für den Zug der Weißwangengänse. So wurden im Rahmen des Monitorings des OWP-Vorhabens „EnBW Baltic 2“ im Jahr 2014 8.190 und im Jahr 2015 2.622 ziehende Weißwangengänse festgestellt (IfAÖ 2016a und b). Das sind ca. 1,06% bzw. 0,34% der biogeografischen Population. Hinsichtlich des Singschwanes ist festzustellen, dass das Gebiet für den Zug keine große Bedeutung hat, da in einem Jahr nur ca. 0,03% der biogeografischen Population registriert wurde.

#### *Kraniche*

Im Bereich des Gebietes EO3 wurde im Herbst 2014 und Herbst 2015 eine sehr hohe Anzahl von 5.028 bzw. 3.517 Kranichen erfasst (IfAÖ 2016a und b). Damit durchflogen ca. 5,6% bzw. 3,9% der biogeografischen Population den Bereich von Gebiet EO3. Ursächlich hierfür sind vermutlich stärkere östliche Winde, so dass die Kraniche in den Bereich des OWP-Vorhabengebietes „EnBW Baltic 2“ verdriftet wurden. Gestützt wird dies durch den Umstand, dass im Herbst 2015 die Kraniche bei „EnBW Baltic 2“ ausschließlich bei Windstärken von 2 – 5 Beaufort aus Nordost oder Ost festgestellt wurden. Unter Berücksichtigung des Zugverhaltens ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So sind die bekannten Hauptzugrouten zweifellos von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke

und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Dies gilt auch für das Gebiet EO3.

#### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet EO3 nur eine geringe Bedeutung für den Greifvogelzug, da nur sehr geringe Individuenzahlen registriert wurden.

#### *Landvögel*

Bei den Landvögeln ist zwischen den Tag- und Nachtziehern zu differenzieren.

#### *Tagzieher*

Zu den Tagziehern gehören vor allem Tauben und Singvögel. Bei diesen spielen Leitlinien eine wichtige Rolle. Daher nutzen sie bei der Querung der Ostsee v.a. die dänischen Inseln. Eine weitere Zugbündelung erfolgt über die „Vogelzuglinie“. Damit haben diese Bereiche eine überdurchschnittliche Bedeutung. Außerhalb dieser Hauptzugwege sind die Zugintensitäten von Tagziehern in küstenfernen Meeresbereichen vergleichsweise gering und haben daher eine geringe bis durchschnittliche Bedeutung.

#### *Nachtzieher*

Die Nachtzieher stellen mehr als die Hälfte aller Zugvögel in der westlichen Ostsee. Der größte Teil des nächtlichen Vogelzugs erfolgt in breiter Front über die Ostsee. Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Individuenzahlen und des bedeutenden Anteils gefährdeter Arten hat das Gebiet EO3 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

#### **Fehmarnbelt („Vogelzuglinie“)**

Das BfN beschreibt den Vogelzugkorridor im Bereich des Fehmarnbells in seinem naturschutzfachlichen Planungsbeitrag wie folgt (BfN 2020):

Der Fehmarnbelt zählt zu den bedeutendsten Konzentrationspunkten des Vogelzuges in Europa (Koop 2004). Den auch als Teil der „Vogelzuglinie“ bekannten Raum zwischen den Inseln

Fehmarn und Lolland nutzen sowohl ziehende Landvögel als auch Wasservögel zweimal jährlich in beachtlichen Konzentrationen. Nach Schätzungen wird der Fehmarnbelt alljährlich allein im Herbst von 100 Millionen Vögeln, vor allem Singvögeln, passiert (Koop 2004). Er nimmt damit eine herausragende Stellung im eurasischen Vogelzugsystem ein.

Für Landvögel stellt der Fehmarnbelt als kürzeste Verbindung zwischen Deutschland, Ostdänemark und Schweden einen bedeutenden Trittstein auf dem Zugweg von Skandinavien nach Mitteleuropa dar. Insbesondere Thermiksegler wie große Greifvögel, aber auch tagziehende Singvögel, vermeiden lange Flüge über das Wasser und konzentrieren sich auf dem Zug an geographischen Flaschenhälsen wie dem Fehmarnbelt, um die kürzeste Route über das Wasser zu fliegen (Hüppop et al. 2018). Mit Größenordnungen von ca. 10.000 bis 25.000 Greifvögeln pro Wegzugperiode werden international bedeutsame Zugvogelkonzentrationen erreicht, die das IBA-Kriterium Category „A 4 iv“ (Globally important congregations, „bottleneck site“) erfüllen.

Eine herausragende Bedeutung hat der Fehmarnbelt auch für den Wasservogelzug. Im Gebiet kommt es zu einer Bündelung verschiedener Zugwege, die von Osten kommend zuvor küstenparallel oder über die offene Ostsee verliefen. Mindestens 300.000 Eiderenten, 50.000 – 80.000 Nonnengänse, 50.000 - 80.000 Ringelgänse sowie mehr als 500.000 Laro-Limikolen und > 1.000 Seetaucher queren das Gebiet auf ihrem Weg von ihren skandinavischen bis westsibirischen Brutgebieten in das Wattenmeer. Zum Fehmarnbelt gibt es keine Alternativrouten, die von größeren Anzahlen genutzt werden könnten.

Für nachts ziehende Singvögel zeigen sich zwar aufgrund der eingeschränkten optischen Orientierungsmöglichkeiten großflächigere Zugmuster. Jedoch lassen Messungen des Zugeschehens mit Radargeräten auf der Ostsee und an

verschiedenen Küstenstandorten darauf schließen, dass auch nachts höhere Zugraten entlang der „Vogelfluglinie“ über die dänischen Inseln und Fehmarn vorkommen, mit abnehmenden Raten in östliche Richtung (Bellebaum et al. 2008).

Der Fehmarnbelt stellt also einen Knotenpunkt des Vogelzuges dar. Während bei Landvögeln die vorherrschende Zugrichtung in der Wegzugperiode von Nordost nach Südwest verläuft, queren Wasservögel in diesem Zeitraum das Gebiet von östliche in westliche Richtung. Der Heimzug verläuft in entgegengesetzter Richtung. Das Gebiet ist für den Vogelzug über die Ostsee von besonderer naturschutzfachlicher Bedeutung, weshalb es als Vorranggebiet für den Vogelzug zu sichern ist.

## 2.10 Fledermäuse und Fledermauszug

Fledermäuse zeichnen sich durch eine sehr hohe Mobilität aus. Während Fledermäuse auf Nahrungssuche bis zu 60 km pro Tag zurücklegen können, liegen Nist- oder Sommerrastplätze und Überwinterungsgebiete mehrere hunderte Kilometer weit voneinander entfernt. Wanderbewegungen von Fledermäusen auf der Suche nach ausgiebigen Nahrungsquellen und geeigneten Rastplätzen werden sehr häufig an Land beobachtet, jedoch überwiegend aperiodisch.

Zugbewegungen finden im Gegensatz zu unregelmäßigen Wanderbewegungen periodisch bzw. saisonal bedingt statt. Sowohl das Wander- als auch das Zugverhalten der Fledermäuse gestalten sich art- und geschlechtsspezifisch sehr variabel. Unterschiede im Zug- und Wanderverhalten treten auch innerhalb einer Population einer Art auf. Aufgrund des Wanderverhaltens werden Fledermäuse in kurzstrecken-, mittelstrecken- und langstreckenwandernde Arten unterschieden.

Auf der Suche nach Nist-, Nahrungs- und Rastplätzen begeben sich Fledermäuse auf Kurz-

und Mittelstreckenwanderungen. Für Mittelstrecken sind dabei Korridore entlang fließender Gewässer, um Seen und Boddengewässer bekannt (BACH & MEYER-CORDS 2005). Langstreckenwanderungen sind bis heute allerdings weitgehend unerforscht. Im Gegensatz zum Vogelzug, der durch umfangreiche Studien belegt ist, ist über den Zug von Fledermäusen aufgrund des Fehlens von geeigneten Methoden bzw. großangelegten speziellen Überwachungsprogrammen bisher sehr wenig bekannt.

Zu den langstreckenziehenden Arten gehören Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zweifarb-fledermaus (*Vespertilio murinus*) und Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*). Für diese vier Arten werden regelmäßig Wanderungen über eine Entfernung von 1.500 bis 2.000 km nachgewiesen (TRESS et al. 2004, HUTTERER et al. 2005). Langstrecken-Zugbewegungen werden zudem auch bei den Arten Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*) und Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) vermutet (BACH & MEYER-CORDS 2005). Einige langstreckenziehende Arten kommen in Deutschland und Anrainerstaaten der Ostsee vor und wurden gelegentlich auf Schiffen und in Küstenregionen der Ostsee angetroffen.

Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*): In Küstenregionen Südschwedens sind Individuen beobachtet worden, die während der üblichen Vogelzugzeit das Land Richtung Meer verlassen haben. Winterfunde von in Schweden beringten Tieren wurden zudem in Deutschland registriert (AHLEN 1997, AHLEN et al. 2009).

Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*): Im Frühjahr und Herbst werden oft ziehende Tiere beobachtet. Es mehren sich die Hinweise, dass Rauhaufledermäuse auch in Norddeutschland überwintern. In Küstenregionen Südschwedens wurden wie beim Großen Abendsegler Individuen beobachtet, die Richtung Meer flogen. Auch bei der Rauhaufledermaus liegen in Deutschland Winterfunde von Tieren vor, die in

Schweden beringt wurden (AHLEN 1997, AHLEN et al. 2009).

Die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) ist nach BOYE et al. (1999), die in Deutschland am häufigsten erfasste Fledermausart. Sie kommt ganzjährig und weit verbreitet vor. Es gibt einige Hinweise, dass auch diese Arten Langstrecken-Wanderungen, möglicherweise übers Meer, vornehmen.

Die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) ist eine nordische Art mit Verbreitungsschwerpunkt nördlich 60°N, die in Deutschland ihre südlichste Verbreitungsgrenze erreicht. Ansammlungen von Nordfledermäusen wurden in Küstenregionen Südschwedens beobachtet (AHLEN 1997). Die bisherigen Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Nordfledermaus eventuell Langstrecken-Wanderungen über das Meer unternimmt.

### 2.10.1 Datenlage

Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee sind anhand von Beringungsfunden dokumentiert. Dabei sind Zugrichtungen, Zugzeiten und vor allem mögliche Zugkorridore in der Ostsee jedoch für Fledermäuse bis heute weitgehend unbekannt. Die Datengrundlage ist daher für eine detaillierte Beschreibung von Auftreten und Intensität von Fledermauszug im Offshore-Bereich und den im ROP für Windenergie aufgenommenen Gebieten nicht ausreichend. Im Folgenden wird daher auf allgemeine Literatur und Veröffentlichungen zu Fledermäusen bzw. Fledermauszug über der Ostsee Bezug genommen, um den aktuellen Kenntnisstand abzubilden.

### 2.10.2 Wander- und Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee

Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee sind bis heute wenig erforscht. Dies hängt vor allem mit dem Fehlen von geeigneten Erfassungsmethoden zusammen, die in der

Lage wären, zuverlässige Daten über Fledermauswanderungen im Meeresbereich zu liefern. Sichtbeobachtungen, wie z. B. an der Küste oder auf Schiffen liefern zwar Hinweise, sind jedoch kaum geeignet, das Zugverhalten der nachtaktiven und nachts ziehenden Fledermäuse über dem Meer vollständig zu erfassen. Sichtbeobachtungen sind zudem wegen der Höhe der Flugbewegungen (z. B. 1.200 m beim Großen Abendsegler) zur Erfassung des Zugverhaltens wenig bzw. sehr eingeschränkt geeignet. WALTER et al. (2005) haben alle bisherigen Sichtungen von Fledermäusen vom Schiff oder auch von Plattformen aus zusammengefasst.

Eine Reihe Beobachtungen führt zu der Annahme, dass Fledermäuse die Ostsee während saisonaler Wanderungen regelmäßig überqueren. Die wenigen systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen zum Fledermauszug über der Ostsee erfolgten in Skandinavien. Nach Beobachtungen von Fledermauskonzentrationen an verschiedenen Küstenorten in Südschweden (u. a. Falsterbo, Ottenby) von AHLEN (1997) und AHLEN et al. (2009) wandern mindestens vier von 18 in Schweden vorkommenden Fledermausarten nach Süden. Beobachtungen von Individuen, die das Land Richtung Meer verlassen haben, liegen für Flughautfledermaus, Großer Abendsegler und Zweifarbfledermaus vor. Allerdings liegen nur von der Flughautfledermaus und dem Großen Abendsegler Winterfunde in Deutschland von Tieren vor, die in Schweden beringt wurden.

Weitere Erkenntnisse auf der Basis von Beringungsfunden liefern Studien über das Zugverhalten der Flughautfledermaus aus Lettland (PETERSONS 2004). Es wurde dabei festgestellt, dass die in den Sommermonaten in Lettland rastenden Fledermäuse Überwinterungsquartiere im westlichen, zentralen und südlichen Europa aufsuchen. Die beringten Tiere wurden in einer Entfernung von bis zu 1.905 km registriert. Die durchschnittliche Entfernung aller Funde betrug

dabei 1.365,5 km bei Männchen und 1.216,5 km bei Weibchen. Die errechnete mittlere Zuggeschwindigkeit der Flughautfledermaus lag dabei um die 47,8 km pro Nacht. Unter anderem wurden beringte Fledermäuse in Rasthabitaten im Norden und Nordosten Deutschlands gefunden. Ringfunde wurden auch aus den Niederlanden und Frankreich gemeldet - mit möglicher Zugroute über Deutschland. Über die Flug- und Zughöhen der Fledermäuse ist wenig bekannt. Auf Nahrungssuche (Insekten) fliegt der Große Abendsegler zumeist in 500 m Höhe. Beobachtungen aus Falsterbo zufolge fliegt der Große Abendsegler sogar in Höhen von 1.200 m (AHLEN 1997). Der Große Abendsegler ist zudem als tagziehende Art bekannt (EKÖLF 2003). Es wird angenommen, dass Zugbewegungen bei Tageslicht bevorzugt in Höhen von mehr als 500 m stattfinden, um der Jagd durch Raubvögel zu entkommen.

Durch Beringungsfunde können jeweils nur einzelne Aufenthaltsorte der markierten Individuen belegt werden, nicht aber die dazwischen liegenden Migrationsrouten. Für die genaue Erfassung der Flugrouten einzelner Fledermäuse über längere Distanzen existiert bislang noch keine geeignete Methode (HOLLAND & WIKELSKI 2009). Rückschlüsse auf die Anzahl der regelmäßig ziehenden Fledermäuse sind damit ebenfalls nicht möglich.

Die Erfassung durch Ultraschalldetektoren, den sogenannten Bat-Detektoren, liefert gute Ergebnisse über das Vorkommen von Fledermäusen an Land (SKIBA 2003). Allerdings ist deren Einsatz im Offshore-Bereich mit Schwierigkeiten verbunden. Angesichts der geringen Erfassungsweite des Systems belegen Aufzeichnungen zwar das Vorkommen von Fledermäusen im Offshore-Bereich. Allerdings führen bei dieser Erfassungsmethode stärkere Winde, wie sie häufiger auf dem Meer auftreten, zu Hintergrundgeräuschen, die eine gesicherte Erfassung von Fledermaussignalen erschweren. In diesem Bereich besteht weiterhin Forschungsbedarf.



Eine gute Zusammenfassung des derzeitigen Kenntnisstands liefert das Gutachten „Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste“ im Auftrag des BSH (SEEBENS et al. 2013). Es fasst die Ergebnisse aus unterschiedlichen Erfassungen von Fledermäusen vor der Küste von Mecklenburg-Vorpommern zusammen und diskutiert diese. Berücksichtigt werden dabei u. a. Erhebungen auf der Greifswalder Oie, die Erfassung von der Plattform „Riff Rosenort“ und die Erfassung auf einem Fährschiff. Auf der Arbeitsplattform „Riff Rosenort“ rund 2 km vor der Küste wurden von Mitte Mai bis Mitte Juni 2012 mittels Echtzeit-/Zeitdehnungsdetektoren insgesamt 23 Rauhautfledermäuse und 7 Abendsegler erfasst. Die Nachweise legen Durchzugsaktivitäten nahe. Aufgrund der küstennahen Lage sind allerdings auch Jagdflüge beider Arten auf der Ostsee nicht ausgeschlossen (SEEBENS et al. 2013).

Auf der Insel Greifswalder Oie, die rund 12 km nördlich von Usedom und 10 km östlich von Rügen liegt, erfolgten in den Jahren 2011 und 2012 Untersuchungen zum Fledermausvorkommen sowohl mit automatischen Detektoren, über Netzfänge und die Kontrolle von als Quartier geeigneten Gebäuden. Im Rahmen der Erfassungen konnten neun Arten in z. T. bemerkenswerter Anzahl festgestellt werden, darunter Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Zwergfledermaus und Rauhautfledermaus. Insbesondere im Mai wurden hohe Aktivitäten festgestellt, und zwar an nur wenigen Tagen. Die Auswertung der automatisch aufgezeichneten Fledermausrufe zeigt für 2012 insgesamt 4.788 Kontakte der Rauhautfledermaus (2011: 3.644 Kontakte), 2.178 bei der Zwergfledermaus (2011: 1.750 Kontakte) und 817 Kontakte beim Großen Abendsegler (2011: 1.056 Kontakte). Über Netzfänge konnten am 6.5.2011 bei Windstärken von 2-3 Beaufort 48 Rauhautfledermäuse und ein Großer Abendsegler erfasst werden (SEEBENS et al. 2013). Die Autoren schließen aus der hohen Aktivität der Arten Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler während weniger Tage im

Frühling, dass es deutliche Hinweise auf Wanderungen im Bereich der Greifswalder Oie gibt.

Erkenntnisse über das Vorkommen von Fledermäusen im Offshore-Bereich wurden mit Hilfe eines auf einem Fährschiff installierten bioakustischen Erfassungssystems gewonnen. Die Fähre pendelt zwischen Rostock und dem schwedischen Trelleborg. Im Mai 2012 wurden während der Erfassungen in 180 von insgesamt 540 zugrelevanten Nachtstunden 11 Echoortungsrufe von Fledermäusen offshore aufgezeichnet. Davon sieben Kontakte innerhalb von 20 km Entfernung zur Küste Mecklenburg-Vorpommerns, zwei weitere innerhalb von 20 km Distanz zur schwedischen bzw. dänischen Küste und zwei Nachweise im Abstand von über 20 km von der nächsten Küste. Die aufgezeichneten Rufe konnten dem Großen Abendsegler und der Rauhautfledermaus zugeordnet werden (SEEBENS et al. 2013).

Trotz dieser Nachweise fehlen zum jetzigen Zeitpunkt konkrete Erkenntnisse, um eine Quantifizierung des Fledermauszugs über der Ostsee vornehmen zu können. Dies gilt entsprechend für ziehende Arten, Zugkorridore, Zughöhe, Zugrichtung und Konzentrationsbereiche. Bisherige Erkenntnisse weisen lediglich darauf hin, dass Fledermäuse, insbesondere langstreckenziehende Arten, über die Ostsee ziehen.

Auf Basis der Ergebnisse des oben genannten Gutachtens wurde die Erfassung des Fledermaus-Zuges in das aktuelle Standarduntersuchungskonzept (StUK4) aufgenommen, um konkretere Hinweise auf die Bedeutung der AWZ der Ostsee als Durchzugsgebiet für Fledermäuse zu erhalten. Die Untersuchungen sollen parallel zur nächtlichen Rufferfassung der Zugvögel unter dem Einsatz von Fledermaus-Detektoren zur Erfassung der Rufaktivität durchgeführt werden. Im Rahmen dieses verpflichtenden Fledermaus-Monitorings von Windparkvorhaben in Gebiet EO1 wurden im Frühjahr 2014 (Mai) in neun Nächten lediglich vier Fledermäuse (davon zwei Rauhautfledermäuse) detektiert. Im Herbst

(August – Oktober) desselben Jahres wurden in 20 Nächten drei Rauhautfledermäuse erfasst. Eine besondere Bedeutung des Gebietes EO1 lässt sich anhand der vorliegenden Daten nicht ableiten (BIOCONSULT SH 2015).

Im Laufe der Basisaufnahmen für Offshore-Windparkprojekte in der deutschen AWZ der Ostsee wurden im Rahmen der nächtlichen Vogelzugerfassung einzelne Sichtungen von Fledermäusen registriert. Bei den Untersuchungen zum Offshore-Windparkprojekt „Arkona Becken Südost“ wurden im Herbst 2003 und 2004 je eine Fledermaus vom Schiff aus gesichtet. Eine weitere Fledermaus wurde im Herbst 2003 bei den Untersuchungen zum Offshore-Windparkprojekt „Wikinger“ gesichtet. Während weiterer Schiffsausfahrten wurden zweimal einzelne Exemplare im Bereich des Gebietes EO1 gesichtet. Im Gebiet EO2 wurden mit Hilfe bioakustischer Handfassungsgeräte am 21.5.2012 drei Fledermausrufe registriert. Im Frühjahr 2011 wurden zusätzlich zwei Rauhautfledermäuse an Bord des für die Vogelerfassungen eingesetzten Schiffes gesichtet. Im Gebiet EO3 wurde im Rahmen der Basisuntersuchungen im Juli und September 2003 je ein Exemplar einer unbestimmten Art beobachtet. Einige der Sichtungen fanden sogar tagsüber statt.

Zusammenfassend kann für die Fledermausbestände von Ostsee-relevanten Arten festgehalten werden, dass Bestände und Verbreitung der ziehenden Arten vor allem aufgrund der hohen Wanderdynamik nicht abschließend erfasst sind. Es fehlen adäquate Methoden und Überwachungsprogramme, um Bestandsentwicklungen, Wanderungen und Zugbewegungen über das offene Meer erfassen und quantifizieren zu können.

Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse kann für den Fledermauszug über die Ostsee festgehalten werden: Beobachtungen und Beringungsfunde weisen darauf hin, dass einige Arten wie

Großer Abendsegler, Rauhautfledermaus, Zweifarbfledermaus, Zwergfledermaus und Nordfledermaus über die Ostsee ziehen.

Es wird angenommen, dass ein Breitfrontzug entlang von markanten Landschaftselementen wie Küstenlinien stattfindet. Zugrichtungen, Zughöhen, Zugzeiten und vor allem mögliche Zugkorridore in der Ostsee sind jedoch für Fledermäuse bis heute weitgehend unbekannt.

### **2.10.3 Schutzstatus von potenziell ziehenden Fledermausarten in Anrainerstaaten der Ostsee**

Einige Arten wie Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler sind im Anhang II des Übereinkommens zum Schutz wandernder Tierarten (CMS) von 1979 (Bonner Übereinkommen) aufgeführt. Innerhalb des CMS-Übereinkommens ist mit der Verabschiedung des Abkommens zum Schutz der Fledermäuse in Europa (EUROBATS) 1991 und seiner Ratifizierung 1994 der Rahmen für einen Schutz- und Managementplan zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa geschaffen worden.

Im Rahmen der Berichtsverpflichtungen für EUROBATS werden von allen Vertragsstaaten Berichte zum jeweiligen regionalen Vorkommen, zur Populationsentwicklung und zum Status von Fledermäusen zusammengestellt. Daten aus den Berichten zu EUROBATS einiger Ostsee-Anrainerstaaten, u. a. Baltische Länder und Skandinavien, geben Auskunft über das Artenspektrum und Vorkommen bzw. über die möglichen Wander- oder Zugbewegungen über die Ostsee.

In Dänemark wurden 17 Fledermausarten identifiziert; 14 davon nisten in Dänemark. Die Bestände der drei langstreckenziehenden Arten Rauhautfledermaus, Großer Abendsegler und Zweifarbfledermaus sind zwar nicht quantifiziert, es liegen jedoch zahlreiche Nachweise von Quartieren vor. Auch die vermuteten Langstreckenzieher Zwergfledermaus und Nordfleder-

maus zählen zu den in Dänemark nistenden Arten. Die fünf zuvor genannten Arten gelten in Dänemark als „nicht gefährdet“ (THE DANISH NATURE AGENCY 2015).

Das Fledermausvorkommen in Schweden wurde zuletzt in einem nationalen Report aus dem Jahr 2006 im Rahmen von EUROBATS beschrieben (SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 2006). In Schweden kommen 18 Fledermausarten vor. Die Bestände haben in den letzten Jahrzehnten bei fünf Arten zugenommen, darunter Rauhautfledermaus und Nordfledermaus. Eine Abnahme der Bestände wird bei drei anderen Arten angenommen, darunter auch bei der ziehenden Zweifarbfledermaus. Unter den ziehenden Arten steht in Schweden nur die Rauhautfledermaus als potenziell gefährdet auf der Roten Liste. Der Große Abendsegler wurde bereits 2000 von der Roten Liste entfernt. Insgesamt zeigten schwedische Untersuchungen, dass die Bestände der Rauhautfledermaus in den letzten zwei Jahrzehnten zugenommen haben und sich dabei die geografische Verbreitzone bis zu 60° N erweitert hat. Der Große Abendsegler kommt dagegen nur in Südschweden und in Küstengebieten relativ häufig vor. Die Zweifarbfledermaus ist im Gegensatz zu den o. g. Arten sehr ungleichmäßig verteilt. Diese Art wurde gelegentlich zu den Zugzeiten an der Südküste beobachtet.

In Finnland kommen 13 Fledermausarten vor (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT FINLAND, 2014). Am weitesten verbreitet ist die Nordfledermaus. Die drei ziehenden Arten Rauhautfledermaus, Großer Abendsegler und Zweifarbfledermaus kommen nur in den Sommermonaten in Südfinnland vor. Ihre Bestände und Trendentwicklung sind allerdings weitgehend unbekannt. Die Rauhautfledermaus wird als „gefährdet“ eingestuft.

In Lettland kommen 15 Fledermausarten vor (MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND REGIONAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF LATVIA 2014). Ein Vergleich des Vorkommens

der Fledermäuse in Lettland mit dem Vorkommen in Estland und dem Nordwesten Russlands hat ergeben, dass mindestens vier Arten in Lettland ihre nördlichste Verbreitungsgrenze erreichen. Rauhautfledermaus, Großer Abendsegler und Zweifarbfledermaus kommen in den Sommermonaten verbreitet vor. Zwei weitere Arten, die Zwergfledermaus und der Kleine Abendsegler, wurden in Lettland anhand von Ringfunden als ziehend eingestuft. Damit kommen in Lettland insgesamt fünf ziehende Arten vor. Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler sind in Lettland keinem Gefährdungsstatus zugeordnet. Zweifarbfledermaus, Zwergfledermaus und Kleiner Abendsegler gelten lediglich als selten.

In Litauen wurden 15 Fledermausarten registriert, darunter auch die langstreckenziehenden Arten Rauhautfledermaus, Großer und Kleiner Abendsegler, Zwergfledermaus und Zweifarbfledermaus. Die Bestandsentwicklung ist weitgehend unbekannt und die meisten gelten als nicht gefährdet (THE PROTECTED AREAS AND LANDSCAPE DEPARTMENT OF THE MINISTRY OF ENVIRONMENT OF THE REPUBLIC OF LITHUANIA 2014).

In Polen kommen insgesamt 21 Fledermausarten vor (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT POLAND 2014). Unter den ziehenden Arten ist in Polen die Zwergfledermaus als gefährdet eingestuft. Die Zweifarbfledermaus gilt dagegen als wenig gefährdet (low concern).

In Deutschland sind insgesamt 25 Fledermausarten heimisch. Davon werden in der geltenden Roten Liste der Säugetiere (MEINIG et al. 2008) zwei Arten der Kategorie „Gefährdung unbekanntes Ausmaßes“, vier Arten der Kategorie „stark gefährdet“ und drei Arten der Kategorie „vom Aussterben bedroht“ zugeordnet. Die Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii*) gilt als „ausgestorben oder verschollen“. Von den in Deutschland bisher häufiger im Meeres- bzw. Küstenbereich festgestellten Arten steht der Große Abendsegler auf der Vorwarnliste, Zwergfledermaus und Rauhautfledermaus gelten als „ungefährdet“. Für eine Bewertung des

Gefährdungsstatus des Kleinen Abendseglers ist die Datenlage unzureichend.

#### 2.10.4 Gefährdungen von Fledermäusen

Anthropogen verursachte Gefährdungen für wandernde Fledermäuse ergeben sich insbesondere durch den Verlust von Sommerquartieren durch Abholzung alter Baumbestände, den Verlust von Winterquartieren durch Renovierung von alten Gebäuden und Einsatz von Holzschutzmitteln, die Intensivierung der Landwirtschaft und den Einsatz von Pestiziden. Dem Bericht des BTO (British Trust for Ornithology) über Auswirkungen der Klimaveränderungen auf ziehende Arten zufolge lassen sich aufgrund von bisherigen Erkenntnissen zu Abundanz, Verbreitung und Habitatpräferenzen von Fledermäusen einige Effekte des Klimawandels prognostizieren. So ist u. a. mit dem Verlust von Rastplätzen entlang der Zugrouten, Dezimierung von Bruthabitaten und Veränderungen des Nahrungsangebots zu rechnen (ROBINSON ET AL. 2005). Alle Arten werden indirekt durch mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf ihre Nahrungsorganismen, in diesem Fall Insekten, betroffen sein. Das zu beobachtende Insektensterben wird sich in erhöhtem Maße negativ auf Fledermäuse auswirken. Zeitlicher Versatz in der Entwicklung der Fledermausbrut und ihrer Nahrung kann insbesondere Folgen für den Bruterfolg der Fledermäuse haben. Zudem kann von hohen Bauwerken, wie Gebäuden, Brücken oder Windrädern, eine Gefährdung für Fledermäuse durch Barrierewirkung und mögliche Kollisionen ausgehen (u. a. AHLEN 2002).

#### 2.11 Biologische Vielfalt

Die biologische Vielfalt (oder kurz: Biodiversität) umfasst die Vielfalt an Lebensräumen und Lebensgemeinschaften, die Vielfalt an Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb der Arten (Art. 2 Convention on Biological Diversity 1992). Im Blickpunkt der Öffentlichkeit steht die Artenvielfalt. Die Artenvielfalt ist das Resultat einer seit

über 3,5 Milliarden Jahren andauernden Evolution, eines dynamischen Prozesses von Aussterbe- und Artentstehungsvorgängen. Von den etwa 1,7 Millionen Arten, die von der Wissenschaft bis heute beschrieben wurden, kommen etwa 250.000 im Meer vor, und obwohl auf dem Land bisher erheblich mehr Arten beschrieben worden sind, so ist doch das Meer bezogen auf seine stammesgeschichtliche Biodiversität umfassender und phylogenetisch höher entwickelt als das Land. Von den bekannten 33 Tierstämmen finden wir 32 im Meer, davon sind sogar 15 ausschließlich marin (VON WESTERNHAGEN & DETHLEFSEN 2003). Neuere Hochrechnungen von MORA et al. (2011) zeigen, dass es weltweit ca. 8,7 Millionen Arten gibt, wobei 2,2 Millionen davon im Meer vorkommen.

Die marine Diversität entzieht sich der direkten Beobachtung und ist deshalb schwer einzuschätzen. Immer müssen für ihre Abschätzung Hilfsmittel wie Netze, Reusen, Greifer, Fallen oder optische Registrierungsverfahren eingesetzt werden. Der Einsatz derartiger Geräte kann aber immer nur einen Ausschnitt des tatsächlichen Artenspektrums liefern, und zwar genau denjenigen, der für das jeweilige Fanggerät spezifisch ist. Daraus lässt sich ableiten, dass es in Gegenden, die mit den verfügbaren Geräten nicht erreichbar sind (z. B. die Tiefsee), noch eine Vielzahl von Arten geben muss, die noch gar nicht bekannt sind. Die Situation in der Ostsee ist anders, da sie als relativ flaches Binnenmeer leichter zugänglich ist, so dass bereits Mitte des 19. Jahrhunderts eine intensive Meeresforschung stattgefunden hat, die zu einer Wissensvermehrung über ihre Tier- und Pflanzenwelt geführt hat. Im Rahmen der HELCOM-Überwachung wurden in der Ostsee über 800 Phytoplankton-Taxa registriert (WASMUND et al. 2016a). An Zooplankton-Taxa wurden etwa 61 verzeichnet (WASMUND et al. 2016a). Vom Makrozoobenthos sind allein in der Kieler Bucht mehr als 700 Arten (GERLACH 2000) bekannt. Nach WINKLER et al. (2000) setzt sich die Fischfauna der Ostsee der-

zeit aus 176 Fisch- und Neunaugenarten zusammen. Von marinen Säugern sind nur vier Arten bekannt. In der deutschen Ostsee kommen 38 See- und Rastvogelarten regelmäßig vor.

Hinsichtlich des derzeitigen Zustandes der biologischen Vielfalt in der Ostsee ist festzustellen, dass es zahllose Hinweise auf Veränderungen der Biodiversität und des Artengefüges in allen systematischen und trophischen Niveaus der Ostsee gibt. Die Veränderungen der biologischen Vielfalt gehen im Wesentlichen auf menschliche Aktivitäten, wie Fischerei und Meeresverschmutzung, bzw. auf Klimaveränderungen zurück.

Rote Listen gefährdeter Tier- und Pflanzenarten besitzen in diesem Zusammenhang eine wichtige Kontroll- und Warnfunktion, da sie den Zustand der Bestände von Arten und Biotopen in einer Region aufzeigen. Anhand der Roten Listen ist festzustellen, dass über 17% der Makrozoobenthosarten (GOSSELCK et al. 1996) und rund 16,9% der ständig in der Ostsee vorkommenden Rundmäuler und Meeresfische (THIEL et al. 2013) gefährdet ist. Die marinen Säuger bilden eine Artengruppe, in der aktuell alle Vertreter gefährdet sind (VON NORDHEIM et al. 2003). Von den 38 regelmäßig vorkommenden See- und Rastvögeln sind vier Arten im Anhang I der V-RL gelistet. Allgemein sind gemäß V-RL alle wildlebenden heimischen Vogelarten zu erhalten und damit zu schützen.

## 2.12 Luft

Durch den Schiffsverkehr kommt es zum Ausstoß von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxyden, Kohlendioxid und Rußpartikeln. Diese können die Luftqualität negativ beeinflussen und zu einem großen Teil als atmosphärische Deposition in das Meer eingetragen werden. Da die Ostsee bereits seit 2006 zu den Emissionsüberwachungsgebieten gemäß Annex VI des MARPOL-Übereinkommens, sog. „Sulphur Emission Control Area“ (SECA), zählt, gelten dort strengere

Vorschriften für Emissionen durch die Schifffahrt. Seit 1. Januar 2015 dürfen Schiffe dort nur noch Schweröl mit einem maximalen Schwefelgehalt von 0,10% verwenden. Laut HELCOM führte dies zu einer 88%igen Reduktion der Schwefelemissionen verglichen mit 2014. Weltweit liegt der Grenzwert derzeit noch bei 3,50%. Laut Beschluss der Internationalen Seeschifffahrtsorganisation (IMO) 2016 soll dieser Grenzwert ab 2020 weltweit auf 0,50% gesenkt werden.

Emissionen von Stickstoffoxiden sind für die Ostsee als zusätzliche Nährstoffbelastung besonders relevant. Die Schifffahrt zählt dabei zu den größten Quellen von Stickstoffoxid-Einträgen aus der Luft (HELCOM). Hierzu hat die IMO 2017 beschlossen, dass die Ostsee ab 2021 zum „Nitrogen Emission Control Area“ (NECA) erklärt wird. Die Verminderung des Eintrages von Stickstoffoxid in die Ostseeregion durch die Maßnahme Nord- und Ostsee ECA wird insgesamt auf 22.000 t geschätzt (European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP, 2016)).

## 2.13 Klima

Die deutsche Ostsee liegt in der gemäßigten Klimazone. Als Binnenmeer ist sie vom Einfluss des Golfstroms abgekoppelt. Sie entwickelt kein eigenes maritimes Klima, da sie recht klein ist und auch der Salzgehalt des Ostseewassers relativ gering ist. Daher vereist sie jeden Winter in Teilen, hin und wieder sogar vollständig. Unter den Klimaforschern besteht weitgehende Übereinstimmung darüber, dass das globale Klimasystem durch die zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen und Schadstoffen merkbar beeinflusst wird und erste Anzeichen davon bereits spürbar sind. Laut aktuellem Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC, 2019) sind als großräumige Folgen der Klimaänderungen auf die Ozeane insbesondere der Anstieg der Meeresoberflächentemperatur, eine weitere Versauerung, ein

Sauerstoffrückgang zu erwarten. Der Meeresspiegel steigt weiterhin mit zunehmender Geschwindigkeit. Viele Ökosysteme des Meeres reagieren empfindlich auf Klimaveränderungen. Auch auf die Ostsee wird die Erderwärmung voraussichtlich erheblichen Einfluss haben.

## 2.14 Landschaft

### Das marine Landschaftsbild über Wasser

Das heute über der Wassersäule sichtbare marine Landschaftsbild ist geprägt durch eine großflächige Freiraumstruktur und von Störungen weitgehend unbeeinflusst. Bisher existieren in der deutschen AWZ der Ostsee nur wenige Hochbauten. Bei diesen handelt es sich um den ca. 33 km nordwestlich von Rügen befindenden Offshore-Windpark „Baltic 2“ und den Windpark „Wikinger“, letzterer liegt ca. 34 km nordöstlich von Rügen. Zusätzliche Hochbauten sind zwei Messmasten zu Mess- und Forschungszwecken: der Messmast Arkona-Becken, ca. 35 km nordöstlich von Rügen, und die Forschungsplattform „FINO 2“ im Bereich Kriegers Flak, ca. 39 km nordwestlich von Rügen. Diese sind jedoch von Land aus wegen der großen Entfernungen nicht sichtbar. Durch den Bau weiterer Windparks wird sich das Landschaftsbild in Zukunft weiter verändern. Auch durch die erforderliche Befeuerung kann es zu optischen Beeinträchtigungen der Landschaft kommen. Das Maß der Beeinträchtigung der Landschaft durch vertikale Bauwerke ist stark abhängig von den jeweiligen Sichtverhältnissen. Der Raum, in dem ein Bauwerk in der Landschaft sichtbar wird, ist der visuelle Wirkraum. Er definiert sich durch die Sichtbeziehung zwischen Bauwerk und Umgebung, wobei die Intensität einer Wirkung mit zunehmender Entfernung abnimmt (GASSNER et al. 2005). Bei Messmasten, Plattformen und Offshore-Windparks, die in einer Entfernung von mind. 30 km zur Küstenlinie geplant sind, ist die Beeinträchtigung der Landschaft, wie es von Land aus wahrgenommen wird, gering. Bei einer solchen Entfernung werden die Plattformen und

Windparks auch bei guten Sichtverhältnissen kaum wahrnehmbar sein. Dies gilt auch hinsichtlich der nächtlichen Sicherheitsbefeuerung.

## 2.15 Kulturgüter und sonstige Sachgüter (Unterwasserkulturerbe)

### 2.15.1 Erfassung des Schutzgutes und Datenlage zum Unterwasserkulturerbe in der AWZ

Bekanntes Unterwasserkulturerbe im Küstenmeer und ansatzweise in der AWZ ist in den Fundstellen- und Denkmalregistern der norddeutschen Küstenländer erfasst. Jedoch ist es wichtig festzuhalten, dass dies nur für einen geringen Teil des Unterwasserkulturerbes zutrifft. Die Kulturbehörden der Bundesländer sind ausschließlich für die Landesgewässer zuständig. Daher ist eine systematische Bearbeitung von Informationen zum Unterwasserkulturerbe in der AWZ größtenteils unterblieben. Auch variiert die Qualität der Daten, beispielsweise von identifizierten historischen Wracks bis zu ortsungehauenen Hinweisen aus Aufzeichnungen, und muss gegebenenfalls für eine konkrete Planungsaussage verbessert werden. Die Fundstellen- und Denkmalregister spiegeln also den jeweiligen Kenntnisstand, nicht aber den wirklichen Bestand an Unterwasserkulturerbe wider.

Eine aktive Erfassung von Unterwasserhindernissen – und damit auch Schiffswracks – findet im norddeutschen Küstenmeer nur durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) statt. Allerdings ist diese Wracksuche nicht auf das Unterwasserkulturerbe fokussiert, sondern dient der Auffindung und Einschätzung von Schifffahrtshindernissen und konzentriert sich deshalb auf vom Meeresboden aufragende Objekte, welche eine Gefährdung für Seeschifffahrt oder Fischerei darstellen könnten. Zwar fließen die Erkenntnisse des BSH regelmäßig in die Fundstellen- und Denkmalregister der Küstenländer ein; Unterwasserkulturerbe, das von Sediment bedeckt ist oder kaum sichtbar auf

dem Meeresboden liegt, wird bei der Wracksuche jedoch normalerweise nicht erfasst.

Einen Eindruck von der tatsächlichen Dichte an Bodendenkmalen im Küstenmeer liefern maritime Bauprojekte wie Seekabelanbindungen oder Pipelines, in deren Verlauf bei den Voruntersuchungen regelmäßig eine Vielzahl bisher unbekannter Bodendenkmale zutage tritt.

Das Risiko der unerwarteten Entdeckung von Bodendenkmalen im Laufe eines Bauvorhabens kann nur durch eine qualifizierte Bestandserhebung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung minimiert werden.

### **2.15.2 Potential für vorgeschichtliche Besiedlungsspuren in der deutschen AWZ**

Auch Bereiche der deutschen AWZ in der Ostsee sind im frühen Holozän landfeste Regionen gewesen, die etwa zwischen vor 10.000 bis vor 6.000 Jahren durch Menschen besiedelt waren (Schmölcke et al. 2006; Behre 2003). In Wassertiefen von bis zu 20 m sind bisher erhaltene Paläolandschaftsreste in Form von Torfen und Baumresten nachgewiesen worden (Tauber 2014). Archäologisches Kulturerbe in Form von Siedlungsplätzen ist in Wassertiefen von bis zu 10 m erforscht worden (Hartz et al. 2014). Demzufolge ist in der deutschen AWZ mit Wassertiefen zwischen 10 m und 40 m und nur im Ausnahmefall von bis zu 50m Tiefe in der Ostsee mit erhaltenen vorgeschichtlichen Besiedlungsspuren in Paläolandschaften zu rechnen. Anhand von Landschaftsrekonstruktionen können besondere Potentialgebiete für archäologische Fundplätze identifiziert werden. Durch die Evaluierung von Erosionszonen können Bereiche mit nicht mehr erhaltenen Besiedlungsspuren herausgestellt werden.

Aufgrund der Überformung des Ostseebeckens durch den Gletscher während des Weichselglazials sind Fundplätze der Altsteinzeit (Paläolithikum) und älterer Phasen der Menschheitsgeschichte in dieser Region nicht erhalten.

Die mit dem Abschmelzen der Gletscher vor 10.000 Jahren freiwerdende Landschaft im südwestlichen Ostseeraum wurde jedoch sogleich von Menschen der Mittelsteinzeit (Mesolithikum) besiedelt. Die Subsistenz wurde durch Jagen, Fischen und Sammeln von Pflanzennahrung gesichert. Die steinzeitlichen Bewohner dieser Landschaft haben an ihren Wohn- und Jagdplätzen Spuren hinterlassen. Dazu zählen zum Beispiel Feuerstellen, Gruben, einfache Bauten, Werkzeuge und deren Herstellungsabfälle, Jagdwaffen, Nahrungsreste, Wasserfahrzeuge, religiöse Deponierungen, Schmuck und Zeichen künstlerischer Betätigung. Aufgrund der günstigen Fortbewegungs- und Transportbedingungen entlang der Küste und den vielfältigen marinen Nahrungsressourcen lag ein besonderer Schwerpunkt der Besiedlung in den jeweiligen Küstenzonen. Aber auch Feuchtgebiete mit Seen, Flüssen und Mooren boten reiche Nahrungsressourcen. Daher ist die Rekonstruktion der damaligen Landschaft wesentlich für das Verständnis der Lebensweise und zugleich der Schlüssel für die Auffindung von Besiedlungsplätzen, da bestimmte topografische Lagen bevorzugt genutzt wurden.

Auch die Ablagerungs- und Erhaltungsbedingungen von Siedlungsabfällen im feuchten bis nassen Uferbereich zeichnet die jeweiligen Sedimente und Kulturschichten aus und macht sie zu aussagekräftigen archäologischen Quellen. Durch den Meeresspiegelanstieg seit dem Ende der letzten Eiszeit sind diese Fundstellen und ihr Landschaftsbezug versunken. Dadurch liegen die Besiedlungsspuren, zumeist von jüngeren Sedimenten bedeckt, am Grunde der Ostsee.

Im Zuge des SINCOS-Forschungsprojektes von 2002 bis 2009 wurden an küstennahen Fundplätzen Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns durch Tauchausgrabungen in Wassertiefen bis zu 10 m wichtige Erkenntnisse

zur Besiedlungsgeschichte und regionalen Entwicklung der Wirtschaftsweise gewonnen (Hartz et al. 2014). Desweiteren wurden durch Sidescan Sonar Fahrten Paläo-Landschaften mit dem Potential älterer Fundstellen in küstenfernen Bereichen festgestellt (Tauber et al. 2014) und durch die Beprobung von Baumresten bis in eine Wassertiefe von ca. 20 m eine Datierung der ehemaligen Landmarken ermöglicht (Westphal et al. 2014).

Torfschichten am Meeresgrund sind ein wichtiger Indikator für erhaltene Reste von Paläolandschaften, da sie überflutete, ehemals süßwasserbeeinflusste Landschaftsteile darstellen. Zudem handelt es sich um paläoökologische Archive, anhand derer die Vegetation und Landschaftsentwicklung sowie deren menschliche Nutzung und anthropogene Beeinflussung rekonstruiert werden können (Anton et al. 2019, 35f.).

### 2.15.3 Wracks von Wasserfahrzeugen und Wrackteile

Zu dieser Gattung des Unterwasserkulturerbes zählen neben den Wracks von Wasserfahrzeugen auch Wrackteile und assoziierte Ausrüstungsgegenstände, Ladungen und Inventare. Die Mehrzahl der bekannten Wrackfundstellen bilden Boote und Schiffe verschiedener Zeitstellung. Dabei reicht das Spektrum von steinzeitlichen Einbäumen über hölzerne Handelsfahrzeuge des Mittelalters bis hin zu Kriegsschiffen aus den Weltkriegen.

In der Ostsee ist Meeresschiffahrt mit dem Hjortspring-Boot (350 v. Chr.) und dem Nydam-

Boot (320 n. Chr.) aus Dänemark ab der Eisenzeit belegt. Frühere Hinweise auf Wasserfahrzeuge finden sich auf bronzezeitlichen Felszeichnungen mit Bootsdarstellungen aus Schweden. Aus der Wendelzeit ist beispielsweise im estnischen Salme ein Bootsgrabnis (7./ 8. Jh. n. Chr.) dokumentiert. Schiffsfunde aus der Wikingerzeit (8.-11. Jh. n. Chr.) wie die aus dem Haddebyer Noor, der Schlei und dem Roskilde Fjord belegen die verbreitete Nutzung des Seeweges über die Ostsee (Crumlin-Pedersen 1997; Crumlin-Pedersen & Olsen 2002). Zur Wikingerzeit waren die navigatorischen Leistungen schon so ausgeprägt, dass Seereisen für lange Streckenabschnitte in beträchtlicher Entfernung zur Küste und oftmals ohne Landsicht stattfinden konnten, wie der Bericht eines zeitgenössischen Seefahrers über die Schiffsreise des Wulfstan von Haithabu nach Truso belegt (vergl. Englert & Trakadas 2009).

Eines der wenigen Beispiele für küstenfernere, vorgeschichtliche Fundpunkte ist die Bergung von Gefäßen, die aus der Eisenzeit stammen, durch Fischer in den Jahren 1927 und 1931 aus einer Tiefe von rund -25 m im Fehmarnbelt. Diese Position wurde mit Seitensicht-Sonar und Sediment-Echolot-Aufzeichnungen überprüft, bei der Anomalien in Form von leichten Erhebungen festgestellt wurden (Tauber 2018). Es kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dieser Anomalie um ein Wrack eines Schiffes handelt, auf dem die Keramik transportiert wurde.



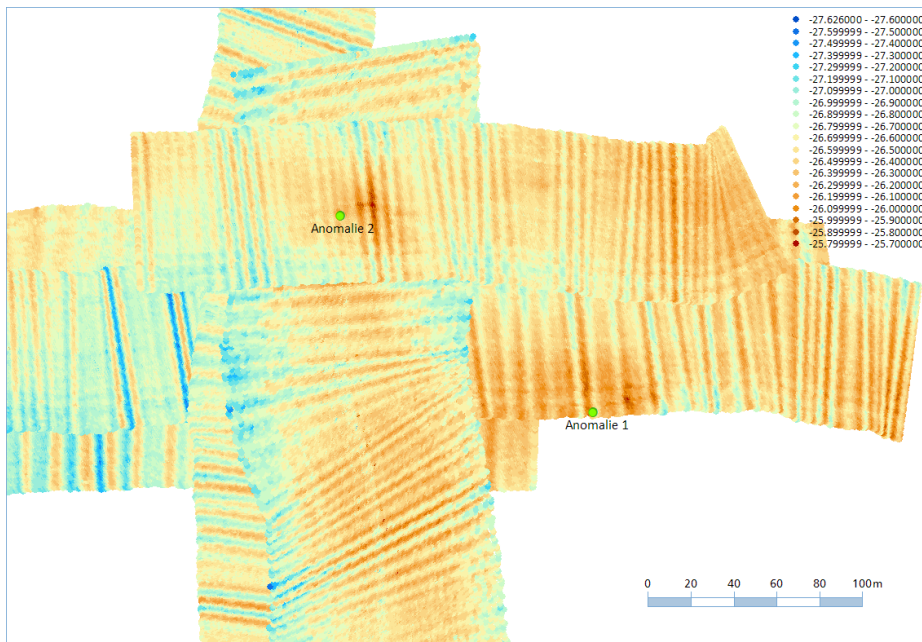


Abbildung 53: Eisenzeitliche Anomalien im Fehmarnbelt: Meeresbodenrelief, berechnet aus Fächerecholot-aufnahme. Die Streifen quer zur Fahrtrichtung sind durch starken Seegang bedingt. Die höchsten Stellen (rötlichbraun) befinden sich in der Nähe der Anomalie-Punkte (Tauber 2018).

Ab dem Mittelalter verliefen die Seerouten der Fernhandelsfahrer über die offene See, wie das 12. Kapitel des Hansischen Seebuchs im „Hausmeer“ der Hanse aufzeigt. Obwohl Schiffsfunde aus dieser Zeit bislang tendenziell auch eher im unmittelbaren Küstenbereich und in versandeten ehemaligen Hafenbereichen vorliegen, kommen vermehrt Neufunde im offenen Meer hinzu. Beispiele aus der Ostsee sind der vor wenigen Jahren entdeckte Wrackfund einer fast komplett erhaltenen niederländischen Fleute um 1650 in einer Tiefe von 130 m (Erikson & Rönby 2012) oder die 2011 entdeckte „Mars“, ein schwedisches Kriegsschiff von 1561, in einer Tiefe von 75 m.

Die Schifffahrt in der Nord- und Ostsee des 16.-18. Jahrhunderts ist vor allem durch das Erstarren der Vereinigten Niederlande als Handelsmacht und den Seekriegen der skandinavischen Königreiche um die Vorherrschaft über die Ostsee geprägt. Als Beispiele seien hier das 1715

gesunkene schwedische Flaggschiff „Princesan Hedvig Sophia“, die 1718 vor Rügen untergegangene Fregatte „Mynden“ und das dänische Orlogsschiff „Lindormen“ von 1644 genannt (Auer 2004; Auer 2010; Segschneider 2014).

Im Laufe des 18. und 19. Jh. lassen sich enorme Anstiege im Handelsvolumen über Nord- und Ostsee verzeichnen. Beispiele hierfür sind der Kohleexport von den Britischen Inseln und der Holzexport aus dem Baltikum. Diese Güter wurden auf hölzernen Segelschiffen und später auf eisernen Dampfschiffen transportiert. Der rege Seehandel führte auch zu einem Anstieg der Schiffsunglücke in dieser Zeit. Archäologisch untersuchte Schiffsfunde aus dieser Zeit sind z.B. das Wrack des Britischen Handelsschiffs "General Carleton" von 1785 (Ossowski, 2008), sowie das Wrack eines Kohletransporters aus dem 19. Jh. vor Rotterdam (Adams et al., 1990).

Mit dem Aufkommen des industriellen Komposit- und Eisen- bzw. Stahlschiffbaus ab Mitte des 19. Jahrhunderts überwiegt der Kenntniserwerb aus

schriftlichen und bildlichen Quellen. Wegen der häufig besseren Erhaltung sind Wracks aus dem 19. und 20. Jahrhundert momentan weitaus präsenter im archäologischen Befund als Holzwracks (Oppelt 2019). Längerfristig dürfte sich dies jedoch aufgrund der fortschreitenden Korrosion bei Stahlwracks ändern.

Aufgrund ihrer historischen Bedeutung und teilweise auch fehlenden schriftlichen Quellen zu bestimmten militärischen und den Kriegsverlauf betreffenden Aspekten werden Wracks der beiden Weltkriege bis einschließlich 1945 als archäologische Kulturdenkmale geführt. Zudem kommt ihnen eine wichtige Funktion als Erinnerungsorte zu (Ickerodt 2014). Vor allem im Verlauf des 1. Weltkriegs kam es bei Seeschlachten auch zum Verlust mehrerer Fahrzeuge auf begrenztem Raum. So sanken bei einem Seegefecht zwischen der kaiserlich-deutschen und der britischen Marine westlich von Helgoland im August 1914 drei kleine Kreuzer und ein Torpedoboot, von denen sich die Wracks der Kreuzer allesamt in der deutschen AWZ befinden (Huber & Witt 2018).

Ausrüstungsgegenstände oder Teile von Ladung können Hinweise auf maritime Aktivitäten in der Vergangenheit liefern. Zu den am häufigsten vorkommenden Objekten zählen Anker, die aus verschiedenen Gründen nach einem Ankermanöver nicht geborgen werden konnten und auf dem Meeresboden verblieben.

Sogenannte Ballasthaufen, Ansammlungen von Steinballast am Grund, entstanden z. B. bei der Beladung von Schiffen vor einem natürlichen Hafen, können aber auch ein Hinweis auf das Leichtern eines auf Grund gelaufenen Fahrzeugs sein. Nicht selten verbirgt sich unter Ballastmaterial jedoch auch ein Schiffswrack.

#### **2.15.4 Flugzeugwracks und Raketen**

Die meisten bekannten Funde von Flugzeugwracks in der Nord- und Ostsee stehen in Bezug

zum 2. Weltkrieg. Die Schicksale unzähliger Flugzeugbesatzungen, sowohl auf alliierter als auch auf deutscher Seite, sind ungeklärt. Flugzeugabstürze lassen sich nur selten genau verorten, sodass eine Zuordnung der Wracks schwierig ist. Während Notwasserungen zu relativ gut erhaltenen Flugzeugwracks führen können, sind Absturzstellen häufig durch ausgelebte Trümmerfelder am Gewässergrund gekennzeichnet. Neben Einblicken in technische Aspekte von Konstruktion und Einsatz legen die Flugzeugwracks des 2. Weltkriegs auch ein bededtes Zeugnis von den Kriegereignissen ab.

Ein weiterer Aspekt ist das mögliche Vorhandensein von menschlichen Überresten. Gerade Wracks aus den letzten beiden Kriegen sind häufig nicht nur Bodendenkmale, sondern auch Kriegsgräber.

Eine besondere Fundgruppe bilden die Überreste von Flugkörpern und Raketen. Diese sind unter anderem an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns häufig anzutreffen, wo in Peenemünde von 1936 bis 1938 Gleitbomben und Raketen entwickelt und getestet wurden. Die munitionsfreien Elemente dieser Konstruktionen bieten detaillierte Einblicke in die Entwicklung der Raketentechnik und stellen, ebenso wie die obengenannten Flugzeugwracks, Bodendenkmale dar.

#### **2.15.5 Potential für Wracks in der deutschen AWZ**

Obwohl die vor- und frühgeschichtlichen Wrackfunde zumeist in den Küstengewässern entdeckt wurden oder von Begräbnisplätzen stammen, könnten solche unter günstigen Voraussetzungen auch in der deutschen AWZ vorhanden sein. Spätestens mittelalterliche Schiffswracks sind von der hohen Ostsee aus Tiefen über -50 m bekannt. Dort sind die Holzwracks dank der niedrigen Temperaturen und des geringen Befalls durch holzzeretzende Organismen dann besonders gut erhalten.

Generell können sich Holzschiffe bzw. Reste davon unentdeckt unter Sedimentschichten erhalten haben. Selbst bei obertägig kaum sichtbaren Wrackteilen können beträchtliche Überreste eines Schiffsrumpfes mitsamt dem Schiffsinventar unter dem Sediment verborgen liegen. Ladungsrückstände und Teile der Ausrüstung oder Bewaffnung befinden sich somit in einem geschlossenen Fundkontext und lassen wie „Zeitkapseln“ einzigartige Einblicke in die Vergangenheit zu.

### 2.15.6 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Zentrale Faktoren für die Definition eines archäologischen Denkmals (Bodendenkmals oder Denkmals unter Wasser) sind seine kulturgeschichtliche Bedeutung (Denkmalfähigkeit) und das öffentliche Interesse an seiner Erforschung und Erhaltung (Denkmalwürdigkeit).

Die Einschätzung der Bedeutung des Schutzgutes bzw. dessen Denkmalwerts erfolgt nach folgenden Kriterien (siehe auch Denkmalschutzgesetze der Bundesländer; siehe auch Ickerodt 2014):

- Historischer Zeugniswert

- Wissenschaftlicher oder technischer Wert, Forschungswert
- Gesellschaftliche Bedeutung (Erinnerungsort, z.B. Seegrab)
- Seltenheitswert
- Integrität (Erhaltungsgrad, Zustand, Bedrohung)

Der Zeugniswert variiert je nach Erhaltung und Art des Fundplatzes. Beispielsweise ist der historische Zeugniswert von Unterwasserfundstellen im Allgemeinen aufgrund der sehr guten Erhaltungsbedingungen für organische Materialien sehr hoch. Im Landbereich sind mittelsteinzeitliche Fundplätze zumeist auf verstreute Feuersteinobjekte begrenzt. Nur durch die Erhaltung von Knochen, Geweih, Holz und anderen Pflanzenresten in moorigen und unter Wasser gelegenen Fundstellen können die Lebensweise, die Siedlungsstruktur oder die soziale Organisation der damaligen Menschen weitergehend erforscht werden. Das gleiche gilt für Funde aus organischen Materialien von gut erhaltenen Schiffwracks, die zum Beispiel zur persönlichen Ausrüstung, zur Ladung oder zur Bewaffnung gehören können. Gut erhaltene Wracks mit Erhaltung von Inventar und Konstruktionselementen haben einen hohen Zeugniswert.

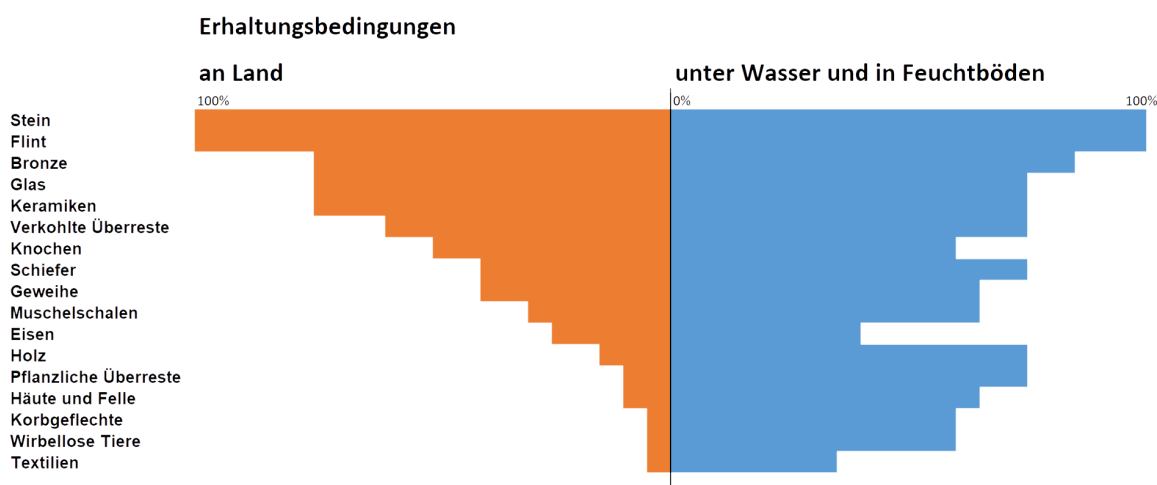


Abbildung 54: Vergleich der Erhaltungsbedingungen von archäologischem Fundmaterial an Land und unter Wasser (nach Coles 1988).

Der technische Wert ist am Beispiel der Wasserfahrzeuge ablesbar. Diese zählten zu den fortschrittlichsten Transportmitteln ihrer Zeit und spiegeln das technologische Know-how einer Gesellschaft wider. Handelsschiffe wurden gebaut, um Ladungen sicher über große Entfernungen zu transportieren. Kriegsschiffe sollten nicht nur als effektive Kampfplattform dienen, sondern mussten auch hohen Ansprüchen an Seetüchtigkeit, Manövrierfähigkeit und Geschwindigkeit gerecht werden und hatten zudem eine repräsentative Funktion. Daher ist der wissenschaftliche, der technische und der Zeugniswert von Schiffwracks mit gut erhaltenen Konstruktionselementen hoch.

Da der Verlust eines Fahrzeugs mit Ladung und Inventar einen bestimmten Moment in der Vergangenheit festhält, werden Wracks häufig auch als »Zeitkapseln« bezeichnet. Bei entsprechender Erhaltung bietet eine Analyse des Wrackfundes detaillierte Einblicke in das Alltagsleben an Bord. Neben dem technologischen Fortschritt lassen sich aus Schiffsfunden daher oft auch Rückschlüsse auf politische, wirtschaftliche und landschaftstypische Faktoren sowie auf das soziale Gefüge einer Gesellschaft ziehen. Dies verdeutlicht den außerordentlichen Forschungswert von Unterwasserfundstellen und auch deren besondere Integrität im Vergleich zu Fundstellen an Land.

Dem gesellschaftlichen Erinnerungswert wird insbesondere bei den Schiffs- und Flugzeugwracks des Ersten und Zweiten Weltkrieges eine hohe Stellung beigemessen.

Der Seltenheitswert variiert je nach Art und Datierung des Fundplatzes. Vorgeschichtliche Wracks haben einen sehr hohen Seltenheitswert. Gleiches gilt für mittelalterliche und frühneuzeitliche Wrackfunde mit guter Erhaltung. Auch neuzeitliche Wrackfunde können einen hohen Seltenheitswert haben, wenn sie sich durch

besondere technische Merkmale oder Konstruktionsmerkmale auszeichnen.

Die Integrität bzw. der Erhaltungszustand eines Unterwasserfundplatzes muss jeweils individuell ermittelt und bewertet werden. Sowohl die Ablagerungsbedingungen bei der Genese eines Fundplatzes bzw. beim Untergang und der Einlagerung eines Wracks als auch spätere Zerstörungen, zum Beispiel durch abiotische Faktoren wie Erosion durch Strömung oder die Zersetzung durch Organismen beeinflussen die Vollständigkeit und Erhaltung eines Fundplatzes oder von Teilen eines Fundplatzes. Wie bereits erwähnt sind die Erhaltungsbedingungen für organische Materialien unter Sauerstoffabschluss im Unterwassermilieu besonders herausragend. Während exponierte Wracks der Erosion preisgegeben sind und durch verschiedene Nutzungen am Meeresgrund beschädigt sein können, bieten vollständig abgedeckte Fundplätze hervorragende Erhaltungsbedingungen.

Die räumliche Lage einer Vielzahl von Wracks ist auf Grundlage der Auswertung vorhandener hydro-akustischer Aufnahmen und der Wrackdatenbank des BSH bekannt und in den Seekarten des BSH verzeichnet. Zu Bodendenkmälern, wie Siedlungsresten, liegen für die AWZ keine weitergehenden Informationen vor.

## 2.16 Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit

Insgesamt hat das Gebiet, für das der ROP Festlegungen trifft, eine geringe Bedeutung für das Schutzgut Mensch. Der Meeresraum stellt im weiteren Sinne das Arbeitsumfeld für die auf den Schiffen beschäftigten Menschen dar. Genaue Zahlen der sich regelmäßig im Gebiet aufhaltenden Menschen liegen nicht vor. Die Bedeutung als Arbeitsumfeld kann als gering betrachtet werden. Eine direkte Nutzung für Erholung und Freizeit findet gelegentlich durch Sportboote und touristische Wasserfahrzeuge statt. Die Vorbelastungen können als gering bezeichnet werden.

Eine besondere Bedeutung des Planungsraums für Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen kann nicht abgeleitet werden.

## 2.17 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern

Die Komponenten des marinen Ökosystems, von Bakterien und Plankton bis hin zu marinen Säugetieren und Vögeln, nehmen über komplexe Prozesse Einfluss aufeinander. Die im Kapitel 2 einzeln beschriebenen biologischen Schutzgüter Plankton, Benthos, Fische, marine Säugetiere und Vögel sind innerhalb der marinen Nahrungsketten voneinander abhängig.

Das Phytoplankton dient den Organismen, die sich auf das Filtrieren des Wassers zur Nahrungsaufnahme spezialisiert haben, als Nahrungsgrundlage. Zu den wichtigsten Primärkonsumenten des Phytoplanktons zählen zooplanktische Organismen wie Ruderfußkrebse und Wasserflöhe. Das Zooplankton hat im marinen Ökosystem eine zentrale Rolle als Primärkonsument von Phytoplankton einerseits und als unterster Sekundärproduzent innerhalb der marinen Nahrungsketten andererseits. Zooplankton dient den Sekundärkonsumenten der marinen Nahrungsketten, von karnivoren Zooplanktonarten über Benthos, Fische bis hin zu marinen Säugetieren und Seevögeln, als Nahrung. Zu den obersten Komponenten der marinen Nahrungsketten gehören die so genannten Prädatoren. Zu den oberen Prädatoren innerhalb der marinen Nahrungsketten zählen Wasser- und Seevögel sowie marine Säugetiere. In den Nahrungsketten sind Produzenten und Konsumenten voneinander abhängig und beeinflussen sich auf vielfältige Art und Weise gegenseitig. Im Allgemeinen reguliert die Nahrungsverfügbarkeit das Wachstum und die Verbreitung der Arten. Eine Erschöpfung des Produzenten hat den Niedergang des Konsumenten zur Folge. Konsumenten steuern wiederum durch Wegfraß das Wachstum der Produzenten. Nahrungslimitie-

rung wirkt auf die Individuenebene durch Beeinträchtigung der Kondition der einzelnen Individuen. Auf Populationsebene führt Nahrungslimitierung zu Veränderungen der Abundanz und Verbreitung von Arten. Ähnliche Auswirkungen hat auch die Nahrungskonkurrenz innerhalb einer Art oder zwischen verschiedenen Arten.

Die zeitlich angepasste Sukzession oder Abfolge des Wachstums zwischen den verschiedenen Komponenten der marinen Nahrungsketten ist von kritischer Bedeutung. So ist z. B. das Wachstum der Fischlarven von der verfügbaren Biomasse des Planktons direkt abhängig. Bei Seevögeln hängt der Bruterfolg ebenfalls direkt mit der Verfügbarkeit der geeigneten Nahrung, zumeist Fische (Art, Länge, Biomasse, energetischer Wert) zusammen. Zeitlich oder räumlich versetztes Auftreten der Sukzession und Abundanz der Arten aus verschiedenen trophischen Ebenen führt zur Unterbrechung der Nahrungsketten. Zeitlicher Versatz, der so genannte trophische „Mismatch“, bewirkt, dass insbesondere frühe Entwicklungsstadien von Organismen unterernährt werden oder sogar verhungern. Unterbrechungen der marinen Nahrungsketten können nicht nur auf Individuen- sondern auch auf Populationsebene wirken. Räuber-Beute-Verhältnisse bzw. trophische Beziehungen zwischen Größen- oder Altersgruppen einer Art oder zwischen Arten regulieren ebenfalls das Gleichgewicht des marinen Ökosystems. So wirkte z. B. der Rückgang der Dorschbestände in der Ostsee positiv auf die Entwicklung der Sprottenbestände. Die außergewöhnliche Zunahme der Sprotten wurde allerdings durch die verfügbaren Nahrungsressourcen (Zooplankton) limitiert. So blieben die abundanten Sprotten letztlich unterernährt und wiesen dadurch einen niedrigen Energiegehalt auf. Der schwache Ernährungszustand der Sprotten spiegelte sich im Ernährungszustand derer Konsumenten, der Trottellummen-Jungvögel, wieder. Das Wachstum und die Überlebenschance der jungen Trot-

tellummen nahmen zeitweise durch die verminderte Nahrungsqualität ab (ÖSTERBLOM et al. 2008).

Trophische Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Plankton, Benthos, Fischen, Meeressäugern und Seevögeln werden über vielfältige Kontrollmechanismen gesteuert. Solche Mechanismen wirken vom unteren Bereich der Nahrungsketten, beginnend mit Nährstoff-, Sauerstoff- oder Lichtverfügbarkeit nach oben hin zu den oberen Prädatoren. Ein solcher Steuerungsmechanismus von unten nach oben kann über die Steigerung oder Verminderung der Primärproduktion wirken. Auch Wirkungen, die von den oberen Prädatoren nach unten, über so genannte „top-down“ Mechanismen ausgehen, können die Nahrungsverfügbarkeit steuern.

Die Wechselwirkungen innerhalb der Komponenten der marinen Nahrungsketten werden durch abiotische und biotische Faktoren beeinflusst. So spielen z. B. dynamische hydrographische Strukturen, Wasserschichtung und Strömung eine entscheidende Rolle bei der Nahrungsverfügbarkeit (Steigerung der Primärproduktion) und Nutzung durch obere Prädatoren. Außergewöhnliche Ereignisse, wie Stürme und Eiswinter, beeinflussen ebenfalls die trophischen Beziehungen innerhalb der marinen Nahrungsketten. Auch biotische Faktoren, wie toxische Algenblüten, Parasitenbefall und Epidemien, wirken auf die gesamte Nahrungskette.

Anthropogene Aktivitäten nehmen ebenfalls entscheidend Einfluss auf die Wechselwirkungen innerhalb der Komponenten des marinen Ökosystems. Der Mensch wirkt auf die marine Nahrungskette sowohl direkt durch den Fang von Meerestieren als auch indirekt durch Aktivitäten, die auf Komponenten der Nahrungsketten Einfluss nehmen können. Durch Überfischung von Fischbeständen werden z. B. obere Prädatoren, Seevögel und marine Säugetiere mit Nahrungslimitierung konfrontiert bzw. sind gezwungen, neue Nahrungsressourcen zu erschließen. Überfischung kann auch im unteren Bereich der

Nahrungsketten Veränderungen bewirken. So kann es zur extremen Ausbreitung von Quallen kommen, wenn deren Fischprädatoren weggefischt sind. Zudem stellen Schifffahrt und Marikultur einen zusätzlichen Faktor dar, der über die Einführung von nicht einheimischen Arten zu positiven oder negativen Veränderungen der marinen Nahrungsketten führen kann. Einleitungen von Nähr- und Schadstoffen über Flüsse und Atmosphäre nehmen ebenfalls Einfluss auf die Meeresorganismen und können zu Veränderungen der trophischen Verhältnisse führen. Natürliche oder anthropogene Einwirkungen auf eine der Komponenten der marinen Nahrungsketten, z. B. das Artenspektrum oder die Biomasse des Planktons, können die gesamte Nahrungskette beeinflussen und das Gleichgewicht des marinen Ökosystems verschieben und ggf. gefährden. Beispiele der sehr komplexen Wechselwirkungen und Kontrollmechanismen innerhalb der marinen Nahrungsketten wurden ausführlich in der Beschreibung der einzelnen Schutzgüter dargestellt.

Über die komplexen Wechselwirkungen der verschiedenen Komponenten untereinander ergeben sich schließlich Veränderungen im gesamten marinen Ökosystem der Ostsee, wie am Beispiel der trophischen Wechselbeziehungen zwischen Trottellumme, Dorsch, Sprotte und Zooplankton bereits dargestellt. Anhand der bereits in Kapitel 2 schutzgutbezogen dargestellten Veränderungen lässt sich für das marine Ökosystem der Ostsee zusammenfassen:

- Es gibt langsame Veränderungen der belebten Meeresumwelt.
- Seit 1987/88 lassen sich sprunghafte Veränderungen der belebten Meeresumwelt beobachten.

Folgende Aspekte bzw. Veränderungen können auf die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Komponenten der belebten Meeresumwelt Einfluss nehmen: Veränderung der Artenzusammensetzung (Phyto- und Zooplankton, Benthos, Fische), Einführung und teilweise

Etablierung nicht-einheimischer Arten (Phyto- und Zooplankton, Benthos, Fische), Veränderung der Abundanz- und Dominanzverhältnisse (Phyto- und Zooplankton), Veränderung der verfügbaren Biomasse (Phytoplankton), Rückgang von vielen gebietstypischen Arten (Plankton, Benthos, Fische), Rückgang der Nahrungsgrundlage für obere Prädatoren (Seevögel).

### 3 Voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plan

Nach Anlage 1 Nr. 2b) zu § 8 ROG ist eine Prognose über die Entwicklung des Umweltzustands auch bei Nichtführung der Planung im Umweltbericht dazustellen.

#### 3.1 Schifffahrt

Bei der Schifffahrt handelt es sich neben der Fischerei um eine der traditionellen Nutzungen auf See. Mehrere Schiffsrouten verlaufen durch das Küstenmeer und die AWZ und sind aufgrund der zentralen Lage in Nord- und Ostsee von großer Bedeutung für den deutschen Außenhandel und den internationalen Transitverkehr.

Vor der Verabschiedung der Raumordnungspläne im Jahr 2009 und der damit einhergehenden Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Schifffahrt waren in der Nordsee zur Sicherung der Schiffsicherheit und zur Minimierung von Kollisionsgefahren ausschließlich Verkehrstrennungsgebiete (VTG) durch die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO) eingerichtet.

Insbesondere mit dem Aufkommen erster Windenergieanlagen auf See und der zunehmenden Zahl von Anträgen seitens der Windenergiebranche wurde die Notwendigkeit der Sicherung von hindernisfreien Schifffahrtsrouten und damit der Mehrwert der Festlegungen in der Meeresraumordnung deutlich.

Die rechtliche Situation der Schifffahrt ist stark von internationalen Regelungen geprägt. Zu nennen ist hier insbesondere das Gesetz zu dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 (Vertragsgesetz Seerechtsübereinkommen), in welchem nach Artikel 58 die Freiheit der Schifffahrt garantiert ist. Zudem werden von der IMO international geltende Regeln und Normen festgelegt. Für die räumliche Planung ist hier insbesondere die

Festlegung von Verkehrstrennungsgebieten von Bedeutung. Sie schreiben an potentiellen Gefahrenpunkten eine verbindliche Linienführung im Einrichtungsverkehr mit getrennten Fahrspuren fest.

Das Gesetz über die Aufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Seeschifffahrt (Seeaufgabengesetz – SeeAufgG) sowie insbesondere die auf Grund dieses Gesetzes erlassenen diversen Verordnungen bilden die Rechtsgrundlage für Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie für die Verhütung der von der Seeschifffahrt ausgehenden Gefahren einschließlich schädlicher Umwelteinwirkungen.

Wichtige internationale Übereinkommen zum Umweltschutz im Seeverkehr sind das Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe in der Fassung des Protokolls von 1978 (MARPOL 73/78), das Regelungen zur Einleitung von Abwässern und Schiffsmüll beinhaltet und zur stufenweisen Reduktion von Luftschadstoffemissionen.

Da es sich bei Nord- und Ostsee um Schwefelemissions-Überwachungsgebieten (SO<sub>x</sub> emission control areas, SECA) handelt, sind die Grenzwerte für Schwefelemissionen hier besonders niedrig. Ab 2021 werden Nord- und Ostsee außerdem zu Stickstoffemissions-Überwachungsgebiete (NO<sub>x</sub> emission control areas, auch NECA).

Das Ballastwasser-Übereinkommen (englisch: International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments) ist ein 2004 verabschiedetes, internationales Abkommen im Rahmen der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation. Ziel des Abkommens ist, die durch Ballastwasser verursachten Schäden an der Meeresumwelt zu mildern, insbesondere die Verhinderung der Einschleppung nicht-einheimischer Arten.



Eine Maßnahme gegen anthropogene Eutrophierung ist die „Definition“ der Ostsee als „Special Area“ unter MARPOL Anlage IV. Hier werden zusätzliche Grenzwerte bzw. Einleitungskriterien (Discharge Criteria) für Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor für Passagierschiffe festgelegt.

Der HELCOM Baltic Sea Action Plan, der 2007 von allen Küstenstaaten und der EU angenommen wurde, enthält Maßnahmen zur Wiederherstellung des guten ökologischen Zustands der Meeresumwelt in der Ostsee. Für die Schifffahrt gilt die Durchsetzung internationaler Vorschriften, insbesondere zu illegalen Einleitungen, die Gewährleistung eines sicheren Seeverkehrs zur Verhinderung unfallbedingter Umweltverschmutzung, Maßnahmen zur Verhinderung der Einschleppung nicht-einheimischer Arten, sowie Maßnahmen zur Minimierung der Abfallbealstung und Luftverschmutzung durch Schiffe.

Die durchschnittliche Verkehrsdichte, die sich aus der Analyse von AIS Daten ergibt, zeigt einen steigenden Raumbedarf, nicht zuletzt auch befördert durch Baustellen-, Wartungs- und Versorgungsfahrten für die wachsende Offshore-Windindustrie, die steigende Anzahl an Kreuzfahrtschiffen und einen höheren Bedarf an Anker- und Reedefläche.

Mit der Seeverkehrsprognose 2030 veröffentlichte das BMVI die prognostizierte Entwicklung des Umschlagvolumens der deutschen Seehäfen (BMVI, 2014). Für den Zeitraum 2010 bis 2030 wird ein Anstieg des Umschlagvolumens von 438 Mio. t auf 712 Mio. t prognostiziert. Es handelt sich dabei um den Umschlag von deutschen und ausländischen Häfen und deren Hinterlandverkehren, die deutsche Verkehrsinfrastruktur nutzen. Wesentliche Treiber für die prognostizierte Zunahme des Umschlagvolumens sind der insgesamt anhaltende Trend zur Globalisierung und die starke Exportorientierung der deutschen Wirtschaft. Diese angenommene Zunahme des Umschlags und des Schiffsverkehrs insgesamt ist jedoch mit

Unsicherheiten behaftet und kann durch eine veränderte Wirtschaftslage und Krisen deutlich geringer ausfallen.

In Bezug auf die technische Entwicklung von Schiffen sind vor allem Regelungen durch die IMO starke Treiber. So werden zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte von NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub> verschiedene Reinigungsanlagen oder alternative Kraftstoffe verwendet. Auch die im April 2018 verabschiedete IMO Strategie zur Verringerung der CO<sub>2</sub> Emissionen wird alternative Kraftstoffe und eine höhere Energieeffizienz erfordern (DNV GL 2019).

Durch die Schifffahrt werden unterschiedliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt hervorgerufen. Dazu zählen illegale Ölentorgung auf See, antriebsbedingte Emissionen, Müllentorgung, Lärmemission, Folgen von Schiffshavarien, Eintrag von toxischen Stoffen, wie bspw. TBT, und Einschleppung exotischer Arten. Die Auswirkungen können von überregionalem, temporärem bzw. permanentem Charakter sein. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- überregionale, temporäre Wirkung aufgrund von Öleintrag, Emissionen und Einbringung toxischer Stoffe;
- überregionale, permanente Wirkung aufgrund der Einschleppung exotischer Arten.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die von der Schifffahrt hervorgerufenen Wirkungen und deren potenzielle Auswirkungen auf die Schutzgüter. Die Auswirkungen sind überwiegend als Vorbelastung (Kapitel 2) einzuordnen und als Auswirkungen, die auch bei Nichtdurchführung des Planes auftreten werden.

Tabelle 18: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Schifffahrt (t=temporär).

Nutzung	Wirkung	Potenzielle Auswirkung	Schutzgüter																
			Benthos	Fische	See- und Raistvögel	Zugvögel	Meeressäuger	Fledermäuse	Plankton	Biotoptypen	Biologische Vielfalt	Boden	Fläche	Wasser	Luft	Klima	Mensch/ Gesundheit	Kultur- und Sachgüter	Landschaftsbild
Schifffahrt	Unterwasserschall	Beeinträchtigung / Scheueffekt		x				x											
	Emissionen und Einbringen gefährlicher Substanzen (Unfälle)	Beeinträchtigung/ Schädigung	x	x	x		x		x	x	x		x				x		
	Physische Störung beim Ankern	Beeinträchtigung des Meeresbodens	x t							x t		x t	x t					x	
	Emission von Luftschadstoffen	Beeinträchtigung der Luftqualität			x	x		x						x	x	x			
	Einbringen und Verbreitung invasiver Arten	Veränderung der Artenzusammensetzung	x	x	x					x									
	Einbringen von Müll	Beeinträchtigung/ Schädigung	x	x	x		x		x					x			x		
	Kollisionsrisiko	Kollision			x	x	x												
Visuelle Unruhe	Beeinträchtigung/ Scheueffekt		x	x															

### 3.1.1 Boden/ Fläche

Durch die Schifffahrt werden Schadstoffe emittiert, die zur Belastung von Wasser und Sedimenten beitragen.

Durch den Eintrag von Öl werden Wasser und Sediment in unterschiedlichem Ausmaß mit z.T. stark toxischen Schadstoffen belastet. In Abhängigkeit von Menge, Art und Zusammensetzung können Ölflecken bis -teppiche entstehen, die unter entsprechenden Wetterlagen weiträumig verbreitet werden und auf den Meeresboden absinken können.

Die genannten Auswirkungen ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

### 3.1.2 Wasser

Durch die Schifffahrt werden Schadstoffe emittiert, die zur Belastung von Wasser und Sedimenten beitragen.

Durch den Eintrag von Öl werden Wasser und Sediment in unterschiedlichem Ausmaß mit z.T. stark toxischen Schadstoffen belastet. In Abhängigkeit von Menge, Art und Zusammensetzung können Ölflecken bis -teppiche entstehen, die unter entsprechenden Wetterlagen weiträumig

verbreitet werden und auf den Meeresboden absinken können.

Die genannten Auswirkungen ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

### 3.1.3 Benthos und Biotoptypen

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Auswirkungen der Nutzungen auf Benthos-Lebensgemeinschaften. Da Biotope die Lebensstätten einer regelmäßig wiederkehrenden Artengemeinschaft sind, haben Beeinträchtigungen der Biotope direkte Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften. Zu Auswirkungen der Schifffahrt auf das Benthos kommt es durch folgende Faktoren:

Öleintrag. Gefährdungen für Lebewesen gehen schon von kleinsten Verölungen aus. Die Auswirkungen der chronischen Ölverschmutzung auf Vögel sind gut dokumentiert. Dagegen gibt es nur wenige Studien, die die Effekte der chronischen Ölverschmutzung auf andere Organismen untersuchen. Die wenigen Untersuchungen zeigen u.a. eine verringerte Artenvielfalt und Individuenzahl bei den Mollusken. BERNEM (2003) betrachtet vor allem die Effekte auf Küstenbereiche und identifiziert insbesondere Salzwiesen

als gefährdete Habitate. Untersuchungen der Auswirkungen auf das Benthos tieferer Meeresbereiche wie die AWZ sind nicht bekannt, obwohl Öl unterhalb der Wasseroberfläche driften und auf den Boden absinken kann.

Eintrag von toxischen Stoffen. Seit Beginn der 1970er Jahre wurden primär in Küstengewässern Effekte von TBT auf wasserlebende Organismen bekannt, die eigentlich nicht von der bioziden Wirkung der Chemikalie beeinträchtigt werden sollten. Es zeigte sich, dass das TBT endokrin wirksam ist, d.h. es greift in das Hormonsystem von Organismen ein. Das TBT ist nicht nur bei Muscheln, sondern auch bei getrenntgeschlechtlichen Vorderkiemerschnecken in der Lage, eine Pathomorphose mit der Bezeichnung Imposex hervorzurufen. Imposex beschreibt eine Vermännlichung weiblicher Tiere in Schneckenpopulationen. Bei der weiblichen Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) kommt es zu einer zusätzlichen Ausbildung männlicher Geschlechtsorgane. Wuchernde männliche Geschlechtsteile führen im Endstadium einer Impossexentwicklung bei den meisten Arten zur Sterilisierung und häufig auch zum Tod der betroffenen Weibchen (WATERMANN et al., 2003). Letztendlich können ganze Populationen aussterben (WEIGEL, 2003).

Dies führte letztlich zu einem weitgehenden internationalen Verbot zinnorganischer Bewuchsschutzmittel im Jahr 2008.

#### Physische Störungen beim Ankern

Bei Ankerungen von Schiffen kommt es zu einer lokalen und temporären Beeinträchtigung des Meeresbodens und somit zu einer kleinräumigen Beeinträchtigung von benthischen Lebensgemeinschaften.

Einführung nicht einheimischer Arten. Seit 1970 ist eine ansteigende Tendenz von Erstfunden nicht einheimischer Arten zu beobachten. Hierzu hat neben der Aquakultur, die teils gezielt gebietsfremde Arten einsetzt, v. a. der Schiffsverkehr über Ballastwasser, über die Sedimente der

Ballasttanks und über die Schiffsaußenwände beigetragen (GOLLASCH, 2003). Das Spektrum eingeschleppter Arten reicht von Makroalgen bis zu den Wirbellosen. Finden die gebietsfremden Arten optimale Lebensbedingungen vor, kann es zu einer massenhaften Vermehrung kommen, die wiederum hohe ökologische und ökonomische Schäden verursachen können. Allerdings hat in den letzten Jahren keine der neueingeschleppten Arten zu drastischen negativen Auswirkungen geführt. Die Arten welche zu den größten negativen wirtschaftlichen Beeinträchtigungen führen, wie die chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) und der Schiffsböhrwurm (*Teredo navalis*), der mittlerweile zu erheblichen Schäden geführt hat, seit er sich fest angesiedelt hat oder verschiedene Phytoplanktonarten, sind schon seit langer Zeit bei uns beheimatet (GOLLASCH, 2003).

Das Ballastwasser-Übereinkommen ist seit 2017 in Kraft und regelt Einbringung und Ausbreitung von Organismen mit dem Ballastwasser der Seeschiffe. Der derzeitige Ballastwasseraustausch ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich und ist nur in der Nordsee möglich. Mit Bioaufwuchs werden Arten freigesetzt, allerdings handelt es sich hierbei um sessile Arten, die bei der Freisetzung passende Umweltbedingungen benötigen (Hartsubstrate) um sich anzusiedeln und zu etablieren.

Zunehmend in den Fokus rückt zudem die Einschleppung fremder Arten durch den Bewuchs von Schiffen, auch kleineren Sportbooten.

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Auswirkungen der Schifffahrt auf das marine Benthos wie folgt festhalten:

- überregionale, temporäre Wirkung aufgrund von Öleintrag, Emissionen und Eintrag toxischer Stoffe, Ankerungen
- überregionale, permanente Wirkung aufgrund der Einschleppung nicht heimischer Arten.

Die genannten Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotoptypen ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.1.4 Fische

Als Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna sind Unterwasserschall, Eintrag gefährlicher Substanzen, Einbringung von Müll sowie Einschleppung und Verbreitung invasiver Arten zu nennen.

Die meisten Schiffe, darunter vor allem die größeren Schiffe, emittieren zumeist tieffrequenten **Unterwasserschall**, der unter anderem vom Schiffstyp, vom Schiffspropeller und vom Rumpfdesign abhängig ist (POPPER & HAWKINS 2019). Der von Schiffen verursachte Schall könnte Auswirkungen auf die Fischfauna haben. Die Hörleistung der Fische ist sehr unterschiedlich ausgebildet. Einige Arten, wie Heringsartige, besitzen ein sehr gutes Hörvermögen, da ihr Innenohr mit der Schwimmblase verbunden ist. Trifft Schall auf die Schwimmblase, werden die erzeugten Vibrationen mechanisch zum Ohr weitergeleitet. Damit sind Heringsartige wahrscheinlich empfindlicher gegenüber Unterwasserschall als Fischarten ohne Schwimmblase, wie Plattfische oder Sandaale. Das Hörvermögen erlaubt es Fischen beispielsweise Beute zu lokalisieren, Räubern zu entkommen oder einen Fortpflanzungspartner zu finden (POPPER & HAWKINS 2019). Der Lärm könnte vor allem Fische beeinträchtigen, die mithilfe selbstproduzierter Geräusche kommunizieren (LADICH 2013, POPPER & HAWKINS 2019). Der kontinuierliche Unterwasserschall könnte die Kommunikation vor allem während des Laichens maskieren (DE JONG et al. 2020). Einige Fischarten, wie Hering oder Kabeljau, zeigten zudem typische Meideraktionen auf Schiffsverkehr, wie Änderung der Schwimmrichtung, verstärktes Tauchen oder horizontale Bewegungen (MITSON 1995, SIMMONDS & MACLENNAN 2005). Generell sind die Reaktionen der Fische auf direkte und indirekte Auswirkungen der Schifffahrt nicht konsistent (POPPER

UND HASTINGS 2009) und können artspezifisch unterschiedlich ausfallen. Selbst das Verhalten einer einzelnen Art auf Schiffslärm kann sich in Abhängigkeit von ihrem Lebensstadium ändern (DE ROBERTIS & HANDEGARD 2013). In der Literatur finden sich Hinweise auf mögliche Verhaltensänderungen durch Schiffslärm, doch sind deren Ergebnisse nicht stichhaltig, um Schlussfolgerungen über eine Erheblichkeit zu ziehen. Wissenschaftliche Reviews der vorhandenen Literatur zu möglichen Auswirkungen des Schiffslärms auf Fische weisen eindeutig auf das Fehlen der Vergleichbarkeit, Übertragbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse hin (POPPER & HAWKINS 2019). Zudem bedarf es langfristiger Untersuchungen zu Auswirkungen kontinuierlicher Geräuschemissionen auf Fische in ihrem natürlichen Habitat, um Schlussfolgerungen auf Populationsebene ziehen zu können (WEILGART 2018, DE JONG et al. 2020).

Neben den akustischen Reizen ist insbesondere der Eintrag von Schadstoffen als Auswirkung des Schiffsverkehrs zu nennen. Die Schifffahrt kann die Meeresumwelt infolge von Havarien und dem potentiellen Austritt von Schadstoffen, darunter vor allem **Schweröl**, stark belasten. Mehrere Faktoren wie beispielsweise Art, Zustand und Menge des Öls bestimmen den Grad der Beeinträchtigung (VAN BERNEM 2003).

Möglicherweise sind Arten mit pelagischer Lebensweise in der Lage, ölverschmutzte Gebiete zu meiden, wie in Laboruntersuchungen an Lachsen beobachtet wurde (VAN BERNEM 2003). Bodenlebende Fischarten können durch längeren Kontakt mit verölten Sedimenten geschädigt werden. Mögliche Konsequenzen sind die Aufnahme von Kohlenwasserstoffen aus dem Sediment, das Auftreten bestimmter Krankheiten (u. a. Flossenfäule) und der Rückgang der Bestände. Wissenschaftliche Erkenntnisse aus dem natürlichen Habitat, die zu einer Erheblichkeitseinschätzung herangezogen werden könnten, sind nicht bekannt.

Fischeier und Jungtiere sind im allgemeinen stärker gefährdet als adulte Tiere, da die sensorischen Fähigkeiten noch nicht oder nicht vollständig ausgebildet sind und sie weniger mobil sind.

Als weitere Auswirkung des Schiffsverkehrs ist die **Einführung nicht einheimischer Arten** zu nennen. Seit 1970 ist eine ansteigende Tendenz von Erstfunden gebietsfremder Arten zu beobachten. Hierzu hat auch der Schiffsverkehr über Ballastwasser und über die Schiffsaußenwände beigetragen (GOLLASCH 2003). Grundsätzlich können nichteinheimische Fischarten in die Ostsee eingeschleppt werden und sich potentiell etablieren. Finden die gebietsfremden Arten geeignete Lebensbedingungen vor, kann es zu einer massenhaften Vermehrung kommen, die wiederum zur Verdrängung einheimischer Arten aufgrund der Konkurrenz um Nahrung und Habitate führen kann. Untersuchungen zu gebietsfremden Arten fokussieren sich überwiegend auf benthische Wirbellose (siehe BMU 2018). Fische könnten vor allem über den Transport von Eiern und Larven im Ballastwasser verbreitet werden (LLUR 2014). Aus dem Schwarzen Meer stammend, hat sich die Schwarzmundgrundel in der Ostsee seit 1990 von der Danziger Bucht nach Westen (SAPOTA & SKORA 2005) und bis in die estnischen und lettischen Küstengewässer ausgebreitet (OJAVEER 2006). In Deutschland stammt der Erstnachweis aus dem Jahr 1998 (WINKLER 2006). Es wird vermutet, dass Grundeleier oder -larven über das Ballastwasser von Schiffen in die Ostsee gelangten (SAPOTA 2004). Mittlerweile ist die bis zu 20 cm lange Grundel ins Nahrungsnetz bis zu den Vögeln hin etabliert (KARLSON et al. 2007, ALMQVIST et al. 2010). Es können Konkurrenzsituationen mit einheimischen Arten durch aggressives Revierverhalten, limitierte Laichplätze oder verfügbare Nahrungsressourcen entstehen (LLUR 2014). Eine ernsthafte Konkurrenz zu anderen Kleinfischen, wie Stichlingen, wurde an der deutschen Ostseeküste allerdings bisher nicht nachgewiesen (LLUR 2014).

Die Meeresverschmutzung ist eine globale Gefahr für das marine Ökosystem und kann auch in der Ostsee negative Auswirkungen haben. Mit 68% ist Plastik die dominierende Kategorie des Mülls am Meeresgrund der Ostsee (THÜNEN 2020). Einen Teil trägt auch die Schifffahrt dazu bei. Fische können Plastik mit der Nahrung aufnehmen und über das Nahrungsnetz verbreiten. Systematische Untersuchungen zu Auswirkungen von Plastik auf die Fischfauna, die eine differenzierte Bewertung zuließen, gibt es aktuell nicht. Das Thünen-Institut für Fischereiökologie beschäftigt sich voraussichtlich bis 2021 in dem Projekt PlasM mit dem Risiko durch Plastik in der Meeresumwelt. Ergebnisse stehen bislang aus.

### 3.1.5 Marine Säuger

Auswirkungen durch den Schiffsverkehr auf marine Säugetiere können hervorgerufen werden u.a. durch: Schallemissionen, Verschmutzungen im Normalbetrieb oder bei Unfällen mit Schiffen. Im Normalbetrieb geht von der Schifffahrt eine potenzielle Gefährdung für marine Säugetiere aus. Die Auswirkungen sind gebietsspezifisch von geringer, mittlerer oder sogar hoher Intensität. Ebenfalls gebietsspezifisch sind die Auswirkungen temporär oder wiederkehrend, wie z.B. entlang vielbefahrener Schifffahrtsrouten.

Eine direkte Störung mariner Säugetiere durch Schallemissionen ist insbesondere entlang der viel befahrenen Verkehrstrennungsgebiete, z. B. nördlich der Ostfriesischen Inseln, häufiger zu erwarten. Anlockeffekte durch Schiffe sind bei Schweinswalen, anders als bei anderen Walarten, nicht bekannt. Generell verhalten sich Schweinswale eher scheu. Auch Kollisionen mit Schiffen sind für Schweinswale und Robben nicht bekannt. Es wird angenommen, dass Störungen durch Maskierung der Kommunikation auftreten können, insbesondere bei Bartwalen, die in tiefem Frequenzbereich, überlappend mit Schiffsgeräuschen echoorten und kommunizieren. Hinweise finden sich in zahlreichen Studien, deren Ergebnisse allerdings häufig nicht unterei-

inander vergleichbar, übertragbar und reproduzierbar sind (Erbe et al., 2019). Die möglichen Effekte einer Störung durch Schiffslärm sind zudem schwer zu quantifizieren und von anderen Störquellen zu differenzieren. Darüber hinaus haben marine Säuger Anpassungsmechanismen entwickelt, um auch in lauten Gebieten die Kommunikation aufrecht zu erhalten. Zu den bekannten Anpassungen von Walen an das akustische Umfeld in den Meeren gehört das so genannte Lombard-Effekt. Als Lombard-Effekt wird die Fähigkeit beschrieben die Kommunikation zwischen Artgenossen durch Änderung der Lautstärke, der Vokalisationsrate und der Frequenz auch in lauten Umgebungen sicherzustellen und wurde in verschiedenen Tiergruppen nachgewiesen. Auch Walen, wie z. B. der Schweinswal sind in der Lage, die Lautstärke und Häufigkeit der Vokalisierung zu erhöhen sowie das Frequenzspektrum zu ändern. Diese Anpassung stellt eine überlebenswichtige Strategie dar, um Nahrungssuche effektiv und effizient zu gestalten, Räubern zu entkommen, den Kontakt zwischen Mutter-Kalb aufrecht zu erhalten, aber auch Artgenossen aufzusuchen (Erbe et al., 2019).

Bei Schiffshavarien kann es zum Austritt umweltgefährdender Stoffe wie Öl und Chemikalien kommen. Eine direkte Mortalität als Folge von Ölverunreinigung wird allenfalls bei größeren Ölkatastrophen zu erwarten sein (GERACI and ST AUBIN 1990; FROST and LOWRY, 1993). Ölverunreinigungen können bei Meeressäugtieren zu Lungen- und Gehirnschädigungen führen. Beobachtete Langfristfolge einer Ölpest war auch eine erhöhte Jungtiersterblichkeit bei Seehunden.

Auch der Verlust von Ladung kann zu Verunreinigungen mit toxischen Substanzen führen. Selbst im normalen Schiffsbetrieb gelangen Öl und Ölrückstände, lipophile Reinigungsmittel aus der Tankreinigung, Ballastwasser mit nicht indigenen Organismen sowie Festmüll in die Meeresumwelt (OSPAR, 2000). Schadstoffe, die

von Schiffen ins Meer eingeleitet werden können sich in den Nahrungsketten anreichern und tragen damit zur Verschmutzung und Kontamination bei. Auswirkungen auf Meeressäugtiere über die Anreicherung von Schadstoffen in den Nahrungsketten sind ebenfalls möglich.

Auswirkungen auf Populationsebene können nach aktuellem Kenntnisstand kaum eingeschätzt werden. Es wird daher empfohlen bei allen Nutzungen stets dem Vorsorgeprinzip folgend zu handeln (Evans, 2020).

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen der Schifffahrt auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

### 3.1.6 See- und Rastvögel

Als Auswirkungen des Schiffsverkehrs auf See- und Rastvögel sind visuelle Unruhe, Anlockeffekte und Kollisionen, sowie Verschmutzungen und der Eintrag invasiver Arten zu nennen.

Visuelle Unruhe kann bei störsensiblen Arten Scheuch- bzw. Meidereaktionen hervorrufen. Nach einer aktuellen Studie von FLIEßBACH et al. (2019) zählen Sterntaucher, Gryllsteiße, Prachtaucher, Samtente und Mittelsäger zu den empfindlichsten Arten gegenüber Schiffsverkehr. Die häufigste Reaktion ist das Auffliegen. Die Fluchtdistanzen sind art- und individuen-spezifisch unterschiedlich und können mit verschiedenen individuellen und ökologischen Faktoren in Zusammenhang gebracht (FLIEßBACH et al. 2019). Die Empfindlichkeit von Seetauchern gegenüber Schiffen ist auch aus anderen Studien bekannt (GARTHE & HÜPPOP 2004, SCHWEMMER et al. 2011, MENDEL et al. 2019, BURGER et al. 2019).

Direkte Auswirkungen auf Seevögel durch visuelle Unruhe sind insbesondere entlang viel befahrener Verkehrswege bzw. Verkehrstrennungsgebieten zu erwarten. Die Auswirkungen der Schifffahrt durch visuelle Unruhe auf See-

und Rastvögel sind regional und zeitlich vom Schiffsvorkommen abhängig. Erkenntnisse zu den Reaktionen von Seetauchern auf Schiffe weisen darauf hin, dass die Dauer und Intensität der Scheuchreaktion von dem Schiffstyp und damit verbundenen Faktoren wie z.B. Schiffsgeschwindigkeit zusammenhängen kann (BURGER et al. 2019).

Durch den Schiffsverkehr können Öl und Ölrückstände, lipophile Reinigungsmittel aus der Tankreinigung, Ballastwasser mit nicht einheimischen Organismen sowie Festmüll in die Meeresumwelt (OSPAR 2000) gelangen. WIESE UND RYAN (2003) fanden Zeichen von chronischer Ölverschmutzung an Seevögeln. Fast 62% aller Seevogel-Totfunde in den südöstlichen Küsten von Neufundland in den Jahren 1984-1999 waren mit Öl aus dem Schiffsbetrieb kontaminiert. Alkenvögel waren dabei am häufigsten mit Öl verschmutzt.

Auch der Verlust von Ladung kann zu Verunreinigungen mit toxischen Substanzen führen. Schadstoffe, die von Schiffen ins Meer eingeleitet werden, können sich in der Nahrungskette anreichern und tragen damit zur Verschmutzung und Kontamination bei. Bei Schiffshavarien kann es zudem zum massiven Austritt umweltgefährdender Stoffe, wie Öl und Chemikalien, kommen.

Verschiedene Effekte sind bekannt, die durch Ölverschmutzungen hervorgerufen werden können. Nach dem Unfall der „Prestige“ in 2003 wurde z. B. an Brutkolonien, die von der Ölverunreinigung betroffen waren, ein bis zu 50% reduzierter Bruterfolg der Krähenscharbe im Vergleich zu ungestörten Brutkolonien beobachtet (VELANDO et al. 2005a). Auch indirekte Auswirkungen des Unfalls der „Prestige“ auf den Bruterfolg der Krähenscharbe wurden dabei festgestellt: eine hohe Kontamination im Sediment, Plankton und Benthos hat die Sandaalpopulation verringert. Die Reduzierung der Sandaale hat wiederum auf den Bruterfolg der Krähensch-

arbe Einfluss genommen. So haben in 2003 weniger Brutpaare, als anhand von Langzeitdaten erwartet, erfolgreich gebrütet. Die Kondition der Küken war zudem aufgrund fehlender Nahrung bzw. verminderter Nahrungsqualität außergewöhnlich schwach (VELANDO et al. 2005b).

Die genannten Auswirkungen auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.1.7 Zugvögel

Für Zugvögel sind Auswirkungen der Schifffahrt durch visuelle Reize und den Eintrag von Schadstoffen möglich. Zugvögel können in der Nacht durch die Schiffsbeleuchtung angelockt werden. Dies gilt besonders für Nächte mit schlechten Sichtbedingungen u.a durch Wolken, Nebel und Regen. Die mögliche Folge sind Kollisionen.

Eine Gefährdung durch Öl- oder Schadstoffeintrag ist für Zugvögel nicht sehr wahrscheinlich. Betroffen wären nur diejenigen Zugvögel, z. B. Seevögel, die ihren Zug durch Wasserungen unterbrechen, sei es zur Nahrungsaufnahme oder um schlechte Witterungsbedingungen (wie Gegenwind und schlechte Sichtbedingungen) abzuwarten. Die Folge wäre, dass die Vögel durch die Verölung ihres Gefieders und der Aufnahme von Öl in den Magen-Darm-Trakt aufgrund ihres Putzverhaltens oder des Verzehrs verölter Nahrung verenden.

Die genannten Auswirkungen auf Zugvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.1.8 Fledermäuse und Fledermauszug

Auswirkungen des Schiffsverkehrs auf Fledermäuse sind weitgehend unbekannt. Es gibt lediglich einzelne Berichte von Fledermausfunden auf Schiffen. WALTER et al. (2005) haben solche Beobachtungen/Funde auf Schiffen im Rahmen der Untersuchungen für Offshore-Windenergie-

projekte zusammengefasst. Es wird danach angenommen, dass Anlockeffekte durch Schiffe eintreten können.

Durch Beleuchtung und Wärmeentwicklung können Insekten von Schiffen angelockt werden. Fledermäuse, die sich auf Nahrungssuche befinden, können in Folge von den Insekten angelockt werden. Zudem wird angenommen, dass wandernde Fledermäuse Schiffe auch zum Rasten aufsuchen. Eine Kollisionsgefahr ist jedoch dadurch nicht unbedingt gegeben.

Weitere direkte oder indirekte Auswirkungen der Schifffahrt auf Fledermäuse sind nicht bekannt. Die bereits beschriebenen Anlockeffekte können höchstens regional und zeitlich begrenzt eintreten.

Die genannten Auswirkungen auf Fledermäuse ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.1.9 Klima

Die in Kapitel 3.1.10 beschriebenen Schadstoffemissionen der Schifffahrt tragen zum Klimawandel bei. Global liegt der Anteil des Seeverkehrs an den globalen Treibhausgasemissionen bei 2,2% (BMU, 2020).

Dies ist jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des ROP.

### 3.1.10 Luft

Durch die Schifffahrt kommt es zu Schadstoffemissionen insbesondere von Stickstoffoxiden, Schwefeldioxid, Kohlendioxid und Rußpartikeln. Diese können die Luftqualität negativ beeinflussen. Die genannten Auswirkungen ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

### 3.1.11 Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Im Zusammenhang mit der Schifffahrt können Maßnahmen zur Fahrwasservertiefung, -verlegung oder -verbreiterung, beispielsweise durch Baggerungen, zur Zerstörung des benachbarten

Unterwasserkulturerbes führen. Weiterhin ist eine Bedrohung des Schutzguts Unterwasserkulturerbe insbesondere in flacheren Gewässern gegeben, da Schiffspropeller Verwirbelungen im Sediment auslösen können, die sich erosiv auf Fundschichten auswirken. Zerstörungen können auch durch Ankerverlegung erfolgen, insbesondere bei baulichen Maßnahmen mit ankerpositionierten Arbeitsschiffen.

Indirekt stellt die seit 1970 steigende Tendenz der Einschleppung von nicht einheimischen Arten über das Ballastwasser und am Schiffsrumpf selbst (Gollasch 2003) die größte Gefahr für das Unterwasserkulturerbe dar. In heimischen Gewässern sind drei Arten von Terediniden aktiv, darunter als der bekannteste Vertreter *Teredo navalis*, der bereits ab 1872 in der Ostsee nachgewiesen wurde und seitdem große Schäden an hölzernen Hafenanbauten, Schiffswänden und Pfahlwerken anrichtet. Dessen Ausbreitung ist an Toleranzbereiche hinsichtlich des Salzgehalts, Wassertemperatur und Sauerstoff gebunden (vergl. Björdal et al. 2012, 208; Lippert et al. 2013, 47). Allerdings kann es durch die Schifffahrt zu einer Einwanderung weiterer zerstörerischer Organismen kommen, welche an einen anderen Toleranzbereich angepasst sind und in zuvor ungestörte Gebiete vordringen können.

Als indirekte Folge der Sportschifffahrt sind auch Sporttauchgänge in der AWZ zu nennen. Bei diesen wurden in der Vergangenheit Objekte von historischen Wracks entnommen oder sogar gezielt abgebaut, wie das Beispiel des Wracks der SMS Mainz belegt, das 2011 von niederländischen Tauchern geplündert wurde (Huber & Knepel 2015).

Sprengungen von Wracks aus der Zeit der Weltkriege erfolgte in der Vergangenheit von Seiten des Kampfmittelräumdienstes auf den Verdacht hin, dass sich noch Munition an Bord befinden



könnte. Hier ist eine Abwägung von Sicherheitsaspekten und dem Schutz des Kulturerbes durchzuführen.

### 3.2 Windenergie auf See

Der zunehmende Raumanspruch durch die Offshore-Windenergie bzw. die ambitionierten Ziele der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See waren der Hauptgrund für die Aufstellung der Raumordnungspläne 2009 für die deutsche AWZ der Nord- und Ostsee. Die Aufstellung der Raumordnungspläne war dabei eine ausdrücklich genannte Maßnahme zur Förderung des Ausbaus Erneuerbarer Energien.

Beim Erlass der Raumordnungspläne 2009 befand sich ein erster Offshore-Windpark, das Testfeld alpha ventus, mit 12 Einzelanlagen kurz vor der Fertigstellung. Mittlerweile sind in der AWZ der Nordsee 21 Windparks mit insgesamt 1.399 Anlagen und einer installierten Leistung von rund. 7,2 GW im (Probe-)Betrieb.

Die ersten Offshore-Windenergieanlagen hatten eine Nennleistung von 2,3 bis 5 MW. Größere Rotoren und tragfähigere Unterkonstruktionen haben dazu geführt, dass sich im Laufe der Zeit die Nennleistung deutlich erhöht hat.

#### Fachplanung:

Mit dem FEP 2019 (gegenwärtig in der Fortschreibung und Änderung) existiert eine aktuelle Fachplanung zur Steuerung der Planung des Ausbaus der Windenergie auf See und der Stromnetzanbindungen.

Der aktuelle FEP-Entwurf legt in der AWZ der Ostsee die Gebiete O-1 bis O-3 für Windenergie auf See zur Erreichung des Ausbauziels in Höhe von 20 GW bis 2030 fest. Der erhöhte Ausbaupfad für Windenergie auf See ergibt sich aus dem vom Bundeskabinett am 3. Juni 2020 beschlossenen Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderen Vorschriften.

Im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb von Windenergieanlagen können sich verschiedene Auswirkungen auf die Meeresumwelt ergeben, u.a. ein lokaler Lebensraumverlust durch die dauerhafte Flächenversiegelung, Scheuch- und Barriereeffekte und ein daraus resultierender Habitatverlust für die Avifauna. Ebenfalls zu betrachten sind potenzielle Auswirkungen des Wartungs- und Serviceverkehrs.

Für die Bewertung der Festlegungen für Windenergie auf See werden folgende mögliche Auswirkungen geprüft:

Tabelle 19. Wirkungen und potenzielle Auswirkungen durch Windenergie auf See (t = temporär).

Nutzung	Wirkung	Potenzielle Auswirkung	Schutzgüter																	
			Benthos	Fische	See- und Rastvögel	Zugvögel	Meeressäuger	Fledermäuse	Plankton	Biotypen	Biologische Vielfalt	Boden	Fläche	Wasser	Luft	Klima	Mensch/ Gesundheit	Kultur- und Sachgüter	Landschaftsbild	
Gebiete für Windenergie auf See	Einbringen von Hartsubstrat (Fundamente)	Veränderung von Habitaten	x	x			x		x	x	x	x								
		Lebensraum- und Flächenverlust	x	x			x			x	x	x	x						x	
		Anlockeffekte, Erhöhung der Artenvielfalt, Veränderung der Artenzusammensetzung	x	x	x		x		x		x									
		Veränderung der hydrographischen Bedingungen	x	x			x		x					x						
	Auskolkung/Sedimentumlagerung	Veränderung von Habitaten	x	x						x	x		x							
	Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen (Bauphase)	Beeinträchtigung	x t	x t	x t					x t				x t						
		Physiologische Effekte und Scheueffekte		x t			x													
	Resuspension von Sediment und Sedimentation (Bauphase)	Beeinträchtigung	x t	x t						x t				x t						
	Schallemissionen während der Rammung (Bauphase)	Beeinträchtigung/Scheueffekt		x t			x													
		potenzielle Störung/Schädigung		x t			x													
	Visuelle Unruhe durch Baubetrieb	Lokale Scheuch- und Barriereeffekte		x t	x t															
	Hindernis im Luftraum	Scheueffekte, Habitatverlust			x															
		Barrierewirkung, Kollision			x	x			x										x	
	Lichtemissionen (Bau und Betrieb)	Anlockeffekte, Kollision			x	x			x										x	
windparkbezogener Schiffsverkehr (Wartungs-, Bauverkehr)	siehe Schifffahrt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x t	x	x	x	x	x	x		

### 3.2.1 Boden/ Fläche

Durch die Nutzung Offshore-Windenergie kommt zu folgenden Auswirkungen auf den Meeresboden:

Die Windenergieanlagen haben im Hinblick auf das Schutzgut Boden eine lokal eng begrenzte Umweltauswirkung. Das Sediment ist nur im unmittelbaren Nahbereich permanent durch das Einbringen der Gründungselemente (ggf. inkl. Kolkenschutz) und die daraus resultierende Flächeninanspruchnahme betroffen.

Bei der Gründung der Windenergieanlagen und Plattformen sowie dem Einspülen von parkinternen Verkabelungen kommt es baubedingt vorübergehend zur Aufwirbelung von Sedimenten und zur Ausbildung von Trübungsfahnen. Das Ausmaß der Resuspension hängt im Wesentlichen vom Feinkorngehalt (Tone und Schluffe) im Sediment ab. In den Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch direkt im Bereich des Eingriffs oder in deren unmittelbarer Umgebung absetzen. Der Suspensionsgehalt nimmt durch Verdünnungseffekte und Sedimentation der aufgewirbelten Sedimentpartikel

schnell wieder auf die natürlichen Hintergrundwerte ab. Die zu erwartenden Beeinträchtigungen in Bereichen mit höherem Feinkornanteil und der damit einhergehenden erhöhten Trübung bleiben aufgrund der geringen bodennahen Strömung kleinräumig begrenzt.

In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten (z.B. Arkona-Becken oder Mecklenburger Bucht) wird sich das freigesetzte Sediment deutlich langsamer wieder absetzen. Da die bodennahen Strömungen jedoch gering sind (im Arkona-Becken mit einem mittleren Betrag von rund 0,06 m/s; oberflächennah 0,1 m/s), ist davon auszugehen, dass auch hier die auftretenden Trübungsfahnen eine eher lokale Ausprägung haben und sich das Sediment relativ nah an der Baustelle wieder absetzen wird. Eine Simulation zu den Auswirkungen des Offshore-Windparks „Beta Baltic“ in der Mecklenburger Bucht, die eine vergleichbare Sedimentzusammensetzung wie das Arkona-Becken aufweist, zeigte, dass bei Strömungsgeschwindigkeiten von 0,3 m/s die maximale Sedimentausbreitung etwa 2 bis 3 km beträgt (MEYERLE & WINTER 2002). Dabei verbleibt das freigesetzte Material lange genug in der Wassersäule, um sich großflächig zu verteilen, so dass aufgrund der vergleichsweise geringen Volumina kaum nachweisbare Mächtigkeiten des abgelagerten Materials zu erwarten sind. Höchstens 12 Stunden nach Freisetzung sinkt die Konzentration auf unter 0,001 kg/m<sup>3</sup>. Auch im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für die „Nord Stream Pipeline“ ergaben die Monitoringergebnisse während der Bauphase insgesamt nur klein- bis mittlräumige, vorübergehende Auswirkungen durch Sedimentverdriftungen (Trübungsfahnen) und bestätigten die Prognosen des Umweltgutachters (IFAÖ 2009), der die Auswirkungen insgesamt als geringe Struktur- und Funktionsbeeinträchtigung eingestuft hat. Basierend auf diesen Ergebnissen ist davon auszugehen, dass Trübungsfahnen, die bei der

Gründung von Windenergieanlagen und Plattformen bzw. der Verlegung von Seekabeln in Bereichen mit Weichsedimenten freigesetzt werden, maximal bis zu einer Entfernung von 500 m über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen werden.

Untersuchungen von ANDRULEWICZ et al. (2003) belegen zudem, dass der Meeresboden der Ostsee aufgrund der natürlichen Sedimentdynamik entlang der betroffenen Trassen eine Wiedereinebnung erfährt. Verschiedene im Rahmen von Verfahren durchgeführte Modellberechnungen und die Erfahrungen aus den Verfahren zeigen jedoch, dass die Wiedereinebnung eher langfristig erfolgt.

Kurzfristig können Schad- und Nährstoffe aus dem Sediment in das Bodenwasser freigesetzt werden. Die mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus sandigen Sedimenten ist bei einem relativ geringen Feinkornanteil und geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. In Gebieten mit einem hohen Feinkornanteil (z.B. Becken) kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i. d. R. an herabsinkende Partikel, die wegen der geringen Strömungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben. Mittelfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schlickigen Becken abgesetzt.

Auswirkungen in Form mechanischer Beanspruchung des Bodens durch Verdrängung, Kompaktion und Erschütterungen, die im Zuge der Bauphase zu erwarten sind, werden wegen ihrer Kleinräumigkeit als gering eingeschätzt.

Betriebsbedingt kann es durch die Wechselwirkung von Fundament und Hydrodynamik im unmittelbaren Umfeld der Anlagen und Plattformen zu einer dauerhaften Aufwirbelung und Umlage-

rung von Sedimenten kommen. Nach den bisherigen Erfahrungen in der Nordsee ist mit strömungsbedingten dauerhaften Sedimentumlagerungen nur im unmittelbaren Umfeld der Plattformen zu rechnen. Für die Ostsee liegen derartige Erfahrungen zurzeit noch nicht vor. Aber aufgrund der geringen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten ist im Bereich der Gründungsstrukturen auch in der Ostsee nur ein lokaler Kolk zu erwarten. Aufgrund des prognostizierten räumlich eng begrenzten Umgriffs der Auskolkung ist mit keinen nennenswerten Substratveränderungen zu rechnen.

Bei der parkinternen Verkabelung kommt es betriebsbedingt radial um die Kabel zu einer Erwärmung des umgebenden Sediments. Die Wärmeabgabe resultiert aus den thermischen Verlusten der Kabelsysteme bei der Energieübertragung. Für die Temperaturentwicklung in der oberflächennahen Sedimentschicht ist zudem die Verlegetiefe der Kabelsysteme entscheidend. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind bei Einhaltung einer ausreichenden Verlegetiefe und bei Einsatz von Kabelkonfigurationen nach Stand der Technik keine signifikanten Auswirkungen durch die kabelinduzierte Sedimenterwärmung zu erwarten.

Die beschriebenen Auswirkungen durch die Windenergie auf See sind räumlich begrenzt und mit Ausnahme der Flächenversiegelung durch das Einbringen von Gründungsstrukturen temporär. Die Auswirkungen ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

Der ROP sieht für die AWZ der Ostsee drei Vorranggebiete und keine Vorbehaltsgebiete vor. Bei Nichtdurchführung des Plans ist mit einem weniger koordinierten Ausbau der Windenergie auf See zu rechnen. Dieses könnte zu einem vergleichsweise hohen Flächenverbrauch, vermehrten Sedimentumlagerungen und damit zu erhöhten negativen Auswirkungen auf die

Schutzgüter Boden und Fläche gegenüber einer räumlich und zeitlich koordinierten Verlegung führen. Zudem wäre durch einen unkoordinierten Ausbau mit einer erhöhten Anzahl von Kreuzungsbauwerken zu rechnen, welche die Einbringung von Hartsubstrat notwendig machen würde. So könnten bspw. Steinschüttungen auch in Gebieten mit überwiegend homogenem sandigen Meeresboden notwendig werden, die sonst vermieden werden könnten.

### 3.2.2 Benthos und Biotoptypen

Benthische Lebensgemeinschaften und Biotope wären auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Rohstoffgewinnung und Fischerei, in Teilen betroffen. Darüber hinaus ist damit zu rechnen, dass sich die durch den Klimawandel bereits eingesezte Erwärmung des Wassers auch in Zukunft weiter fortsetzen wird. Dieses hat auch Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften. So kann es zur Ansiedlung neuer Arten bzw. zu einer Verschiebung des Artenspektrums insgesamt kommen. Diese Entwicklung ist jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Planung der Windparks zu rechnen. Infolge der Nichtdurchführung des Plans könnte es zu einer vergleichsweise höheren Flächeninanspruchnahme und damit einer Verstärkung möglicher Auswirkungen auf das Benthos und Biotope gegenüber der Durchführung des Plans kommen. Mögliche Auswirkungen resultieren aus der Einbringung der Fundamente der Windenergieanlagen und Plattformen. Während der Bauphase könnte es durch die direkte Störung der oberflächennahen Sedimente, durch Schadstoffeinträge, die Resuspension von Sediment, die Bildung von Trübungsfahnen und die Erhöhung der Sedimentation zu Auswirkungen auf Benthoslebensgemeinschaften kommen.

Im Umkreis der Fundamente der Anlagen und Plattformen können sich anlagebedingt durch das eingebrachte künstliche Hartsubstrat Änderungen in der vorhandenen Artenzusammensetzung ergeben.

Da die Festlegungen des Plans auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens abzielen, wäre bei Nichtumsetzung des Planes der Schutz des Benthos und von Biotopen voraussichtlich schwieriger zu gewährleisten als bei Durchführung des Plans.

### 3.2.3 Fische

Die bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen von OWPs auf die Fischfauna sind räumlich und teilweise auch zeitlich begrenzt und konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Fläche des geplanten Vorhabens. Im Folgenden werden Auswirkungen der verschiedenen Windpark-Phasen detailliert dargestellt.

#### Baubedingte Auswirkungen

- Schallemissionen durch die Rammung der Fundamente
- Sedimentation und Trübungsfahnen

Im Bereich des Vorhabens ist baubedingt mit **Schallemissionen** sowohl durch den Einsatz von Schiffen, Kränen und Bauplattformen als auch durch die Installation der Fundamente und gegebenenfalls durch das Einbringen des Kolk-schutzes zu rechnen. Aus der Literatur ist bekannt, dass Rammschläge unter Wasser im niederfrequenten Bereich hohe Schalldrücke produzieren. Alle bisher untersuchten Fischarten und ihre Lebensstadien können Schall als Teilchenbewegung und Druckänderungen wahrnehmen (KNUST et al. 2003, KUNC et al. 2016, WEILGART 2018, POPPER & HAWKINS 2019). Je nach Intensität, Frequenz und Dauer von Schallereignissen könnte Schall sich direkt negativ auf die Entwicklung, das Wachstum und das Verhalten der Fische auswirken oder akustische Umweltsignale überlagern, die mitunter entscheidend für das Überleben der Fische sind (KUNC et al.

2016, WEILGART 2018, DE JONG et al. 2020). Bisherige Hinweise zu Auswirkungen von Schall auf Fische stammen allerdings mehrheitlich aus Laboruntersuchungen (WEILGART 2018). Die Reichweite der Wahrnehmung und mögliche art-spezifische Verhaltensreaktionen im marinen Habitat sind bislang nur wenig untersucht. Die baubedingten Auswirkungen der Windparks auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich begrenzt. Es ist wahrscheinlich, dass es während der Bauphase durch kurze, intensive Schaller-eignisse – insbesondere während der Installation der Fundamente – zur Vergrämung von Fischen kommt. In der belgischen AWZ zeigten DE BACKER et al. (2017), dass der bei Rammarbeiten entstehende Schalldruck ausreichte, um bei Kabeljau *Gadus morhua* innere Blutungen und Barotraumen der Schwimmblase zu verursachen. Diese Wirkung wurde ab einer Entfernung von 1.400 m oder näher von einer Rammschall-quelle ohne jeglichen Schallschutz festgestellt (DE BACKER et al. 2017). Derartige Untersuchungen weisen darauf hin, dass erhebliche Störungen oder sogar die Tötung einzelner Fische im Nahbereich der Rammstellen möglich sind. Hydroakustische Messungen zeigten, dass Bau-maßnahmen (Rammarbeiten und anderen Bauaktivitäten) im Testfeld „alpha ventus“ einen stark verringerten Bestand von pelagischen Fischen relativ zu dem umgebenden Gebiet zur Folge hatten (KRÄGEFSKY 2014). Nach vorübergehender Vertreibung ist eine Rückkehr der Fische nach Beendigung der schallintensiven Bau-maßnahmen jedoch wahrscheinlich. Untersuchungen zu Schallauswirkungen auf Fische von NEO et al. (2016) zeigten, dass die Tiere 30 min nach den auditiven Reizen weitestgehend zu ihrem gewöhnlichen Verhalten zurückkehrten.

Durch die Bautätigkeiten der Fundamente sowohl von Windenergieanlagen als auch der Um-spannplattform und der parkinternen Verkabelung entstehen **Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen**, die – wenn auch zeitlich be-

fristet und artspezifisch unterschiedlich – physiologische Beeinträchtigungen der Fischfauna, insbesondere des Fischlaichs, bewirken können. Erhebliche Auswirkungen durch Sedimentaufwirbelungen, Trübungsfahnen und Sedimentation auf die Fischfauna sind allerdings nicht zu erwarten. Detaillierte Informationen hierzu sind dem Kapitel 3.4.3 zu entnehmen.

#### Anlagenbedingte Auswirkungen

- Flächeninanspruchnahme
- Einbringen von Hartsubstrat
- Fischereiverbot
- Betriebsschall

Durch die Errichtung der Fundamente der OWEA und technischer Plattformen sowie des Kolksschutzes werden Lebensräume überbaut und für die Fische nicht mehr zur Verfügung stehen. Es kommt zum dauerhaften **Lebensraumverlust** für demersale Fischarten und deren Nahrungsgrundlage, dem Makrozoobenthos, durch die lokale Überbauung. Dieser Lebensraumverlust ist jedoch auf den unmittelbaren, jeweils kleinräumigen Standort der einzelnen OWEA und Plattformen begrenzt.

Die Errichtung von Windparks verändert die Struktur der oft einheitlich sandigen Meeresböden der Ostsee durch neu eingebrachtes Hartsubstrat (Fundamente, Kolksschutz). Mehrheitlich wurde eine **Attraktionswirkung künstlicher Riffe** auf Fische beobachtet (METHRATTA & DARDICK 2019). Ob dies jedoch die Folge einer Konzentrationswirkung auf Fische ist, die sich andernfalls an anderer Stelle aufhalten würden, oder Folge einer erhöhten Produktivität, ist bislang nicht abschließend geklärt (GLAROU et al. 2020). In der Nähe norwegischer Ölplattformen wurden höhere Fänge von Kabeljau und Seelachs erzielt als vor deren Bau (VALDEMARSEN 1979, SOLDAL et al. 2002). In der Ostsee werden über Wracks und Steinfeldern vermehrt große adulte Räuber wie Kabeljau *Gadus morhua* und Seelachs *Pollachius virens* beobachtet (EHRICH

2003). In der Nähe künstlicher Riffe wurden erhöhte Dichten von Plattfischen angetroffen (POLOVINA & SAKI 1989). An den Monopiles des bestehenden Windparks „Horns Rev I“ kommen laut Gutachten und Videoaufnahmen des Begleitmonitorings eine Vielzahl von Fischarten vor, welche das künstliche Hartsubstratangebot nutzen (LEONHARD et al. 2011). Neben diesem positiven Effekt könnte die Veränderung der Dominanzverhältnisse und der Größenstruktur innerhalb der Fischgemeinschaft infolge der Zunahme großer Raubfische zu einem erhöhten Fraßdruck auf eine oder mehrere Beutefischarten führen.

Es besteht eine Abhängigkeit der Attraktivität künstlicher Substrate für Fische von der Größe des eingebrachten Hartsubstrats (OGAWA et al. 1977). Der Wirkradius wird mit 200 bis 300 m für pelagische und bis 100 m für benthische Fische angenommen (GROVE et al. 1989). STANLEY & WILSON (1997) fanden erhöhte Fischdichten in einem Umkreis von 16 m um eine Bohrinnsel im Golf von Mexiko. Übertragen auf die Fundamente der Windenergieanlagen ist aufgrund des Abstandes der einzelnen Anlagen voneinander davon auszugehen, dass jedes einzelne Fundament, unabhängig vom Fundamenttyp, als eigenes, relativ wenig strukturiertes Substrat wirkt und die Auswirkung nicht die gesamte Windparkfläche umfasst.

COUPERUS et al. (2010) wiesen im Nahbereich (0-20 m) der Fundamente von Windturbinen mittels hydroakustischer Methoden eine bis zu 37-fach erhöhte Konzentration pelagischer Fische nach im Vergleich zu den Bereichen zwischen den einzelnen Windturbinen. REUBENS et al. (2014) fanden an den Fundamenten deutlich höhere Konzentrationen von Franzosendorsch *Trisopterus luscus* als über dem umliegenden Weichsubstrat, die sich vorwiegend von dem Bewuchs auf den Fundamenten ernährten. GLAROU et al. (2020) werteten 89 wissenschaftliche Studien zu künstlichen Riffen aus, von de-

nen 94% positive oder keine Effekte durch künstliche Riffe auf die Abundanz und Biodiversität der Fischfauna nachwies. In 49% der Studien konnten lokal erhöhte Fischabundanz nach der Errichtung von künstlichen Riffen verzeichnet werden. Gründe für ein erhöhtes Fischvorkommen an künstlichen Riffen und in OWPs könnten die lokal umfangreichere Nahrungsverfügbarkeit und der Schutz vor Strömungen und Räubern sein (GLAROU et al. 2020).

Der **Wegfall der Fischerei** aufgrund des voraussichtlich anzuordnenden Befahrensverbots in den Windparkflächen könnte einen weiteren positiven Effekt auf die Fischzönose haben. Einhergehende negative Fischereieffekte, wie Störung oder Zerstörung des Meeresbodens sowie Fang und Beifang vieler Arten würden entfallen. Durch den fehlenden Fischereidruck könnte sich die Altersstruktur der Fischfauna innerhalb der Vorhabenfläche wieder zu einer natürlicheren Verteilung entwickeln, sodass die Anzahl älterer Individuen steigt. Neben dem Fehlen der Fischerei wäre auch eine verbesserte Nahrungsgrundlage für Fischarten mit unterschiedlichster Ernährungsweise denkbar. Der Bewuchs der Windenergieanlagen mit sessilen Wirbellosen könnte benthosfressende Arten begünstigen und den Fischen eine größere und diversere Nahrungsquelle zugänglich machen (GLAROU et al. 2020). Die Kondition der Fische könnte sich dadurch verbessern, was sich wiederum positiv auf die Fitness auswirken würde. Derzeit besteht Forschungsbedarf, um derartige kumulative Auswirkungen auf Populationsebene der Fische zu übertragen. Bisher wurden die Effekte auf die Fischfauna, die sich durch den Wegfall der Fischerei im Bereich der Offshore-Windparks ergeben könnten, nicht direkt untersucht bzw. stehen für einige Fischarten bislang Ergebnisse aus (GIMPEL et al. 2020).

Für die Betriebsphase der OWPs ist davon auszugehen, dass aufgrund der vorherrschenden meteorologischen Bedingungen in der Ostsee grundsätzlich ein nahezu permanenter Betrieb

der WEA möglich sein wird. Der durch die WEA emittierte Schall wird daher voraussichtlich dauerhaft sein. Untersuchungen von MATUSCHEK et al. (2018) zum **Betriebsschall** von Windparks zeigten, dass in einem Abstand von 100 m zur jeweiligen Anlage tieffrequente Geräusche messbar sind. Mit steigendem Abstand zur Anlage nahmen die Schallpegel zur Windparkmitte in allen Windparks ab. Außerhalb der Windparks, in 1 km Entfernung, wurden jedoch höhere Pegel als in der Mitte des Windparks gemessen. Generell wurde bei den Untersuchungen ersichtlich, dass sich der von den Anlagen emittierte Unterwasserschall nicht eindeutig von anderen Schallquellen, wie Wellen oder Schiffsgerauschen, trennen lässt (MATUSCHEK et al. 2018). Bisherige Untersuchungen zu Auswirkungen kontinuierlicher Geräuschemissionen auf Fische konnten keine eindeutigen Hinweise auf negative Effekte, wie anhaltende Stressreaktionen, nachweisen (WEILGART 2018).

### 3.2.4 Marine Säuger

Baubedingt: Gefährdungen können für Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde durch Lärmemissionen während des Baus von Offshore-Windenergieanlagen und des Umspannwerks verursacht werden, wenn keine Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen getroffen werden. Je nach Gründungsmethode kann Impulsschall oder Dauerschall eingetragen werden. Der Eintrag von Impulsschall, der z. B. beim Einrammen von Pfählen mit hydraulischen Hämmern entsteht ist gut untersucht. Der aktuelle Kenntnisstand über den Impulsschall trägt zu der Entwicklung von technischen Schallminderungssystemen maßgeblich bei. Dagegen ist der aktuelle Kenntnisstand zum Eintrag von Dauerschall in Folge der Einbringung von Gründungspfählen mittels alternativer Methoden sehr gering.

Das Umweltbundesamt (UBA) empfiehlt die Einhaltung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Fundamenten für Offshore-Windenergieanlagen. Der Schallereignispegel (SEL) soll

außerhalb eines Kreises mit einem Radius von 750 m um die Ramm- bzw. Einbringungsstelle 160 dB (re 1  $\mu$ Pa) nicht überschreiten. Der maximale Spitzenschalldruckpegel soll 190 dB möglichst nicht überschreiten. Die Empfehlung des UBA beinhaltet keine weiteren Konkretisierungen des SEL-Lärmschutzwertes (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4118.pdf>, Stand: Mai 2011).

Der vom UBA empfohlene Lärmschutzwert wurde bereits durch Vorarbeiten verschiedener Projekte erarbeitet (UNIVERSITÄT HANNOVER, ITAP, FTZ 2003). Es wurden dabei aus Vorsorgegründen „Sicherheitsabschläge“ berücksichtigt, z. B. für die bislang dokumentierte interindividuelle Streuung der Gehörempfindlichkeit und vor allem wegen des Problems der wiederholten Einwirkung lauter Schallimpulse, wie diese bei der Rammung von Fundamenten entstehen werden (ELMER et al., 2007). Es liegen derzeit nur sehr eingeschränkt gesicherte Daten vor, um die Einwirkdauer der Beschallung mit Rammgeräuschen bewerten zu können. Rammarbeiten, die mehrere Stunden dauern können, haben jedoch ein weit höheres Schädigungspotential als ein einziger Rammschlag. Mit welchem Abschlag auf den o. g. Grenzwert eine Folge von Einzelergebnissen zu bewerten ist, bleibt derzeit unklar. Ein Abschlag von 3 dB bis 5 dB für jede Verzehnfachung der Anzahl der Rammimpulse wird in Fachkreisen diskutiert. Aufgrund der hier aufgezeigten Unsicherheiten bei der Bewertung der Einwirkdauer liegt der in der Zulassungspraxis eingesetzte Grenzwert unter dem von SOUTHALL et al. (2007) vorgeschlagenen Grenzwert.

Das BSH hat im Rahmen der Aufstellung einer Messvorschrift für die Erfassung und Bewertung des Unterwasserschalls von Offshore-Windparks die Vorgaben aus der Empfehlung des UBA (UBA 2011) sowie aus Erkenntnissen der Forschungsvorhaben hinsichtlich der Lärmschutzwerte konkretisiert und soweit wie möglich standardisiert. In der Messvorschrift für Unter-

wasserschallmessungen des BSH wird als Bewertungspegel der SEL<sub>5</sub>-Wert definiert, d.h. 95% der gemessenen Einzel-Schallereignispegeln müssen unter den statistisch ermittelten SEL<sub>5</sub>-Wert liegen (BSH 2011). Die umfangreichen Messungen in Rahmen der Effizienzkontrolle zeigen, dass der SEL<sub>5</sub> bis zu 3 dB höher als der SEL<sub>50</sub> liegt. Somit wurde durch die Definition des SEL<sub>5</sub>-Wertes als Bewertungspegels eine weitere Verschärfung des Lärmschutzwertes vorgenommen, um den Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen.

Somit geht das BSH bei Gesamtbewertung der vorliegenden Fachinformationen davon aus, dass der Schallereignispegel (SEL<sub>5</sub>) außerhalb eines Kreises mit einem Radius von 750 m um die Ramm- bzw. Einbringungsstelle den Wert 160 dB (re 1  $\mu$ Pa) nicht überschreiten darf, um Beeinträchtigungen der Schweinswale mit der erforderlichen Sicherheit ausschließen zu können.

Ergebnisse zur akustischen Belastbarkeit von Schweinswalen wurden im Rahmen des MINOSplus-Projektes erzielt. Nach einer Beschallung mit einem maximalen Empfangspegel von 200 pk-pk dB re 1  $\mu$ Pa und einer Energieflussdichte von 164 dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>/Hz wurde bei einem Tier in Gefangenschaft bei 4 kHz erstmals eine temporäre Hörschwellenverschiebung (so genanntes TTS) festgestellt. Weiterhin zeigte sich, dass die Hörschwellenverschiebung mehr als 24 Stunden anhielt. Verhaltensänderungen wurden an dem Tier bereits ab einem Empfangspegel von 174 pk-pk dB re 1  $\mu$ Pa registriert (LUCKE et al. 2009). Neben der absoluten Lautstärke bestimmt jedoch auch die Dauer des Signals die Auswirkungen auf die Belastungsgrenze. Die Belastungsgrenze sinkt mit zunehmender Dauer des Signals, d. h. bei dauerhafter Belastung kann es auch bei niedrigeren Lautstärken zu einer Schädigung des Gehörs der Tiere kommen. Aufgrund dieser neuesten Erkenntnisse ist es eindeutig, dass Schweinswale spätestens ab einem Wert von 200 Dezibel (dB)



eine Hörschwellenverschiebung erleiden, die möglicherweise auch zu Schädigungen von lebenswichtigen Sinnesorganen führen kann.

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die zur Empfehlung oder Festlegung von so genannten Lärmschutzwerten geführt haben, beruhen mehrheitlich auf Beobachtungen bei anderen Walarten (SOUTHALL et al. 2007) oder auf Experimenten an Schweinswalen in Gefangenschaft unter Einsatz von so genannten Airguns oder Luftpulsern (LUCKE et al. 2009).

Ohne den Einsatz von schallmindernden Maßnahmen können erhebliche Beeinträchtigungen mariner Säuger während der Rammarbeiten der Fundamente nicht ausgeschlossen werden. Die Rammarbeiten von Pfählen der Windenergieanlagen und des Umspannwerks werden deshalb im konkreten Zulassungsverfahren nur unter dem Einsatz wirksamer Schallminderungsmaßnahmen gestattet werden. Hierzu werden Grundsätze aufgenommen. Diese besagen, dass die Rammarbeiten bei der Installation der Fundamente von Offshore Windenergieanlagen und Plattformen nur unter Einhaltung von strengen Schallminderungsmaßnahmen durchzuführen sind. Im konkreten Zulassungsverfahren werden zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte (Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re 1 µPa und maximaler Spitzenpegel von 190 dB re 1 µPa in 750 m Entfernung um die Ramm- bzw. Einbringstelle) umfangreiche Schallminderungsmaßnahmen und Überwachungsmaßnahmen angeordnet werden. Durch geeignete Maßnahmen ist dabei sicherzustellen, dass sich im Nahbereich der Rammstelle keine marinen Säugetiere aufhalten.

Aktuelle technische Entwicklungen aus dem Bereich der Minderung von Unterwasserschall zeigen, dass durch den Einsatz von geeigneten Systemen Auswirkungen durch Schalleintrag auf marine Säugetiere wesentlich reduziert oder sogar ganz vermieden werden können (Bellmann, 2020).

Unter Berücksichtigung des aktuellen Kenntnisstands werden im Rahmen der Konkretisierung der zu errichtenden Fundamenttypen im Zulassungsverfahren Auflagen angeordnet werden, mit dem Ziel, Auswirkungen durch Schalleintrag auf Schweinswale soweit wie möglich zu vermeiden. Das Maß der erforderlichen Auflagen ergibt sich auf Zulassungsebene standort- und projektspezifisch aus der Prüfung der konstruktiven Ausführung des jeweiligen Vorhabens anhand von artenschutzrechtlichen und gebietsschutzrechtlichen Vorgaben.

Die Zulassungsbescheide des BSH beinhalten zwei Anordnungen zum Schutz der Meeresumwelt von Schalleinträgen durch Rammarbeiten:

- a) Reduzierung des Schalleintrags an der Quelle: Verbindlicher Einsatz von geräuscharmen Arbeitsmethoden nach dem Stand der Technik bei der Einbringung von Gründungspfählen und verbindliche Einschränkung der Schallemissionen bei Rammarbeiten. Die Anordnung dient vorrangig dem Schutz mariner Tierarten von impulshaltigen Schalleinträgen durch Vermeidung von Tötungen und Verletzungen.
- b) Vermeidung von erheblichen kumulativen Auswirkungen: Die Ausbreitung der Schallemissionen darf definierte Flächenanteile der deutschen AWZ und der Naturschutzgebiete nicht überschreiten. Es wird dadurch sichergestellt, dass den Tieren zu jeder Zeit ausreichend hochwertige Habitate zum Ausweichen zur Verfügung stehen. Die Anordnung dient vorrangig dem Schutz mariner Habitate durch Vermeidung und Minimierung von Störungen durch impulshaltigem Schalleintrag.

Die Anordnung unter a) gibt die verbindlich einzuhaltende Lärmschutzwerte und maximale Dauer des impulshaltigen Schalleintrags, den

Einsatz von technischen Schallminderungssystemen und Vergrämung sowie das Maß der Überwachung der Schutzmaßnahmen vor.

Unter der Anordnung b) werden u.a. Regelungen zur Vermeidung und Verminderung von erheblichen kumulativen Auswirkungen bzw. Störungen des Bestands des Schweinswals, die durch impulshaltigen Schalleinträgen verursacht werden können, getroffen.

Generell gelten die für Schweinswale genannten Erwägungen zur Schallbelastung durch Bau- und Betriebsaktivitäten von Windenergieanlagen und Plattformen auch für alle weiteren in der mittelbaren Umgebung der Bauwerke vorkommenden marinen Säugetiere.

Insbesondere während der Rammarbeiten sind direkte Störungen mariner Säugetiere auf Individuenebene lokal um die Rammstelle und zeitlich begrenzt zu erwarten, wobei – wie oben ausgeführt - auch die Dauer der Arbeiten Auswirkungen auf die Belastungsgrenze hat. Um einer dadurch bedingten Gefährdung der Meeresumwelt vorzubeugen, muss in dem konkreten Zulassungsverfahren die Anordnung erfolgen, die effektive Rammzeit (einschließlich der Vergrämung) auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die jeweils einzuhaltende effektive Rammzeit (einschließlich der Vergrämung) wird später im Zulassungsverfahren standort- und anlagenspezifisch vorgegeben. Im Rahmen des Vollzugsverfahrens wird zudem eine Koordination von schallintensiven Arbeiten mit anderen Bauprojekten vorbehalten, um kumulative Effekte zu verhindern bzw. zu reduzieren.

Auf der Basis der funktionsabhängigen Bedeutung der Gebiete für Schweinswale und unter Berücksichtigung der Schallschutzmaßnahmen zur Vermeidung von Störungen und kumulativen Effekten, der getroffenen Regelungen im Flächenentwicklungsplan (FEP, 2019), der Vorgaben im Rahmen der Eignungsprüfung und den Auflagen im Rahmen von Einzelzulassungsver-

fahren zur Reduzierung der Schalleinträge werden die möglichen Auswirkungen von schallintensiven Errichtungsarbeiten auf Schweinswale als nicht erheblich eingeschätzt. Durch die Festlegung von Vorranggebieten für Windenergiegewinnung außerhalb von Naturschutzgebieten werden Beeinträchtigungen von wichtigen Nahrungs- und Aufzuchtsgründen des Schweinswals ausgeschlossen.

Betriebsbedingte Geräusche der Windenergieanlagen und der Umspannplattform haben nach aktuellem Kenntnisstand keine Auswirkungen auf hochmobile Tiere wie marine Säuger. Die Untersuchungen im Rahmen des Betriebsmonitorings für Offshore-Windparks haben bisher keine Hinweise gegeben, die eine Meidung durch den windparkgebundenen Schiffsverkehr erkennen lassen. Eine Meidung konnte bisher nur während der Installation der Fundamente festgestellt werden, die möglicherweise mit der großen Anzahl und die unterschiedlichen Betriebszustände von Fahrzeugen in der Baustelle zusammenhängen können.

Die standardisierten Messungen des Dauerschalleintrags durch den Betrieb der Windparks einschließlich des windparkgebundenen Schiffsverkehrs haben ergeben, dass in einem Abstand von 100 m zur jeweiligen Windenergieanlage tieffrequente Geräusche messbar sind. Mit zunehmendem Abstand zur Anlage heben sich allerdings die Geräusche der Anlage nur unwesentlich vom Umgebungsschall ab. Bereits in 1 km Entfernung zum Windpark werden stets höhere Schallpegel als in der Mitte des Windparks gemessen. Die Untersuchungen haben eindeutig gezeigt, dass sich der von den Anlagen emittierte Unterwasserschall bereits in geringen Entfernungen nicht eindeutig von anderen Schallquellen, wie Wellen oder Schiffsgeräuschen, identifiziert werden kann. Auch der windparkgebundene Schiffsverkehr konnte kaum von dem allgemeinen Umgebungsschall, der durch diverse Schallquellen, wie u.a. der sonstige Schiffsverkehr, Wind und Wellen, Regen und andere

Nutzungen eingetragen wird differenziert werden (MATUSCHEK et al. 2018).

Bei allen Messungen wurde dabei festgestellt, dass nicht nur die Offshore Windenergieanlagen Schall ins Wasser emittieren, sondern auch verschieden natürliche Schallquellen, wie z. B. durch Wind und Wellen (permanenter Hintergrundschaall) breitbandig im Wasser detektierbar sind und zum breitbandigen permanenten Hintergrundschaall beitragen.

In der Messvorschrift für Erfassung und Auswertung des Unterwasserschalls (BSH, 2011) wird für eine technisch eindeutige Berechnung des Impulsschalls bei Rammarbeiten eine Pegeldifferenz zwischen Impuls- und Hintergrundschaall von mindestens 10 dB gefordert. Für die Berechnung oder Bewertung von Dauerschallmessungen ist hingegen mangels an Erfahrungen und Daten keine Mindestanforderung diesbezüglich vorhanden. Im Luftschallbereich werden für die eindeutige Beurteilung von Anlagen- bzw. Betriebsgeräuschen eine Pegeldifferenz zwischen Anlagen- und Hintergrundschaall von mindestens 6 dB gefordert. Wird diese Pegeldifferenz nicht erreicht, so ist eine technisch eindeutige Beurteilung der Anlagengeräusche nicht möglich bzw. das Anlagengeräusch hebt sich nicht vom Hintergrundschaallpegel eindeutig ab.

Die vorliegenden Ergebnisse aus den Messungen des Unterwasserschalls zeigen, dass ein solches 6 dB Kriterium in Anlehnung an den Luftschall höchstens in unmittelbarer Nähe zu einer der Anlagen erfüllt werden kann. Dieses Kriterium ist allerdings bereits in kurzer Entfernung zum Rand des Windparks nicht mehr erfüllt. Im Ergebnis hebt sich der durch den Betrieb der Anlagen emittierte Schall aus akustischer Sicht außerhalb der Vorhabengebiete nicht eindeutig von dem vorhandenen Umgebungsschaall ab.

Die biologische Relevanz des Dauerschalls auf marine Tierarten und insbesondere auf den Schweinswal ist bis heute nicht belastbar ge-

klärt. Dauerschall ist das Ergebnis von Emissionen aus verschiedenen anthropogenen Nutzungen aber auch aus natürlichen Quellen. Reaktionen der Tiere in der unmittelbaren Umgebung einer Quelle wie z.B. eines fahrenden Schiffes sind zu erwarten und können gelegentlich beobachtet werden. Solche Reaktionen sind sogar überlebenswichtig, um u.a. Kollisionen zu vermeiden. Dagegen können Reaktionen, die nicht in der unmittelbaren Umgebung von Schallquellen beobachtet wurden, nicht mehr einer bestimmten Quelle zugeordnet werden.

Verhaltensänderungen sind in deren überwiegender Mehrheit das Ergebnis einer Vielfalt von Einwirkungen. Lärm kann sicherlich eine mögliche Ursache von Verhaltensänderungen sein. Allerdings sind Verhaltensänderungen primär durch die Überlebensstrategie der Tiere, um Nahrung zu erbeuten, Fressfeinde und Räuber zu entkommen und um mit Artgenossen zu kommunizieren gesteuert. Verhaltensänderungen entstehen aus diesem Grund stets situativ und in unterschiedlicher Ausprägung.

In der Literatur finden sich Hinweise auf mögliche Verhaltensänderungen durch Schiffslärm, deren Ergebnisse allerdings nicht stichhaltig sind, um Schlussfolgerungen über Erheblichkeit von Verhaltensänderungen zu ziehen oder um gar geeignete Verminderungsmaßnahmen zu entwickeln und zu ergreifen.

Allerdings weisen wissenschaftliche Reviews der vorhandenen Literatur zu möglichen Auswirkungen des Schiffslärms auf Wale aber auch auf Fische eindeutig auf das Fehlen der Vergleichbarkeit, Übertragbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse hin (Popper & Hawkins, 2019, Erbe et al. 2019).

Von Öl- und Gasplattformen ist bekannt, dass die Anlockung von verschiedenen Fischarten zu einer Anreicherung des Nahrungsangebots führt (Fabi et al., 2004; Lokkeborg et al., 2002). Die Erfassung der Schweinswalsaktivität in der direkten Umgebung von Plattformen hat zudem

eine Zunahme der Schweinswalsaktivität, die mit Nahrungssuche assoziiert wird während der Nacht gezeigt (TODD et al., 2009). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass das möglicherweise erhöhte Nahrungsangebot in der Umgebung der Windenergieanlagen und der Umspannplattform mit großer Wahrscheinlichkeit attraktiv auf marine Säuger wirkt.

Als Ergebnis der SUP bleibt festzuhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut marine Säuger durch die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen und der Umspannplattform zu erwarten sind.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte insofern Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen durch Windenergiegewinnung auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe gehabt, in dem eine geordnete Planung des Ausbaus unter Berücksichtigung von konkreten Zielen und Grundsätzen nicht möglich gewesen wäre.

### 3.2.5 See- und Rastvögel

Baubedingt: Während der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen ist von Auswirkungen auf See- und Rastvögel auszugehen, die allerdings in Art und Umfang zeitlich sowie räumlich begrenzt wirken.

Bei störepfindlichen Arten ist mit einer Meidung der Baustelle zu rechnen, deren Intensität artspezifisch variieren und sehr wahrscheinlich als Reaktion auf den baubedingten Schiffsverkehr zurückgeführt werden kann.

Baubedingte Trübungsphasen treten lokal und zeitlich begrenzt auf. Anlockeffekte durch die Beleuchtung der Baustelle sowie der Baustellenfahrzeuge sind nicht auszuschließen.

Betriebs- und anlagenbedingt: Errichtete Windenergieanlagen können ein Hindernis im Luftraum darstellen und auch bei See- und Rastvögeln Kollisionen mit den vertikalen Strukturen

verursachen (GARTHE 2000). Bisherige Ausmaße solcher Vorkommnisse sind schwerlich abzuschätzen, da angenommen wird, dass ein Großteil der kollidierten Vögel nicht auf einer festen Struktur aufkommt (HÜPPOP et al. 2006). Für störepfindliche Arten wie See- und Prachttaucher ist das Kollisionsrisiko allerdings als sehr gering einzuschätzen, da sie auf Grund ihres Meideverhaltens nicht direkt in bzw. in die Nähe der Windparks fliegen. Weiterhin bestimmen Faktoren wie z.B. Manövrierfähigkeit, Flughöhe und Anteil der Zeit, die fliegend verbracht wird, das Kollisionsrisiko einer Art (GARTHE & HÜPPOP 2004). Das Kollisionsrisiko für See- und Rastvögel ist daher artspezifisch unterschiedlich zu bewerten.

Für die Abschätzung eines möglichen Kollisionsrisikos für See- und Rastvögel mit Windenergieanlagen auf See sind die entsprechenden Höhenparameter der Anlagen eine wichtige Kennzahl. Im ROP wurden entsprechend den aktuellen technischen Weiterentwicklungen von Windenergieanlagen Bandbreiten für die Höhenparameter derzeit verbauter bzw. potentieller Turbinentypen aufgenommen (vgl. Kapitel 1.5). Hierbei werden zum einen Windparkvorhaben berücksichtigt, die bereits in Betrieb sind, sowie jene die im Rahmen des Übergangssystems und der ersten Inbetriebnahmejahre des zentralen Systems in den Zonen 1 und 2 in Betrieb gehen. Für bereits realisierte oder zukünftige Windparkvorhaben in den Zonen 1 und 2 liegen Angaben bzw. Annahmen für 5 bis 12 MW- Anlagen vor, die eine Nabenhöhe von 100 bis 160 m und, basierend auf Rotordurchmessern von 140 m bis 220 m, eine Gesamthöhe von 170 m bis 270 m haben. Dies bedeutet, dass der untere rotorfreie Bereich von der Wasseroberfläche bis zur unteren Rotorblattspitze für Windparkvorhaben der Zonen 1 und 2 zwischen 30 m bis 50 m betragen würde. Die Windparkvorhaben in der AWZ der Ostsee sind in Zone 1.

Im Rahmen von StUKplus wurden im Vorhaben „TESTBIRD“ mittels Rangefinder die Flughöhenverteilung von unter anderem den drei Großmöwenarten Silber-, Herings- und Mantelmöwe sowie den kleineren Arten Zwerg- und Sturmmöwe ermittelt. Die Großmöwen flogen in der Mehrzahl der erfassten Flüge in Höhen von 30 – 150 m, Sturmmöwe und Zwergmöwe wurden hingegen hauptsächlich in den unteren Höhen bis 30 m beobachtet (MENDEL et al. 2015). Eine aktuelle Studie im englischen Windpark Thanet Offshore Wind Farm untersuchte die Flughöhenverteilung u.a. der drei Großmöwenarten Silbermöwe, Mantelmöwe und Heringsmöwe ebenfalls mit dem Rangefinder (SKOV et al. 2018). Dabei ergaben die Flughöhenmessungen der Großmöwen vergleichbare Höhen wie von Mendel et al. (2015) ermittelt.

Allgemein verfügen Groß- und Kleinmöwen über eine hohe Manövrierfähigkeit und können auf Windenergieanlagen mit entsprechenden Ausweichmanövern reagieren (GARTHE & HÜPPOP 2004). Dies zeigte auch die Studie von SKOV et al. (2018), in der neben der Flughöhe auch das unmittelbare, kleinräumige und großräumige Ausweichverhalten der betrachteten Arten untersucht wurde. Weiterhin ergaben die Untersuchungen mittels Radar und Wärmebildkamera eine geringe nächtliche Aktivität. Das Kollisionsrisiko in der Nacht durch Anlockeffekte auf Grund der Beleuchtung der Windenergieanlagen ist daher auch als gering zu bewerten.

Garthe & Hüppop (2004) attestierten tauchenden Meeresenten sowie Haubentaucher und Rothalstaucher zwar eine geringe Manövrierfähigkeit, allerdings handelt es sich bei diesen Arten um solche, die allgemein in Höhen von max. 5- 10 m und damit außerhalb des Rotorbereichs fliegen.

Für störepfindliche Arten ist in der Betriebsphase der Windparks von einer artspezifischen Meidung der Windparkflächen auszugehen.

Stern- und Prachtttaucher (im Folgenden zusammengefasst als Seetaucher) gelten als besonders störepfindlich gegenüber Windparks und auch fahrenden Schiffen. Auf letztere ist eine Scheuchreaktion in Form von Auffliegen in 2 km Entfernung zum Schiff bekannt (GARTHE et al. 2002, SCHWEMMER et al. 2011).

Aus laufenden Untersuchungen im Rahmen des Betriebsmonitorings der Windparkvorhaben in der Nordsee ergeben sich mittlerweile gebietsabhängig signifikante Meideabstände bis 15 km. Hierbei ist zu beachten, dass es sich bei diesen Entfernungen nicht um eine Totalmeidung handelt, sondern um eine Teilmeidung mit steigenden Seetaucherdichten bis in die entsprechenden Entfernungen (BIOCONSULT SH & Co.KG 2017b, BIOCONSULT SH & Co.KG 2018, IFAÖ et al. 2017b, IFAÖ 2018b, IBL UMWELTPLANUNG GMBH et al. 2017, IBL UMWELTPLANUNG GMBH et al. 2018).

Aus der Ostsee sind solche großräumigen Meidereaktionen der Seetaucher nicht bekannt (IfAÖ 2018a). Dies mag daran liegen, dass die im ROP vorgesehenen Gebiete und die AWZ der Ostsee allgemein keine besondere Bedeutung für diese Artgruppe besitzen und Seetaucher nur gelegentlich als Durchzügler und im Winter anzutreffen sind. Gleiches gilt für weitere Arten wie Trottellumme, Tordalk und Zwergmöwe, von denen bisher kleinräumiges Meideverhalten bekannt ist (IFAÖ et al. 2017b, IBL UMWELTPLANUNG GMBH et al. 2017, IBL UMWELTPLANUNG GMBH et al. 2018).

Es ist zudem anzunehmen, dass sich die Fischbestände während der Betriebsphase durch ein regelmäßig mit einem Befahrensverbot für Schiffe einhergehenden Fischereiverbots innerhalb der Windparks erholen. Zusätzlich zur Einbringung von Hartsubstrat könnte sich somit das Artenspektrum der vorkommenden Fische vergrößern und ein attraktives Nahrungsangebot für nahrungssuchende Seevögel bieten.

Bei Nichtdurchführung des ROP käme es zu einer räumlich weniger koordinierten Planung von Windparkvorhaben. Die Flächeninanspruchnahme würde dadurch voraussichtlich erhöht, was wiederum Auswirkungen auf störepfindliche Arten haben könnte. Weiterhin basiert der ROP auf Planungsgrundsätzen, die neben einer räumlichen auch eine zeitliche Koordinierung von Bauvorhaben vorsehen, um auch temporär auf die See- und Rastvögel wirkende Faktoren, wie baubedingter zusätzlicher Schiffsverkehr, reduzieren zu können.

Auch wenn im Grunde sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des ROP ähnliche Faktoren auf das Schutzgut See- und Rastvögel wirken würden, so wäre doch bei Nichtdurchführung auf Grund des Fehlens von Planungsgrundsätzen und ihrer koordinierenden Vorgaben der Schutz von See- und Rastvögeln schwieriger zu gewährleisten.

### 3.2.6 Zugvögel

Baubedingt: In erster Linie gehen Auswirkungen in der Bauphase von Lichtemissionen und visueller Unruhe aus. Diese können artspezifisch unterschiedlich ausgeprägte Scheuch- und Barrierewirkungen auf ziehende Vögel hervorrufen. Die Beleuchtung der Baugeräte kann aber auch zu Anlockeffekten für ziehende Vögel führen und das Kollisionsrisiko erhöhen.

Anlage- und betriebsbedingt: Mögliche Auswirkungen von Offshore-Windparks in der Betriebsphase können darin bestehen, dass diese eine Barriere für ziehende Vögel bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Das Umfliegen oder sonstige Störungen des Flugverhaltens können zu einem höheren Energieverbrauch führen, der sich auf die Fitness der Vögel und in Folge auf ihre Überlebensrate bzw. den Bruterfolg auswirken kann. An den Vertikalstrukturen (wie Rotoren und Tragstrukturen der Windenergieanlagen, Umspannwerke und Konverterplattformen) können Vogelschlagereignisse auftreten. Schlechte Witterungsbedingungen - insbesondere bei Nacht

und bei starkem Wind - sowie hohe Zugintensitäten erhöhen das Risiko für Vogelschlag. Dazu kommen mögliche Blend- oder Anlockeffekte durch die Sicherheitsbeleuchtung der Anlagen, die zur Orientierungslosigkeit von Vögeln führen können. Weiterhin könnten Vögel, die in Nachlaufströmungen und Luftverwirbelungen an den Rotoren geraten, in ihrer Manövrierfähigkeit beeinträchtigt werden. Für die vorgenannten Faktoren ist jedoch ebenso wie bei den Scheuch- und Barrierewirkungen davon auszugehen, dass die Empfindlichkeiten und Risiken artspezifisch unterschiedlich ausgeprägt sind.

Generell gilt, dass eine Gefährdung des Vogelzugs nicht schon dann vorliegt, wenn die abstrakte Gefahr besteht, dass einzelne Individuen bei ihrem Durchzug durch einen Offshore-Windenergiepark zu Schaden kommen. Eine Gefährdung des Vogelzuges ist erst dann gegeben, wenn ausreichende Erkenntnisse die Prognose rechtfertigen, dass die Anzahl der möglicherweise betroffenen Vögel so groß ist, dass unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Populationsgröße von einer signifikanten Beeinträchtigung einzelner oder mehrerer verschiedener Populationen mit einer hinreichenden Wahrscheinlichkeit ausgegangen werden kann. Dabei ist die biogeografische Population der jeweiligen Zugvogelart Bezugsgröße für die quantitative Betrachtung.

Es besteht Einvernehmen darüber, dass nach der bestehenden Rechtslage einzelne Individuenverluste während des Vogelzuges akzeptiert werden müssen. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass der Vogelzug an sich schon viele Gefahren birgt und die Populationen einer harten Selektion unterzieht. Die Mortalitätsrate kann bei kleinen Vögeln ca. 60 bis 80 % betragen, bei größeren Arten ist die natürliche Sterblichkeitsrate geringer. Auch haben die einzelnen Arten unterschiedliche Reproduktionsraten, so dass der Verlust von Individuen für jede Art von unterschiedlicher Tragweite sein kann.

Ein gemeingültiger Akzeptanzgrenzwert konnte mangels hinreichender Erkenntnisse bisher noch nicht ermittelt werden.

Für die Abschätzung eines möglichen Kollisionsrisikos für See- und Rastvögel mit Windenergieanlagen auf See sind die entsprechenden Höhenparameter der Anlagen eine wichtige Kennzahl. Im ROP wurden entsprechend den aktuellen technischen Weiterentwicklungen von Windenergieanlagen Bandbreiten für die Höhenparameter derzeit verbauter bzw. potentieller Turbinentypen aufgenommen (vgl. Kapitel 1.5). Hierbei werden zum einen Windparkvorhaben berücksichtigt, die bereits in Betrieb sind, sowie jene die im Rahmen des Übergangssystems und der ersten Inbetriebnahmejahre des zentralen Systems in den Zonen 1 und 2 in Betrieb gehen. Für bereits realisierte oder zukünftige Windparkvorhaben in den Zonen 1 und 2 liegen Angaben bzw. Annahmen für 5 bis 12 MW- Anlagen vor, die eine Nabenhöhe von 100 bis 160 m und, basierend auf Rotordurchmessern von 140 m bis 220 m, eine Gesamthöhe von 170 m bis 270 m haben. Dies bedeutet, dass der untere rotorfreie Bereich von der Wasseroberfläche bis zur unteren Rotorblattspitze für Windparkvorhaben der Zonen 1 und 2 zwischen 30 m bis 50 m betragen würde. Die Windparkvorhaben in der AWZ der Ostsee sind in Zone 1.

Über Zugplanbeobachtungen durch einen Sichtbeobachter in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 (OECOS 2015, IFAÖ 2016A UND BIOCONSULT SH 2017) erhaltene Höhenprofile zeigen eine starke Konzentration auf Höhenbereiche bis 20 m. So spielten sich im Gebiet EO3 etwa 90 % der Zugbewegungen in Flughöhen bis 20 m ab (BIOCONSULT SH 2017).

Bisherige Untersuchungen des Vogelzugs mittels Vertikalradar in der AWZ in der Ostsee zeigten, dass eine tageszeitliche Abhängigkeit in der Höhenverteilung bestand. Im Gebiet EO3 spielte sich der Vogelzug überwiegend in den unteren 500 Höhenmetern ab. Die Präferenz niedriger Flughöhen führt auch zu einem hohen Anteil von

Flugbewegungen im potentiellen Risikobereich der Rotoren. So wurden im Höhenbereich bis 200m tagsüber zwischen 65,2% (Frühjahr) und 66,7% (Herbst) der Flugbewegungen registriert, nachts waren es zwischen 28,8% (Frühjahr) und 26,8% (Herbst). Weiterhin zeigte sich eine Abhängigkeit der Zughöhe mit der Zugintensität. So lagen insbesondere nachts die Vogeldetektionen in Perioden mit wenig Zug häufiger in den unteren Höhenschichten. Dies könnte schlechtere Zugbedingungen (Wetter) widerspiegeln, welche die Anzahl ziehender Vögel reduzieren und diese in niedrigere Zughöhen ausweichen lassen.

Bei den langjährigen Untersuchungen des Vogelzugs in der AWZ der Nordsee im Bereich „Nördlich Borkum“ ergab sich in der Dunkelheit im Frühjahr 2016 ein bimodales Verteilungsmuster zu den aufgezeichneten Vogelbewegungen. Einerseits wurden nachts unterste Höhenbereiche bis 100 m (35.018 Flugbewegungen; 13,2 %) und andererseits die höchsten Bereiche zwischen 900-1.000 m (30.295 Flugbewegungen; 11,4 %) am stärksten befliegen. Jeweils rund ein Drittel der Echos wurde in Höhen bis 300 m, oberhalb von 300 m bis 700 m und oberhalb von 700 m bis 1.000 m aufgezeichnet (AVITEC RESEARCH 2017). Korrespondierend zu den Verhältnissen im Frühjahr konnten aber auch im Herbst Vogelzugnächte registriert werden, deren Höhenprofile vom Grundmuster abwichen. In der starken Vogelzugnacht 25./26.10.2016 war der Höhenbereich oberhalb von 900 m bis 1.000 m der am stärksten beflogene, was nahelegt, dass Vogelzug in dieser Nacht unterschätzt wurde und ein hoher (aber unbekannter) Anteil ziehender Vögel den Bereich der Radarmessung überflog. Auch in der sehr starken Vogelzugnacht 09./10.11. vollzog sich Vogelzug vergleichsweise stark nach oberwärts verschoben.

Avitec Research geht deshalb davon aus, dass ihr Vertikalradarsystem mit seiner betrachteten Datengrundlage bis 1.000 m Höhe im Mittel we-

nigstens 2/3 des gesamten Vogelzuges registriert. In Einzelfällen kann der erfasste Anteil bei starkem Vogelzug je nach vertikalem Windprofil auch deutlich darüber liegen. Umgekehrt werden in Nächten mit einer mit der Höhe nur langsam ab- oder sogar zunehmenden Höhenverteilung auch mehr als die Hälfte aller Zugvögel verpasst werden. Dies ist jedoch meist nur in einer geringen Zahl der Nächte der Fall.

Für Kraniche liegen Erkenntnisse vor, dass der Höhenbereich zwischen 20 – 200 m bevorzugt genutzt wird. Beim Kranich wurden 91% des sichtbaren Zugs in Höhen zwischen 20 und 200 Höhenmetern festgestellt (BIOCONSULT SH 2017). Intensive Radarerfassungen ziehender Kraniche auf Rügen zwischen 2005 und 2008 ergaben eine hohe Variabilität der Flughöhen (20 m – 1.300 m) auf dem Zug zwischen der Nordspitze Rügens und der Südküste Schwedens (IFAÖ 2010). Im Mittel zogen Kranichrupps bei etwa 300 Höhenmetern. Dabei wurden zwei unterschiedliche Flugverhalten registriert: der ‚einfache‘ Geradeausflug ohne Höhenverlust und Geradeausflug, der von regelmäßigem Kreisen unterbrochen wurde. Während des Kreisens wurde dabei Höhe gewonnen, die Strecken des Geradeausflugs waren mit Höhenverlust verbunden. Die kreisenden Flugbewegungen wurden vornehmlich in Landnähe beobachtet und nutzten vermutlich Aufwinde in diesem Bereich aus. Eine Studie mit 3D GPS-Geräten an acht Kranichen, die die Ostsee zwischen der Südküste Schwedens und der deutschen Ostseeküste querten, zeigten ähnliches Flugverhalten (SKOV et al. 2015). Vier Kraniche zogen die gesamte Strecke über das offene Meer bei einer gleichbleibenden Höhe von unter 200 m. Zwei Individuen hingegen stiegen vor Erreichen der schwedischen Küste auf Höhen von etwa 1.000 m, verloren kontinuierlich Höhe während der Überquerung und erreichten Land bei einer Flughöhe von etwa 200 m.

Umfangreiche Messungen mit einem „laserrangefinder“ von der Plattform FINO2 in der

Nähe des OWP „Baltic 2“ zeigten sowohl im Frühjahr als auch im Herbst ebenfalls eine deutliche Dominanz von Flughöhen unter 200 m sowie eine Abhängigkeit der Flughöhenverteilung von den Windverhältnissen (SKOV et al. 2015). Im Gegensatz zu Radarerfassungen unterliegen Sichtbeobachtungen, auch mit Unterstützung von Rangefindern, methodischen Einschränkungen hinsichtlich der Detektionswahrscheinlichkeit von höher fliegenden Individuen. Dies führt nach Meinung der Gutachter vermutlich zu systematischer Unterschätzung des Anteils von Kranichen im Höhenbereich über 200 m (vgl. IFAÖ 2010).

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen an der Fläche O.1-3 mittels Sichtbeobachtungen und Rangefindermessungen bestätigen die anhand dieser Methoden bereits bekannten Flughöhenverteilungen der Kraniche im unteren Höhenbereich bis 200 m (IFAÖ et al. 2020).

Ziehende Vögel fliegen bei gutem Wetter generell höher als bei schlechtem. Zudem starten die meisten Vögel ihren Zug gewöhnlich bei gutem Wetter und sind in der Lage, ihre Abflugbedingungen so zu wählen, dass sie mit einiger Wahrscheinlichkeit den Zielort bei bestmöglichem Wetter erreichen. Bei den von den Vögeln für ihren Zug bevorzugten klaren Wetterlagen ist daher die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit WEA gering, weil die Flughöhe der meisten Vögel über der Reichweite der Rotorblätter liegen wird und die Anlagen gut sichtbar sind. Eine potenzielle Gefährdungssituation stellen dagegen überraschend auftretende Nebellagen und Regen dar, die zu schlechter Sicht und niedrigen Flughöhen führen. Problematisch ist insbesondere das Zusammentreffen von Schlechtwetterlagen mit sog. Massenzugereignissen. Massenzugereignisse, bei denen Vögel verschiedenster Arten gleichzeitig über die Nordsee fliegen, treten nach Informationen aus verschiedenen Umweltverträglichkeitsstudien ca. 5- bis 10-mal im Jahr ein. Eine Analyse aller vorhandenen Vogelzuguntersuchungen aus dem verpflichtenden



Monitoring von Offshore-Windparks in der AWZ von Nord- und Ostsee (Betrachtungszeitraum 2008 – 2016) bestätigt, dass besonders intensiver Vogelzug zu weniger als 1 % der Zugzeiten mit extrem schlechten Wetterbedingungen zusammenfällt (WELCKER 2019b).

Neben der Gefährdung des Vogelzuges durch Vogelschlag kann ein weiteres Risiko für die ziehenden Vögel auch darin gesehen werden, dass der Zugweg durch die Präsenz von Windenergieanlagen umgelenkt und damit verlängert werden könnte. Hiervon betroffen ist allerdings nicht der Vogelzug in seiner Gesamtheit, da ein Großteil des Zuges in Höhen stattfindet, der außerhalb des Einflussbereichs von Windenergieanlagen ist. So ziehen viele Singvögel im Höhenbereich von 1.000 bis 2.000 m. Auch von Watvögeln ist bekannt, dass sie in sehr großen Höhen ziehen (JELLMANN 1989). Allerdings ziehen nennenswerte Anteile in Höhen <200 m und damit im Einflussbereich der Windenergieanlagen. Viele der niedrig ziehenden Arten gehören in die Gruppe der Wasser- und Seevögel, die in der Lage sind, auf dem Wasser zu landen um sich auszuruhen und ggf. zu fressen. Für Arten wie diese sind etwaige Umwege daher nur mit geringen Auswirkungen verbunden. Problematisch könnte es für ziehende Landvögel werden, die zu einer Landung auf dem Wasser nicht befähigt sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Zugvögel zu beeindruckenden Nonstopflugleistungen fähig sind, vor allem beim Zug von nicht wassernden Arten über Meere. So betragen die Nonstopflugleistungen bei vielen Arten, auch bei Kleinvögeln, über 1.000 km (TULP et al. 1994). Es ist daher nicht damit zu rechnen, dass der gegebenenfalls benötigte Mehrbedarf an Energie durch einen in der AWZ der Ostsee erforderlichen Umweg zu einer Gefährdung des Vogelzuges führen würde.

Bei Nichtdurchführung des ROP käme es zu einer räumlich weniger koordinierten Planung von Windparkvorhaben. Die Flächeninanspruchnahme würde dadurch voraussichtlich erhöht.

Weiterhin basiert der ROP auf Planungsgrundsätzen, die neben einer räumlichen auch eine zeitliche Koordinierung von Bauvorhaben vorsehen.

Auch wenn im Grunde sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des ROP ähnliche Faktoren auf das Schutzgut Zugvögel wirken würden, so wäre doch bei Nichtdurchführung auf Grund des Fehlens von Planungsgrundsätzen und ihrer koordinierenden Vorgaben der Schutz von Zugvögeln schwieriger zu gewährleisten.

### 3.2.7 Fledermäuse und Fledermauszug

Derzeit liegen noch keine belastbaren Erkenntnisse zu möglichen Zugkorridoren und Zugverhalten von Fledermäusen über der Ostsee vor. Allgemein können folgende Auswirkungen der Nutzung Offshore-Windenergie auf Fledermäuse wirken:

Baubedingt: Die Bautätigkeiten während der Errichtung von OWEA sind mit einem erhöhten Schiffsaufkommen verbunden. Die Beleuchtung der Schiffe und der Baustelle kann Anlockeffekte auf übers Meer wandernde Fledermäuse hervorrufen. Kollisionsgefahr mit den Schiffen und der Baustelle wären dann möglich.

Anlage- und betriebsbedingt: Während der Betriebsphase kann es durch die Beleuchtung der Anlagen möglicherweise zu Anlockeffekten kommen, die zu Kollisionen führen könnten.

Bei Nichtdurchführung des Plans können die gleichen Auswirkungen auf Fledermäuse wirken, wie bei Durchführung des Plan.

### 3.2.8 Klima

Negative Auswirkungen auf das Klima durch Offshore-Windparks werden nicht erwartet, da weder im Bau noch im Betrieb messbare klimarelevante Emissionen auftreten. Vielmehr wird durch den koordinierten Ausbau der Netzinfrastruktur im Offshore-Bereich eine höhere Planungssicherheit für den Ausbau der Offshore-

Windenergie geschaffen. Durch die mit dem Ausbau der Offshore-Windenergie verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen (vgl. Kapitel 1.8) ist langfristig mit positiven Auswirkungen auf das Klima zu rechnen.

### 3.2.9 Luft

Durch den Bau und Betrieb der Windenergieanlagen und Plattformen sowie der Verlegung von Seekabelsystemen erhöht sich der Schiffsverkehr. Es ergeben sich jedoch hieraus keine messbaren Auswirkungen auf die Luftqualität. Daher entwickelt sich das Schutzgut Luft bei Durchführung des Plans in gleicher Weise wie bei Nichtdurchführung des Plans.

### 3.2.10 Landschaft

Durch die Realisierung von Offshore-Windparks treten Auswirkungen auf das Landschaftsbild ein, da es durch die Errichtung vertikaler Strukturen verändert wird. Die Anlagen müssen zudem nachts oder bei schlechter Sicht aus Sicherheitsgründen befeuert werden. Auch dadurch kann es zu optischen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes kommen. Die Errichtung von Plattformen kann ebenfalls zu visuellen Veränderungen des Landschaftsbildes führen. Das Maß der Beeinträchtigung der Landschaft durch Offshore-Anlagen ist stark abhängig von den jeweiligen Sichtverhältnissen, aber auch von subjektiven Empfindungen sowie der grundsätzlichen Einstellung des Betrachters zur Offshore-Windenergie. Die für das gewohnte Bild einer Meereslandschaft untypischen vertikalen Strukturen können teilweise als störend, teils aber auch als technisch interessant empfunden werden. In jedem Fall bewirken sie eine Veränderung des Landschaftsbildes und der Charakter des Gebietes wird modifiziert. Die tatsächliche Sichtbarkeit wird bestimmt durch die Entfernung der Offshore-Windparks zur Küste bzw. den Inseln, die flächenmäßige Größe des Windparks, die Höhe der Windenergieanlagen, die auf den konkreten Wetterbedingungen beruhende Sichtweite, die Höhe des Standortes des Betrachters

(z.B. Strand, Aussichtsplattform, Leuchtturm) und die Leistungsfähigkeit des menschlichen Auges. Aufgrund der beträchtlichen Entfernung (mehr als 30 km) der geplanten und bereits errichteten Windenergieanlagen und Plattformen zur Küste werden die Anlagen von Land aus nur sehr eingeschränkt wahrnehmbar sein und dies auch nur bei guten Sichtverhältnissen. Dies gilt auch hinsichtlich der nächtlichen Sicherheitsbefeuern.

Insgesamt kann die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Offshore-Anlagen von der Küste aus als recht gering eingestuft werden.

Die Entwicklung des Landschaftsbildes bei Nichtdurchführung des ROP wird sich voraussichtlich nicht erheblich von der Entwicklung bei Durchführung des ROP unterscheiden. Jedoch ist zu beachten, dass der erforderliche Flächenbedarf durch die Festlegungen des ROP (und des Flächenentwicklungsplanes) minimiert werden kann. Die potenziellen Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft können somit durch die räumlich koordinierte, vorausschauende und aufeinander abgestimmte Gesamtplanung reduziert werden. Eine unzureichende räumliche Koordinierung bei Nichtdurchführung des Plans könnte zu stärker fragmentierten Windparkflächen und einer größeren Flächeninanspruchnahme und einer leicht erhöhten Sichtbarkeit von der Küste führen.

Für die Seekabelsysteme sind aufgrund der Verlegung als Unterwasserkabel negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild während der Betriebsphase auszuschließen.

### 3.2.11 Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bei der Tiefgründung der Windenergieanlagen kommt es baubedingt zu Störungen des Meeresbodens, die entdecktes und unentdecktes Kulturerbe betreffen können. Das Kulturerbe wird beim Aushub oder Rammarbeiten vollständig oder teilweise zerstört bzw. dessen Kontext beeinträchtigt. Zudem ist bei Bauarbeiten mit umfangreichen sekundären Auswirkungen auf das



### 3.3.1 Boden/ Fläche

#### *Rohrleitungen*

Während der Verlegung in den Meeresboden ist die Bildung einer bodennahen Trübungsfahne sowie die kleinräumige Änderung der Morphologie und des Sedimentverbands wahrscheinlich. Die resuspendierten Sedimente werden im Umfeld der Rohrleitung in Abhängigkeit der Korngröße unterschiedlich weit verfrachtet und abgelagert: Die Distanzen liegen dabei deutlich unter denen, die für die Sedimentation von Trübungsfahnen im Zuge der Sand- und Kiesgewinnung festgestellt werden. Die Konzentrationen an resuspendiertem partikulärem Material liegen in vergleichbarer Größenordnung wie bei natürlichen Resuspensionen von Sedimenten, die durch Stürme hervorgerufen werden.

Die Bildung von Unterspülungen („Freespans“) kann zu einer Änderung der Sedimentbeschaffenheit bzw. Kornzusammensetzung führen, die jedoch räumlich eng begrenzt ist. Diese Unterspülungen können sich in Abhängigkeit des Sandangebots und geologischen Aufbaus des Untergrunds stabilisieren oder nur zeitweise auftreten. Bei Sanddefiziten kann es zu einer Änderung des Substrats kommen, indem z. B. Geschiebemergel, Klei o.ä. zeitweise am Meeresboden ansteht.

Zum Schutz der Rohrleitung vor äußerer Korrosion sind in regelmäßigen Abständen Opferanoden aus Zink und Aluminium angebracht, die nur in geringen Mengen gelöst und in die Wassersäule freigesetzt werden. Aufgrund der sehr starken Verdünnung liegen sie nur in Spurenkonzentrationen vor; im Wasser werden sie an herabsinkende oder aufgewirbelte (resuspendierte) Sedimentpartikel adsorbiert und sedimentieren auf dem Meeresboden.

#### *Seekabel*

Beim Verlegen von Seekabeln kommt es generell zu Änderungen der Bodenmorphologie und des ursprünglichen Sedimentaufbaus im Trassenbereich als Folge der Kabelverlegung sowie

zur Bildung einer bodennahen Trübungsfahne. Der ROP-E legt die Vorbehaltsgebiete Leitungen LO1 bis LO8 fest. Leitungen im Sinne des ROP-E umfassen Rohrleitungen und Seekabel. Unter Seekabeln werden grenzüberschreitende Stromleitungen und Anbindungsleitungen für Windparks sowie Datenkabel zusammengefasst. Sogenannte parkinterne Seekabel sind von dieser Definition nicht umfasst. Darüber hinaus legt der ROP-E das Ziel fest, Leitungen am Übergang zum Küstenmeer durch die Grenzkorridore GO1 bis GO5 zu führen.

Insgesamt entsprechen die Auswirkungen denen der parkinternen Verkabelung, wie sie im Kap. 3.2.1 zur Windenergie aus See beschrieben werden.

Baubedingt kommt es bei Einspülen der Seekabel zur Aufwirbelung von Sedimenten und zur Ausbildung von Trübungsfahnen. Das Ausmaß der Resuspension hängt im Wesentlichen vom Feinkorngehalt im Sediment ab. In den Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch direkt im Bereich des Eingriffs oder in deren unmittelbarer Umgebung absetzen. Der Suspensionsgehalt nimmt durch Verdünnungseffekte und Sedimentation der aufgewirbelten Sedimentpartikel schnell wieder auf die natürlichen Hintergrundwerte ab. Die zu erwartenden Beeinträchtigungen in Bereichen mit höherem Feinkornanteil und der damit einhergehenden erhöhten Trübung bleiben aufgrund der geringen bodennahen Strömung kleinräumig begrenzt.

In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten (z.B. Arkona-Becken oder Mecklenburger Bucht) wird sich das freigesetzte Sediment deutlich langsamer wieder absetzen. Da die bodennahen Strömungen jedoch sehr gering sind, ist davon auszugehen, dass auch hier die auftretenden Trübungsfahnen eine eher lokale Ausprägung haben und sich das Sediment relativ nah an der Baustelle wieder absetzen wird.

Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für die „Nord Stream Pipeline“ ergaben die Monitoringergebnisse während der Bauphase insgesamt nur klein- bis mittlräumige, vorübergehende Auswirkungen durch Sedimentverdriftungen (Trübungsfahnen) und bestätigten die Prognosen des Umweltgutachters (IFAÖ 2009), der die Auswirkungen insgesamt als geringe Struktur- und Funktionsbeeinträchtigung eingestuft hat. Basierend auf diesen Ergebnissen ist davon auszugehen, dass Trübungsfahnen, die bei der Verlegung von Seekabeln in Bereichen mit Weichsedimenten freigesetzt werden, maximal bis zu einer Entfernung von 500 m über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen werden.

Untersuchungen von ANDRULEWICZ et al. (2003) belegen zudem, dass der Meeresboden der Ostsee aufgrund der natürlichen Sedimentdynamik entlang der betroffenen Trassen eine Wiedereinebnung erfährt. Verschiedene im Rahmen von Verfahren durchgeführte Modellberechnungen und die Erfahrungen aus den Verfahren zeigen jedoch, dass die Wiedereinebnung eher langfristig erfolgt.

Betriebsbedingt kommt es bei Seekabeln zur Energieübertragung radial um die Kabel zu einer Erwärmung des umgebenden Sediments. Die Wärmeabgabe resultiert aus den thermischen Verlusten der Seekabelsysteme bei der Energieübertragung. Für die Temperaturentwicklung in der oberflächennahen Sedimentschicht ist zudem die Verlegetiefe der Kabelsysteme entscheidend. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind bei Einhaltung einer ausreichenden Verlegetiefe und bei Einsatz von Kabelkonfigurationen nach Stand der Technik keine signifikanten Auswirkungen durch die kabelinduzierte Sedi-menterwärmung zu erwarten.

Die potenziellen Auswirkungen durch Bau und Betrieb von Rohrleitungen und Seekabel auf die Schutzgüter Boden bzw. Fläche sind lokal begrenzt und ergeben sich unabhängig von der Durchführung des Plans.

Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer weniger koordinierten Verlegung von Leitungen zu rechnen und ggfs einer größeren Anzahl oder längeren Leitungen insbesondere für Seekabel zu rechnen. Dies könnte zu einer höheren Flächeninanspruchnahme und damit zu einer Verstärkung der möglichen Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden und Fläche gegenüber der Durchführung des Plans führen. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre darüber hinaus mit einer erhöhten Anzahl von Kreuzungsbauwerken zu rechnen, was zu einer vermehrten Einbringung von Steinschüttungen auch in Bereichen mit sandigen Sedimenten oder Weichsedimenten führen würde, die sonst vermieden werden könnten.

### 3.3.2 Benthos und Biotoptypen

Hinsichtlich Benthos und Biotope gelten die Ausführungen in Kapitel 3.2.2 analog. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Planung der Leitungssysteme zu rechnen. Zudem wäre mit einer erhöhten Anzahl von Leitungskreuzungen bzw. Kreuzungsbauwerken zu rechnen, die ebenfalls das Einbringen von Hartsubstrat erfordern würden. Auch hier würden sich kleinräumig die Habitatstrukturen ändern, was wiederum zu einer Verschiebung bzw. Veränderung des Artenspektrums des Benthos führen könnte.

Da die Festlegungen des Plans durch die Reduzierung von Leitungstrassen und die Minimierung von Kreuzungsbauwerken auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens abzielen, wäre bei Nichtumsetzung des Planes der Schutz des Benthos und von Biotopen voraussichtlich schwieriger zu gewährleisten als bei Durchführung des Plans.

### 3.3.3 Fische

#### *Rohrleitungen*

Die Fischfauna kann während der Bauphase von Rohrleitungen durch **Lärm und Vibrationen** sowohl durch den Einsatz von Schiffen und Kränen, als auch durch die Installation der Leitungssysteme vorübergehend vergrämt werden (siehe auch Kapitel 3.1.4). Ferner können baubedingt bodennahe **Trübungsfahnen** auftreten und lokale Sedimentumlagerungen stattfinden, durch die Fische, insbesondere Laich und Larven, geschädigt werden können. Die ökologischen Auswirkungen der Trübungsfahnen auf die Fische werden ausführlich im Kapitel 3.4.3 beschrieben. Die Auswirkungen auf die Fische in den Bereichen mit Sedimentumlagerungen sind kurzfristig und räumlich begrenzt.

#### *Seekabel*

Die baubedingten Beeinträchtigungen der Fischfauna durch Seekabel sind, ebenso wie durch Rohrleitungen, durch **Schallemissionen und Trübungsfahnen** zu erwarten. Ausführliche Informationen sind den Kapiteln 3.1.4 und 3.4.3 zu entnehmen.

Anlagebedingt ist durch die Steinschüttungen im Bereich der geplanten Leitungskreuzungen ein **lokaler Wandel der Fischgemeinschaft** zu erwarten. Durch eine veränderte Fischzönose kann es zu einer Veränderung der Dominanzverhältnisse und des Nahrungsnetzes kommen. Diese Effekte sind jedoch aufgrund der Kleinräumigkeit der geplanten Kabelkreuzungsbauwerke als gering zu bewerten.

Bezüglich der möglichen betriebsbedingten Auswirkungen der Seekabelsysteme von OWP, wie die **Sedimenterwärmung und elektromagnetische Felder**, sind ebenfalls keine erheblichen Auswirkungen auf die Fischfauna zu erwarten. Die Sedimenterwärmung im unmittelbaren Umfeld der Kabel wird erfahrungsgemäß den Vorsorgewert von 2K in 20 cm Sedimenttiefe nicht überschreiten. Direkte elektrische Felder treten bei dem vorgesehenen Kabeltyp aufgrund der

Schirmung nicht auf. Induzierte Magnetfelder der einzelnen Leiter heben sich bei der vorgesehenen gebündelten Verlegung mit je einem Hin- und Rückleiter weitgehend auf und liegen deutlich unter der Stärke des natürlichen Erdmagnetfelds. Nach Angaben der TdV beträgt das während des Betriebs des Ostwind 2-Kabelsystems entstehende Magnetfeld maximal 20  $\mu\text{T}$  an der Meeresbodenoberfläche. Im Vergleich dazu beträgt das natürliche Erdmagnetfeld je nach Standort 30 bis 60  $\mu\text{T}$ . Mit zunehmender Entfernung zum Kabel nimmt die Feldstärke rasch ab. Vor allem diadrome Arten, wie der Lachs und der Europäische Aal, könnten gegenüber elektromagnetischen Feldern empfindlich reagieren. Verschiedene Untersuchungen zu Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf den Europäischen Aal zeigten jedoch keine eindeutigen Ergebnisse. Im dänischen Windpark „Nysted“ konnten keine Verhaltensänderungen des Aals erfasst werden (BIO/CONSULT AS 2004). Hingegen konnten sowohl WESTERBERG UND LAGENFELT (2008) als auch GILL UND BARTLETT (2010) kurzzeitige Veränderungen ihrer Schwimmaktivität verzeichnen. Insgesamt ist aufgrund der zu erwartenden mäßigen und kleinräumigen Veränderung des Magnetfeldes im Bereich des Kabels eine Blockade der Wanderbewegungen von Meeresfischen unwahrscheinlich. Magnetosensitive Fischarten könnten jedoch den unmittelbaren Bereich des Kabels meiden.

Bei den in der deutschen AWZ vorgesehenen Dreileiter-Drehstromkabeln und bipolaren Gleichstromkabeln können magnetische Wirkungen während des Betriebs vernachlässigt bzw. ausgeschlossen werden, da sich die magnetischen Felder nahezu aufheben. Erhebliche Auswirkungen auf sensitive Fischarten sind damit nicht zu erwarten.

### 3.3.4 Marine Säuger

#### *Rohrleitungen*

Bei der Verlegung, dem Betrieb, der Wartung und dem Rückbau von Rohrleitungen im Meer kann es zu Auswirkungen auf marine Säugetiere kommen. Zu nennen sind: Schiffsverkehr, Schallemissionen, Sedimentfahnen und Verschmutzungen. Im Normalbetrieb können Auswirkungen auf marine Säugetiere mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen werden. Bei Wartungsarbeiten ist erhöhter Schiffsverkehr mit Schallemissionen und Verschmutzungen möglich.

*Baubedingt:* Bei der Verlegung von Rohrleitungen kommt es temporär zu Schallbelastungen und Sedimenttrübungsfahnen. Die Intensität und Dauer der Schallemissionen hängen im Wesentlichen vom Verlegeverfahren ab. Insgesamt sind jedoch Störungen durch Verlegearbeiten für marine Säugetiere kleinräumig, lokal und von kurzer Dauer.

Auswirkungen durch Veränderung der Sedimentstruktur und Beschädigung von Benthos bei der Verlegung sind für marine Säugetiere auf jeden Fall vernachlässigbar. Diese Veränderungen finden kleinräumig entlang der Rohrleitung statt. Auswirkungen durch Langzeitveränderungen der Sedimentstruktur und des Benthos sind für marine Säugetiere unerheblich, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen.

Direkte Störungen mariner Säugetiere auf Individuenebene können während der Verlegung und des Rückbaus von Rohrleitungen auftreten. Auswirkungen durch Schiffsverkehr und insbesondere durch Schallemissionen bei Verlegearbeiten sind nur regional und zeitlich begrenzt zu erwarten. Mit der Entstehung von Sedimentfahnen ist weitgehend nur lokal und zeitlich begrenzt zu rechnen. Ein Habitatverlust für marine Säugetiere auf Individuenebene könnte dadurch insgesamt höchstens lokal und zeitlich begrenzt auftreten.

*Betriebsbedingt:* Die auf dem Meeresboden verlegten Rohrleitungen können bei marinen Säugetieren Anlockeffekte hervorrufen, ausgelöst durch vermehrtes Fischvorkommen im Bereich der Rohrleitungen (diese können wiederum durch Ansiedlung von Benthosorganismen an den Rohrleitungen angelockt werden).

Im Normalbetrieb haben Rohrleitungen auf marine Säugetiere keine erheblichen Auswirkungen. Im Falle einer Beschädigung der Rohrleitung oder anfallender Überprüfungs- und Wartungsarbeiten sind regional und zeitlich begrenzte Störungen durch Schiffsverkehr mit Schallemissionen und Schadstoffaustritt möglich.

Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen sind für marine Säugetiere unerheblich, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen. Sollte sich das Benthosartenspektrum entlang von auf dem Meeresboden verlegten Rohrleitungen verändern, so würde die Veränderung möglicherweise Fische stärker anlocken. Vermehrtes Fischauftreten könnte wiederum auch marine Säugetiere anlocken.

Im Normalbetrieb sind Auswirkungen auf die Populationsebene nicht bekannt. Aufgrund der schmalen, linearen Verlaufsform von Rohrleitungen können negative Auswirkungen auf die Populationsebene mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen durch Rohrleitungen auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

#### *Seekabel*

Potenzielle Auswirkungen bei der Verlegung und z. T. beim Rückbau von Seekabeln für marine Säugetiere sind: Schiffsverkehr, Schallemissionen und Trübungsfahnen. Mögliche betriebsbedingte Auswirkungen durch Erzeugung von

elektrischen und magnetischen Felder in der unmittelbaren Umgebung von Seekabeln auf marine Säugetiere hängen von der Art des jeweiligen Kabels ab.

*Baubedingt:* Bei der Verlegung von Kabeln kommt es zeitlich begrenzt zu Schallemissionen, die möglicherweise Störungen bei marinen Säugetieren hervorrufen können. Die Dauer und Intensität der Schallemissionen variieren je nach Verlegeverfahren. Die Auswirkungen der Schallemissionen während der Verlegung sind jedoch lokal und zeitlich begrenzt. Die Intensität der Auswirkungen kann in Abhängigkeit vom Verlegeverfahren zwischen mittel und hoch variieren. Dies gilt auch für Auswirkungen durch Entstehung von Trübungsfahnen. Veränderungen der Sedimentstruktur und damit verbundene temporäre Benthosveränderungen haben auf marine Säugetiere keine Auswirkungen. Marine Säugetiere suchen ihre Beute in weit ausgedehnten Arealen in der Wassersäule.

*Betriebsbedingt:* Im Betrieb können Stromkabel zu Erwärmung der umgebenden Sedimente führen. Diese hat allerdings keine direkten Auswirkungen auf hochmobile Tiere wie marine Säuger.

Insgesamt sind keine erheblichen Auswirkungen durch Kabel zur Ableitung von Energie oder durch Bündelung von Kabeln in einer gemeinsamen Trasse auf marine Säugetiere weder auf Individuen noch auf Populationsebene zu erwarten.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen durch Seekabeln auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

### 3.3.5 See- und Rastvögel

#### *Rohrleitungen*

Baubedingt: Bei der Verlegung von Rohrleitungen kommt es temporär zu Sedimenttrübungsfahnen und lokalen Sediment- und Benthosveränderungen. Während der Verlegearbeiten kann der baubedingte Schiffsverkehr zu visueller Unruhe führen und bei stöempfindlichen Arten Scheuch- bzw. Meidereaktionen auslösen.

Potentielle baubedingte Auswirkungen wirken insgesamt nur temporär und lokal für die Dauer und den unmittelbaren Bereich der Verlegung.

Betriebsbedingt: Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen sind für See- und Rastvögel von geringer Bedeutung, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen. Sollte sich das Benthosartenspektrum entlang von auf dem Meeresboden verlegten Rohrleitungen verändern, so würde die Veränderung möglicherweise Fische stärker anlocken. Vermehrtes Fischauftreten könnte wiederum auch Seevögel anlocken. Während der Betriebsphase kann wartungsbedingter Schiffsverkehr zu visueller Unruhe führen und bei stöempfindlichen Arten temporäre Scheuch- bzw. Meidereaktionen auslösen.

#### *Seekabel*

Baubedingt: Bei der Verlegung von Seekabeln kommt es temporär zu Sedimenttrübungsfahnen und lokalen Sediment- und Benthosveränderungen. Während der Verlegearbeiten kann der baubedingte Schiffsverkehr zu visueller Unruhe führen und bei stöempfindlichen Arten Scheuch- bzw. Meidereaktionen auslösen.

Potentielle baubedingte Auswirkungen wirken insgesamt nur temporär und lokal für die Dauer und den unmittelbaren Bereich der Verlegung.

Betriebsbedingt: Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen sind für See- und Rastvögel von geringer Bedeutung, da diese



ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen. Während der Betriebsphase kann wartungsbedingter Schiffsverkehr zu visueller Unruhe führen und bei stöempfindlichen Arten temporäre Scheuch- bzw. Meidereaktionen auslösen.

Bei Nichtdurchführung des Plans käme es zu einer räumlich weniger koordinierten Planung von Leitungen und Grenzkorridoren. Der ROP basiert auf Planungsgrundsätzen, die neben einer räumlichen auch eine zeitliche Koordinierung von Bauvorhaben vorsehen, um Auswirkungen auf u.a. die Meeresumwelt und damit auch See- und Rastvögel zu minimieren.

Auch wenn im Grunde sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des ROP ähnliche Faktoren auf das Schutzgut See- und Rastvögel wirken würden, so wäre doch bei Nichtdurchführung auf Grund des Fehlens von Planungsgrundsätzen und ihrer koordinierenden Vorgaben der Schutz der Meeresumwelt und damit See- und Rastvögel schwieriger zu gewährleisten.

### 3.3.6 Zugvögel

#### *Rohrleitungen*

Potentielle Auswirkungen von Rohrleitungen auf Zugvögel beschränken sich hauptsächlich auf die Bauphase. Beleuchtete Baufahrzeuge können Anlockeffekte hervorrufen, wodurch es zu Kollisionen kommen kann.

#### *Seekabel*

Potentielle Auswirkungen von Rohrleitungen auf Zugvögel beschränken sich hauptsächlich auf die Bauphase. Beleuchtete Baufahrzeuge können Anlockeffekte hervorrufen, wodurch es zu Kollisionen kommen kann.

Die potentiellen Auswirkungen auf Fledermäuse ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.3.7 Fledermäuse und Fledermauszug

Potentielle Auswirkungen von Leitungen auf Fledermäuse beschränken sich hauptsächlich auf die Bauphase. Beleuchtete Baufahrzeuge können Anlockeffekte hervorrufen, wodurch es zu Kollisionen kommen kann.

Die potentiellen Auswirkungen auf Fledermäuse ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.3.8 Luft

#### *Rohrleitungen*

Die Verlegung, Wartung und der Rückbau von Rohrleitungen sind mit Schiffsverkehr verbunden. Dieser wiederum führt zu Schadstoffemissionen, die die Luftqualität beeinflussen können. Erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Luftqualität werden nicht erwartet.

#### *Seekabel*

Die Verlegung, Wartung und der Rückbau von Seekabeln sind mit Schiffsverkehr verbunden. Dieser wiederum führt zu Schadstoffemissionen, die die Luftqualität beeinflussen können. Erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Luftqualität werden nicht erwartet.

### 3.3.9 Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Baubedingte Auswirkungen durch Rohrleitungen und Seekabel auf das Unterwasserkulturerbe sind abhängig von den eingesetzten Verlegemethoden. Sowohl Spül- als auch Baggerarbeiten können zur Zerstörung von Unterwasserkulturerbe am Meeresgrund führen. Neben den direkten Auswirkungen der eingesetzten Verlegeverfahren sind auch indirekte Auswirkungen z.B. durch Ankerarbeiten oder Schraubenwasser in Betracht zu ziehen.

Bei Rohrleitungen, die direkt auf dem Meeresboden verlegt werden und im Laufe der Zeit im Sediment versinken, kann die direkte Auswirkung als gering betrachtet werden. Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen sind nicht zu erwarten.

### 3.4 Rohstoffgewinnung

Die Gewinnung von Rohstoffen aus dem Meer erfolgt sowohl für kommerzielle Zwecke als auch - insbesondere die Stein-, Kies- und Sandgewinnung - für den Küstenschutz. Daneben waren bereits große Flächen vor allem in der Nordsee mit Erlaubnisfeldern für die Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen belegt. In der deutschen AWZ handelt es sich dabei in erster Linie um Erdgaslagerstätten. Die Bedeutung zeigt sich insbesondere für die an Schleswig-Holstein angrenzende Ostsee; hier überschreitet die Fördermengen auf See deutlich die an Land.

Das Bundesberggesetz (BBergG) ist das Bundesgesetz zur Regelung der bergrechtlichen Fragen und umfasst u.a. die Aufsuchung und Gewinnung von Rohstoffen. Mit der Rohstoff sicherungsklausel des § 48 Abs. 1 S. 2 BBergG sollen außerbergrechtliche Vorschriften anderer zuständigen Behörden so angewendet werden, dass die Aufsuchung und Gewinnung von Rohstoffen so wenig wie möglich beeinträchtigt werden. Weiter gibt das BBergG in den §§ 48 ff. Regelungen zugunsten der Schifffahrt, der Fischerei, der Verlegung und des Betriebs von Kabeln und Rohrleitungen sowie der Meeresumwelt vor, die bei der Aufsuchung bzw. Zulassung von Betriebsplänen für einen Betrieb im Bereich des Festlandssockels zu beachten sind.

Erlaubnisse gewähren nach § 7 BBergG dem berechtigten Erlaubnisinhaber das ausschließliche Recht, in einem bestimmten Feld Bodenschätze aufzusuchen. Bewilligungen gewähren nach § 8 BBergG insbesondere das ausschließliche Recht zur Gewinnung eines Rohstoffs. Die Versagung der Erlaubnis bzw. der Bewilligung richtet sich nach dem Vorliegen der im § 11 bzw. § 12 BBergG genannten Gründe.

Die Rohstoffgewinnung unterteilt sich bei der Umsetzung regelmäßig in unterschiedliche Phasen – Aufsuchungs- bzw. Erkundungs-, Erschließungs-, Betriebs- und Nachsorgephase.

Die Aufsuchung dient der Erkundung von Rohstofflagerstätten nach § 4 Abs. 1 BBergG. Sie erfolgt im marinen Bereich regelmäßig durch geophysikalische Untersuchungen, einschließlich seismischer Untersuchungen und Explorationsbohrungen. Die Gewinnung von Rohstoffen beinhaltet in der AWZ das Fördern (Lösen, Freisetzen), Aufbereiten, Lagern und Transportieren von Rohstoffen.

Für die Aufsuchung im Bereich des Festlandssockels müssen gemäß Bundesberggesetz Bergbauberechtigungen (Erlaubnis, Bewilligung) eingeholt werden. Diese gewähren das Recht zur Aufsuchung und/oder Gewinnung von Bodenschätzen in einem festgelegten Feld für einen bestimmten Zeitraum. Für die Erschließung (Gewinnungs- und Aufsuchungstätigkeit) sind zusätzliche Zulassungen in Form von Betriebsplänen notwendig (vgl. § 51 BBergG). Für die Errichtung und Führung eines Betriebs sind Hauptbetriebspläne für einen in der Regel 2 Jahre nicht übersteigenden Zeitraum aufzustellen, die bei Bedarf fortlaufend erneut aufgestellt werden müssen (§ 52 Abs. 1 S. 1 BBergG).

Bei bergbaulichen Vorhaben, die einer UVPG bedürfen, ist die Aufstellung eines Rahmenbetriebsplans obligatorisch, für dessen Zulassung ein Planfeststellungsverfahren durchzuführen ist (§ 52 Abs. 2a BBergG). Rahmenbetriebspläne gelten i.d.R. für einen Zeitraum von 10 bis 30 Jahren. Marine Sand- und Kiesgewinnung auf Abbauf lächen von mehr als 25 ha oder in einem ausgewiesenen Naturschutzgebiet oder Natura 2000-Gebiet bedürfen nach § 57c BBergG i.V.m. der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau) einer UVP.

In der Ostsee waren im Planungszeitraum 2004 bis 2009, zusätzlich zum Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns, in der AWZ die Felder Adlergrund Nord, Adlergrund Nordost und Adlergrund Südwest für den Sand- und Kiesabbau bewilligt. Diese Bewilligungen basierten z.T. auf

Gewinnungsrechten aus der Zeit vor der Wiedervereinigung Deutschlands. Noch zu Beginn des Planungsprozesses waren die Hauptbetriebsplanzulassungen für diese Gebiete abgelaufen, so dass keine Gewinnung mehr stattfand. Die Bewilligung für Adlergrund Nordost hat eine Laufzeit bis 2020, die Bewilligungen für die beiden Felder Adlergrund Nord und Südwest liefen 1991 aus.

Im Zeitraum 2009 bis 2019 hat es in der deutschen AWZ der Ostsee keine Genehmigung neuer Erlaubnis- oder Bewilligungsfelder für Sand- und Kiesabbau oder Kohlenwasserstoffe gegeben.

Im Rahmen des Verfahrens zum Bau des Fehmarnbelttunnels wurde im Küstenmeer von

Schleswig-Holstein und in der angrenzenden AWZ eine Bewilligung (Feste Fehmarnbeltquerung) auf die Gewinnung von Sand- und Kies erteilt (Quelle: LBEG).

Im Adlergrund liegt nur noch die Bewilligung Adlergrund Nordost (Zuständigkeit Bergamt Stralsund) mit einer Laufzeit bis inzwischen 31.12.2040 vor. Für die Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen sind drei Erlaubnisfelder genehmigt: Oderbank, Plantagenet KW und Ribnitz. Diese erstrecken sich jeweils vom Küstenmeer in die AWZ.

Die folgende Tabelle stellt Wirkungen der Rohstoffgewinnung und potenzielle Auswirkungen auf die Schutzgüter dar.

Tabelle 21: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Rohstoffgewinnung (t= temporär).

Nutzung	Wirkung	Potenzielle Auswirkung	Schutzgüter																	
			Benthos	Fische	See- und Rastvögel	Zugvögel	Meeressäuger	Fledermäuse	Plankton	Biotypen	Biologische Vielfalt	Boden	Fläche	Wasser	Luft	Klima	Mensch/ Gesundheit	Kultur- und Sachgüter	Landschaftsbild	
Rohstoffe Sand- und Kiesabbau / Seismische Untersuchungen	Entnahme von Substraten	Veränderung von Habitaten	x	x			x		x	x	x	x						x		
		Lebensraum- und Flächenverlust	x	x			x		x	x	x	x	x					x		
	Trübungs-fahren	Beeinträchtigung	x t	x t	x t				x t					x t						
		Physiologische Effekte und Scheueffekte		x t																
	Physische Störung	Beeinträchtigung des Meeresbodens	x							x		x	x						x	
	Unterwasserschall bei seismischen Untersuchungen	Beeinträchtigung / Scheueffekt		x t			x													
Visuelle Unruhe	Beeinträchtigung/ Scheueffekt			x																

Potenzielle temporäre Auswirkungen ergeben sich aus dem Unterwasserschall bei seismischen Untersuchungen sowie durch Trübungs-fahren während der Rohstoffgewinnung und können zu Beeinträchtigungen und Scheueffekten führen. Potenzielle permanente Auswirkungen durch die Entnahme der Substrate und physische Störung bedingen einen Lebensraum- und Flächenverlust, die Veränderung von Habitaten und eine Beeinträchtigung des Meeresbodens.

### 3.4.1 Boden/ Fläche

#### Sand- und Kiesgewinnung

Im Allgemeinen erfolgt die Gewinnung von Kies-sanden und Sanden flächenhaft mit einem Schleppkopf-Saugbagger (suction trailer hopper dredging). Dabei überfährt ein Saugbagger mit einem Schleppkopf von üblicherweise 2 m Breite aus abbautechnischen und navigatorischen Gründen mehrfach das Gewinnungsfeld, bis die maximal zulässige Abbautiefe erreicht wird. Es

entstehen i. d.R. etwa 2 bis 4 m breite Furchen zwischen denen unbeanspruchter Meeresboden stehen bleibt. Es muss eine Restmächtigkeit des förderwürdigen Sediments erhalten bleiben, um das ursprüngliche Substrat für eine Wiederbesiedlung zu erhalten. Im Fall von selektiver Sedimentgewinnung werden die Kiessande an Bord gesiebt und die nicht benötigte Fraktion (Sand oder Kies) wieder vor Ort rückgeleitet.

Aufgrund der beschriebenen Abbautechnik entsteht auf dem Meeresboden ein Relief aus sich mehrfach kreuzenden Furchen und ursprünglichem Meeresboden. Einhergehend mit dieser topographischen bzw. morphologischen Änderung wird das bodennahe Strömungsmuster beeinflusst.

Die Ausdehnung der bei Materialrückleitung entstehenden Trübungsfahnen ist abhängig von der Korngröße und der Menge des rückgeleiteten Materials sowie der Strömung und deren Richtungsstabilität. Aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeiten in der Ostsee ist eher eine lokal begrenzte Ausdehnung der Trübungsfahnen zu erwarten. Im Falle einer selektiven Gewinnung wird entweder die Kies- oder die Sandfraktion wieder in die Wassersäule rückgeleitet.

In Abhängigkeit von Korngröße und Wassertiefe findet eine Sortierung des rückgeleiteten Korngemenges statt: die groben Anteile werden zuerst abgelagert, die von den feineren Partikeln größtenteils bedeckt werden. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer fortschreitenden Sortierung, indem die feineren Sande durch die natürliche Sedimentdynamik umgelagert werden; der gröbere Sandanteil bleibt im Bereich der Rückleitung liegen und erfährt eine geringere Umlagerung (ZEILER et al. 2004, DIESING, 2003).

Grundsätzlich soll durch den flächenhaften Abbau das ursprüngliche Substrat erhalten bleiben, vorausgesetzt die Mächtigkeit der abbauwürdigen Sande, Kiessande und Kiese ist ausreichend. Bei einer selektiven Gewinnung kommt

es zu einer Veränderung des Substrats; je nach rückgeleiteter Fraktion findet eine Verfeinerung bzw. Vergröberung des ursprünglichen Sedimenttyps statt. Während die Kiesfraktion ortstabil ist und keine nennenswerte Umlagerung erfährt, wird der rückgeleitete Sand durch die natürliche Sedimentdynamik mehr oder weniger mobilisiert. Dabei kommt es aufgrund der veränderten Topographie zu einer Fallenwirkung der Furchen, in denen sich umgelagerter, i. d. R. feinkörnigerer Sand akkumuliert und das Substrat dauerhaft verändert (BOYD et al., 2004; ZEILER et al., 2004). Durch die Substratveränderung können sich einige der physikochemischen Parameter ändern. Bei einer Veränderung der Kornzusammensetzung kommt es zu unterschiedlichen Eindringtiefen von Sauerstoff. Dieser wird beim aeroben Abbau von organischer Materie verbraucht, wobei die abbauwürdigen Sedimente generell nur einen sehr geringen Anteil organischer Substanz führen. Aufgrund der geringen Belastung mit Schadstoffen und den geringen Auswirkungen auf die physikochemischen Parameter, die für eine Mobilisierung von Schadstoffen eine entscheidende Rolle spielen, ist von keiner nennenswerten Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment auszugehen.

#### *Gewinnung von Kohlenwasserstoffen*

Derzeit findet keine Förderung von Kohlenwasserstoffen in der AWZ der Ostsee statt. Für die Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen sind im Küstenmeer drei Erlaubnisfelder genehmigt: Oderbank, Plantagenet KW und Ribnitz. Diese erstrecken sich jeweils vom Küstenmeer in die AWZ.

Im Allgemeinen ist mit folgenden Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden bzw. Fläche zu rechnen (Planfeststellungsbeschluss des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld; jetzt LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie):

*Baubedingt:* Bei der Einleitung von Bohrklein/Bohrspülung kann es zu Auswirkungen durch auflastbedingte Verdichtungen und stoffliche

Veränderungen der Sedimente kommen. Bei der Einleitung von Bohrklein/Bohrspülung können zeitlich begrenzt Trübungserscheinungen auftreten.

*Anlagenbedingt:* Es können Auswirkungen in Form von gründungsbedingten Verdichtungen des Meeresbodens, Schadstoffbelastung durch Anstriche und Änderung der Strömungsverhältnisse durch die Plattform auftreten.

*Betriebsbedingt:* Korrosionsanstriche, Ummantelungsmaterialien, zum Korrosionsschutz eingesetzte Opferanoden können u.U. Schadstoffe abgeben. Die Einleitung von Produktionswasser und Abwässern aus der Kläranlage können zu Auswirkungen auf das Wasser und Sediment führen.

Zudem ist als Folge der Gewinnung von Erdgasvorkommen mit einer langfristigen Setzung des Meeresbodens in der Größenordnung von einigen Metern zu rechnen, die für norwegische und niederländische Erdöl- und Erdgasfelder beschrieben bzw. prognostiziert worden ist (FLUIT UND HULSCHER, 2002; MES, 1990; SULAK UND DANIELSEN, 1989).

Die beschriebenen Auswirkungen würden sowohl bei Durchführung wie bei Nichtdurchführung des Plans bestehen. Durch die Festlegung von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten wird der Nutzung Rohstoffgewinnung zukünftig jedoch mehr Bedeutung bei raumordnerischen Abwägungen zugewiesen. Eine Beeinflussung des Schutzgutes Boden in den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten ist somit bei Durchführung des Plans wahrscheinlicher als bei der Nichtdurchführung.

### 3.4.2 Benthos und Biotoptypen

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Auswirkungen der Nutzungen auf Benthos-Lebensgemeinschaften. Da Biotope die Lebensstätten einer regelmäßig wiederkehren-

den Artengemeinschaft sind, haben Beeinträchtigungen der Biotope direkte Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften.

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Eine Reihe physikalischer und chemischer Auswirkungen der Sedimentbaggerungen (HERRMANN UND KRAUSE, 2000) sind möglich, die auch für das marine Benthos relevant sind:

Substratentfernung und Veränderung der Bientopographie. Die gravierendste ökologische Auswirkung der Sand- und Kiesgewinnung ist die Reduzierung der In- bzw. Epifauna. Dabei werden die Aspekte der Siedlungsdichte und Biomasse der benthischen Organismen normalerweise stärker betroffen als die der Artenzahl. In holländischen Untersuchungen von MOORSEL UND WAARDENBURG (1990, 1991, zit. ICES WGEXT 1998) waren unmittelbar nach dem Abbau die Siedlungsdichte um 70 % und die Biomasse um 80 % reduziert, die Artenzahl hingegen nur um 30 %. Die Regeneration der benthischen Fauna kann, in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer der Veränderung der Umweltbedingungen und des Sedimentcharakters sowie der räumlichen Entfernung für einwandernde Arten, Zeiträume von einem Monat bis zu 15 Jahren und mehr beanspruchen (HERRMANN UND KRAUSE, 2000). Dabei hängt die Wiederbesiedlung nicht nur von physikalischen Faktoren wie Wassertiefe, Strömung und Seegang sowie sedimentologischen Parametern sondern auch von der Artenzusammensetzung ab. Wichtig ist vor allem, dass der Sedimentcharakter durch die Baggerung nicht verändert wurde. Im Allgemeinen lässt sich der Wiederbesiedlungsprozess in drei Phasen unterteilen (HERRMANN UND KRAUSE, 2000):

- *Phase I:* Schnelle Wiederbesiedlung durch Arten, die auch vor dem Abbau dominant waren (überwiegend opportunistische Arten); Arten- und Individuenzahlen nehmen schnell zu und können mitunter schon nach kurzer

Zeit das Ausgangsniveau erreichen; die Biomasse bleibt jedoch niedrig.

- *Phase II:* Die Biomasse bleibt über einen längeren Zeitraum (mehrere Monate bis Jahre) deutlich herabgesetzt. Ursachen dafür können der Verlust der älteren Jahrgänge von langlebigen Arten (z.B. Muscheln wie *Mya arenaria*, *Cerastoderma* spp. und *Macoma balthica*) oder die Behinderung der Wiederbesiedlung durch die fortgesetzte Umlagerung der durch den Abbau gestörten Sedimente sein.
- *Phase III:* Die Biomasse nimmt deutlich zu, die Zönosen regenerieren sich vollständig.

Sehr langanhaltende Veränderungen der Benthosgemeinschaften werden in Abbaugebieten festgestellt, in denen nach der Baggerung ein anderes Sediment zurückbleibt. Die Folge ist eine dauerhafte Veränderung der Bodenfauna, oft hin zu Weichbodengemeinschaften (HYGUM, 1993 zit. in HERRMANN und KRAUSE, 2000). In bestimmten Fällen kann auch eine dauerhafte Veränderung von Weich- zu Hartböden mit entsprechender Faunenveränderung auftreten (HERRMANN und KRAUSE, 2000). Gemäß ICES (2016) wird der Wiederbesiedlungsprozess unterstützt, wenn das Substrat nach der Entnahme vergleichbare Eigenschaften aufweist mit dem Substrat vor der Entnahme.

Konkrete Informationen zum Gebiet SKO1 liegen nicht vor. Für die vergleichbare Kiessandlagerfläche „OAM III“ in der AWZ der Nordsee, die ebenfalls in einem Naturschutzgebiet liegt, konnte im Umweltmonitoring allerdings gezeigt werden, dass die bisherigen Abbauaktivitäten zu keiner grundlegenden Veränderung der Sedimentstruktur oder –zusammensetzung im Abbaugebiet geführt haben. Abbundanz- und Artenstruktur des Makrozobenthos in Abbau- und Referenzgebiet wiesen keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Lediglich die Gesamt-

biomassen waren erwartungsgemäß im Abbaugebiet statistisch signifikant niedriger als im Referenzgebiet (IFAÖ 2019). Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass das Ursprungssubstrat in der Fläche erhalten werden konnte und eine Regenerationsfähigkeit insbesondere für artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe gegeben ist.

#### Veränderung hydrographischer Verhältnisse.

Die Veränderung der Bodentopographie kann Änderungen der hydrographischen Verhältnisse und damit auch des Wasseraustausches und des Sedimenttransportes verursachen. Als Folge von Veränderungen der Bathymetrie kann lokal eine Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit eintreten, die zu einer Ablagerung von Feinsedimenten und lokalen Sauerstoffmangelerscheinungen führt (NORDEN ANDERSEN et al., 1992). Dies kann mit Konsequenzen für die Bodenfauna verbunden sein. Nach GOSSELCK et al. (1996) sind beim Sand- und Kiesabbau zwar keine Auswirkungen auf großräumige Strömungsverhältnisse zu erwarten, klein- und mesomaßstäbliche Veränderungen müssen jedoch in Betracht gezogen werden.

Trübungs-fahnen. Trübungs-fahnen können im Wesentlichen an drei Stellen des Abbauprozesses entstehen (HERRMANN und KRAUSE, 2000):

- Durch die mechanische Störung des Sediments im Meeresboden durch den Baggerkopf
- Das vom Bagger in das Meer zurückfließende Überlaufwasser
- Die Verklappung unerwünschter Sedimentfraktionen (screening).

Obwohl erhöhte Trübungen bis in einige hundert Meter Entfernung vom Bagger beobachtet werden können, in Einzelfällen sogar einige Kilometer weit nachweisbar sind, nimmt die Konzentration des suspendierten Materials mit der Entfernung normalerweise sehr schnell ab (HERRMANN und KRAUSE, 2000). Ein kurzzeitiges Auftreten von erhöhten Konzentrationen von suspendierten Stoffen scheint für adulte Muscheln nicht

schädlich zu sein. Das Wachstum von filtrierenden Muscheln kann sogar gefördert werden. Eier und Larven einer Art reagieren jedoch im allgemeinen empfindlicher als die erwachsenen Tiere.

Obwohl die Konzentration suspendierter Partikel Werte erreichen kann, die für bestimmte Organismen schädlich sind, sind die Auswirkungen auf marine Organismen als relativ gering anzusehen, da derartige Konzentrationen räumlich und zeitlich nur beschränkt auftreten und durch Verdünnungs- und Verteilungseffekte schnell wieder abgebaut werden (HERRMANN und KRAUSE, 2000).

Remobilisation chemischer Stoffe. Die Resuspension von Sedimentpartikeln kann zur Freisetzung von chemischen Verbindungen wie Nährstoffen und Schwermetallen führen. Der Sauerstoffgehalt kann abnehmen, wenn organische Stoffe in Lösung gebracht werden (HERRMANN und KRAUSE, 2000).

Nach Messungen bei Baggerungen in der Beltsee kann die Konzentration von anorganischem Stickstoff und Phosphor im Überlauf Wasser um das 3 bis 100fache erhöht sein (HYGUM, 1993). Hinsichtlich der Nährstoffwerte wurden Erhöhungen bis zu einer Entfernung von 180 m hinter dem Bagger gemessen, wobei die höchsten Konzentrationen innerhalb der ersten 50 m registriert wurden (HERRMANN und KRAUSE, 2000). Ein Anstieg von Schwermetallkonzentrationen (Mangan und Kupfer) wurde bis zu einer Entfernung von 12 m nachgewiesen.

Die chemischen Auswirkungen werden im Allgemeinen als relativ gering angesehen, da die kommerziell genutzten Sande und Kiese in der Regel einen geringen Gehalt an organischen und tonigen Bestandteilen haben und damit kaum chemische Wechselwirkungen mit der Wassersäule zeigen. Weiterhin sind die Abbauprodukte zeitlich und räumlich begrenzt. Hinzu kommt, dass durch Wellen und Strömungen eine schnelle Verdünnung eventuell auftretender

Konzentrationserhöhungen von Nähr- und Schadstoffen erfolgt (ICES, 1992; ICES WGEXT, 1998)

Sedimentation und Übersandung: Die Ausbreitung von Sedimentpartikeln hängt in hohem Maße vom Gehalt an Feinbestandteilen und der hydrographischen Situation (insbesondere Seegang, Strömung) ab (Herrmann und Krause, 2000). Eine Verdriftung von suspendierten Partikeln konnte in einigen Fällen bis in 1.000 m Entfernung vom Baggerort nachgewiesen werden. Der größte Teil des Materials sedimentiert jedoch am Abbauort oder in dessen unmittelbarer Umgebung. Weiterhin ergaben Untersuchungen von Kenny and Rees (1996), dass Sedimente, die einmal durch Baggerungen gestört wurden, noch über längere Zeit durch Gezeiten und Wellen leichter beweglich bleiben können. Eine derartige abbaubedingte Zunahme der Sedimentbeweglichkeit kann ebenfalls zu Übersandungserscheinungen und Entwicklungsbeeinträchtigungen für benthische Organismen führen.

Die Praxis des „Screenings“ (Verklappung von unerwünschten Sedimentfraktionen) kann ebenso zur Veränderung des Bodensubstrats in Richtung mobiler Sandgebiete führen. Die Auswirkungen des Sediment-Fallouts aus dem Überlauf der Schiffe auf die benthischen Lebensgemeinschaften der Flächen, die nicht direkt durch die Baggerung betroffen sind, können sehr unterschiedlich sein. Folgende Möglichkeiten wurden in bisherigen Untersuchungen beobachtet (ICES 1992):

- Zunächst wie im Baggergebiet ein nahezu vollständiges Absterben der benthischen Fauna, die anschließende Wiederbesiedlung erfolgt aber schneller.
- Die benthische Fauna wird zwar geschädigt, aber weniger stark als im Abbaugbiet, die anschließende Wiederbesiedlung verläuft schneller.
- Die Artenvielfalt und Abundanz werden im Sedimentationsgebiet gefördert.
- Die Auswirkungen sind unbedeutend.

Das Hauptrisiko der Sedimentation besteht in der Verschüttung von sessilen benthischen Organismen wie Muscheln und Polychaeten. Außerdem können Krebstiere wie z.B. Hummer ihren Lebensraum verlieren, wenn die von ihnen bewohnten Höhlen und Spalten verschüttet werden. Der Taschenkrebs, welcher während der Fortpflanzung unbeweglich ist, ist ebenfalls von Verschüttung und Erstickung bedroht (ICES, 1992).

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Auswirkungen der Sand- und Kiesgewinnung auf das marine Benthos wie folgt festhalten:

#### Direkte Auswirkungen:

- Temporärer (kurzfristig bei opportunistischen Arten; mittelfristig bei langlebigen Arten), regionaler (kleinräumiger) Verlust von Individuen der benthischen In- und Epifauna aufgrund der Substratentfernung.
- Temporäre (kurzfristig), regionale (kleinräumig) Schädigung von Individuen, Eiern und Larven benthischer Organismen aufgrund von Trübungsfahren
- Temporäre (kurzfristige) und regionale (kleinräumige) Beeinträchtigung benthischer Organismen aufgrund der Remobilisation chemischer Stoffe
- Temporäre (kurzfristige) und regionale (kleinräumige) Entwicklungsbeeinträchtigungen, ggf. auch Individuenverlust benthischer Organismen aufgrund von Sedimentation und Übersandung.

#### Indirekte Auswirkungen:

- Temporärer (kurzfristiger) und regionaler (kleinräumiger) Siedlungsraumverlust für Benthosorganismen aufgrund der Substratentfernung, wenn der Sedimentcharakter durch die Baggerungen nicht verändert wird.
- Permanenter und regionaler (lokal) Siedlungsraumverlust aufgrund möglicher Veränderung der hydrographischen Verhältnisse.
- Temporäre (kurzfristige) und regionale (kleinräumige) Beeinflussung des Nahrungsangebots für benthische Organismen durch Beeinträchtigungen der Primärproduktion

(Phyto- und Zooplankton) aufgrund der Remobilisation chemischer Stoffe.

### 3.4.3 Fische

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Die Gewinnung von Sand und Kies in der Ostsee kann die Habitate verändern und für die Fischfauna einen Verlust ihres Lebensraumes bedeuten. Darüber hinaus kommt es durch die Substratentnahme zu Trübungsfahren mit einhergehender Sedimentation und Resuspension von Sedimentpartikeln, die die Fischfauna beeinträchtigen können.

Während der Entnahme von Substraten werden die Fische i.d.R. aus ihrem Lebensraum vergrämt. Ein **Flächenverlust** ist abhängig von der geologischen Beschaffenheit des abgetragenen Materials. Eine Veränderung des Sedimenttyps nach der Entnahme kann eine Wiederbesiedlung für einige Arten erschweren. Fische sind von den Auswirkungen der Sand- und Kiesgewinnung vor allem dann erheblich betroffen, wenn die Abbauflächen sich mit den Laichgründen überlagern, was in der Ostsee AWZ nur für wenige Arten, wie den Sandaal, zutrifft (HERRMANN & KRAUSE 2000). Sandaale graben sich in Sedimente ein und legen ihre Eier dort ab. Als eine Hauptnahrungsgrundlage für Schweinswale, Kegelrobben und verschiedene Seevogelarten könnte ein Habitatverlust für Sandaale über das Nahrungsnetz auch andere Schutzgüter beeinflussen. Zusammenhänge zwischen der Abundanz von Sandaalen und dem Bruterfolg von Vögeln wurden beispielsweise für Dreizehenmöwen nachgewiesen (MACDONALD et al. 2019). Fische selbst werden ebenfalls indirekt durch den Verlust von Nahrungsressourcen beeinträchtigt, da durch die Sand- und Kiesgewinnung eine Reduzierung der wirbellosen In- und Epifauna im Gebiet einhergeht.

Durch Sand- und Kiesabbau entstehen zudem **Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahren**, die – wenn auch zeitlich befristet und art-



spezifisch unterschiedlich – physiologische Beeinträchtigungen sowie Vergrämung bewirken können. Im Freiwasser jagende Räuber wie Makrelen und Holzmakrelen meiden Areale mit hohen Sedimentfrachten und weichen so der Gefahr einer Verklebung des Kiemenapparates aus (Ehrich & Stransky 1999). Eine Gefährdung dieser Arten infolge von Sedimentaufwirbelungen erscheint aufgrund ihrer hohen Mobilität nicht wahrscheinlich. Auch eine Beeinträchtigung bodenlebender Fische ist infolge ihrer guten Schwimmeigenschaften und damit verbundenen Ausweichmöglichkeiten nicht zu erwarten. Bei Schollen und Seezungen wurde nach sturmbedingten Sedimentaufwirbelungen gar erhöhte Nahrungssuchaktivität festgestellt (EHRICH et al. 1998). Grundsätzlich können Fische durch ihre ausgeprägten sensorischen Fähigkeiten (Seitenlinienorgan) und ihre hohe Mobilität jedoch Störungen ausweichen, sodass für adulte Fische Beeinträchtigungen unwahrscheinlich sind. Eier und Larven, bei denen Empfang, Verarbeitung und Umsetzung sensorischer Reize noch nicht oder wenig ausgeprägt sind, sind generell empfindlicher als erwachsene Artgenossen. Fischeier bilden nach der Befruchtung eine Lederhaut aus, die sie robust gegenüber mechanischen Reizen macht, z. B. gegenüber aufgewirbelten Sedimenten. Obwohl die Konzentration suspendierter Partikel Werte erreichen kann, die für bestimmte Organismen schädlich sind, sind die Auswirkungen auf Fische als relativ gering anzusehen, da derartige Konzentrationen räumlich und zeitlich nur beschränkt auftreten und durch Verdünnungs- und Verteilungseffekte schnell wieder abgebaut werden (HERRMANN & KRAUSE 2000).

Das gilt auch für mögliche Konzentrationserhöhungen von Nähr- und Schadstoffen durch die **Resuspension** von Sedimentpartikeln (ICES 1992; ICES WGEXT 1998). Die Resuspension von Sedimentpartikeln kann zur Freisetzung von chemischen Verbindungen wie Nährstoffen und Schwermetallen führen. Der Sauerstoffgehalt

kann abnehmen, wenn organische Stoffe in Lösung gebracht werden (HERRMANN & KRAUSE 2000). Die chemischen Auswirkungen werden im Allgemeinen für die Ostsee als relativ gering angesehen, da die kommerziell genutzten Sande und Kiese in der Regel einen geringen Gehalt an organischen und tonigen Bestandteilen haben und damit kaum chemische Wechselwirkungen mit der Wassersäule zeigen.

Bei der **Sedimentation** des freigesetzten Substrats besteht das Hauptrisiko in einer Bedeckung von am Boden abgelegtem Fischlaich. Dies kann eine Unterversorgung der Eier mit Sauerstoff zur Folge haben und je nach Wirkungsgrad und Dauer zu einer Schädigung bis hin zum Absterben des Laichs führen. Für die meisten in der AWZ vorkommenden Fischarten ist eine Laichschädigung nicht zu erwarten, da sie entweder pelagische Eier und/ oder ihre Laichplätze im Flachwasserbereich außerhalb der AWZ haben. Auch die frühen Lebensstadien sind möglicherweise an Turbulenz angepasst, wie sie infolge von Naturphänomenen wie Sturm oder Strömungen regelmäßig in der Ostsee wiederkehrt.

#### 3.4.4 Marine Säuger

##### *Sand- und Kiesgewinnung*

Durch Sand- und Kiesgewinnung können Sedimentfahnen sowie Sedimentveränderungen und damit einhergehend Schädigung oder Veränderung der Benthoslebensgemeinschaften hervorgerufen werden. Temporäre Auswirkungen auf marine Säugetiere durch Schallemissionen der in der Gewinnung beteiligten Fahrzeugen wären ebenfalls zu erwarten. Insbesondere Trübungsfahnen und Veränderungen der Sedimentstruktur sowie des Benthos können auf die Qualität des Habitats für marine Säuger auswirken. Allerdings sind diese lokal und temporär und somit etwaige Störungen wären unerheblich.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen der Sand- und Kiesgewinnung auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

#### *Gewinnung von Kohlenwasserstoffen*

Mögliche Auswirkungen auf marine Säugetiere durch Errichtung und den Betrieb von Offshore-Plattformen zur Gewinnung von Erdgas können hervorgerufen werden durch Schiffsverkehr, Schallemissionen, Verschmutzungen durch Schadstoffaustritt und Sedimentfahnen. Im Normalbetrieb sind durch Plattformen Sediment- und Benthosveränderungen zu erwarten. Durch veränderte Zusammensetzung des Benthos hervorgerufene Anlockeffekte auf Fische können in Folge wiederum zu Anlockeffekten für marine Säugetiere (Konsumenten) führen. Kollisionen von Schweinswalen mit Plattformen sind nicht bekannt. Bei Unfällen können Schadstoffe in die Meeresumwelt gelangen, die zu einer Kontamination mariner Säugetiere führen kann.

Direkte Störungen mariner Säugetiere auf Individuenebene können nur während der Errichtungsphase von Gasförderplattformen auftreten. Auswirkungen durch Schiffsverkehr und vor allem durch Schallemissionen in der Konstruktionsphase sind allerdings nur regional und zeitlich begrenzt zu erwarten. Mit der Entstehung von Sedimentfahnen ist weitgehend nur lokal und ebenfalls zeitlich begrenzt zu rechnen. Ein Habitatverlust für marine Säugetiere könnte dadurch insgesamt lokal und zeitlich begrenzt auftreten.

Indirekte Auswirkungen durch Schadstoffeinleitungen im Normalbetrieb und Anreicherung in den Nahrungsketten sollten durch geeignete Maßnahmen nach dem Stand der Technik verhindert werden. Auswirkungen durch Schadstoffaustritt bei einem Störfall oder Unfall lassen sich nicht ausschließen. Diese würden überwiegend punktuell auftreten.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen der Kohlenstoffgewinnung auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

### **3.4.5 See- und Rastvögel**

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Für Seevögel kann es beim Abbau von Sand und Kies vor allem zu Auswirkungen durch Trübungsfahnen und visueller Unruhe durch den Schiffsverkehr kommen. Indirekt können sich Sedimentveränderungen und damit einhergehende Veränderungen der Benthoslebensgemeinschaften über die Nahrungskette auf See- und Rastvögel auswirken. Diese Auswirkungen sind für See- und Rastvögel in der Regel schwach ausgeprägt, da die Vögel ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen.

Direkte Auswirkungen durch Trübungsfahnen fallen für Seevögel, je nach Nahrungsstrategie, artspezifisch unterschiedlich aus. Die Trübungsfahnen führen zudem nur lokal zu einer Wassertrübung.

Der Schiffsverkehr während der Abbauarbeiten kann bei störsensiblen Arten zu Meideverhalten und damit einem temporären Habitatverlust führen.

Insgesamt sind die Auswirkungen auf See- und Rastvögel durch den Schiffsverkehr und die Bildung von Trübungsfahnen in Folge von Baggerarbeiten regional und auf die Dauer der Abbauarbeiten beschränkt.

Die genannten Auswirkungen auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### *Gewinnung von Kohlenwasserstoffen*

Für See- und Rastvögel können von der Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen potentielle Auswirkungen durch den nutzungsverbundenen Schiffsverkehr in Form von visueller Unruhe und Sedimentfahnen ausgehen. Darüber hinaus kann es zu Sediment- und Benthosveränderungen kommen. Anlockeffekte auf Fische durch veränderte Zusammensetzung des Benthos können wiederum zu Anlockeffekten für deren Konsumenten, in diesem Fall Seevögel, führen (LOKKEBORG et al. 2002, FABI et al. 2004). Bei Unfällen können Schadstoffe und Öl in die Meeresumwelt gelangen, die auch eine Kontamination von Seevögeln zur Folge haben können. Abhängig von der technischen Umsetzung der Kohlenwasserstoffgewinnung kann es anlagenbedingt zu vergleichbaren Auswirkungen wie bei der Offshore-Windenergie kommen (siehe Kapitel 3.2.5).

Auswirkungen durch den nutzungsverbundenen Schiffsverkehr sind vor allem bei störepfindlichen Arten, wie Seetauchern, zu erwarten, wirken allerdings nur regional und zeitlich begrenzt.

Mit der Entstehung von Sedimentfahnen ist weitgehend nur lokal und ebenfalls zeitlich begrenzt zu rechnen.

Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen sind für Seevögel in der Regel schwach ausgeprägt, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die durch die Gewinnung von Kohlenwasserstoffen ausgehenden Auswirkungen auf See- und Rastvögel überwiegend temporär und räumlich begrenzt. Für weitere potentielle Auswirkungen vergleichbar mit den Auswirkungen der Windenergie wird auf Kapitel 3.2.5 verwiesen.

Die genannten Auswirkungen auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der

Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### **3.4.6 Zugvögel**

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Auswirkungen der Sand- und Kiesgewinnung auf Zugvögel können hauptsächlich durch Anlockeffekte der beleuchteten Abbaufahrzeuge bestehen. Diese können vor allem nachts bei schlechten Sicht- und Wetterbedingungen wirken, wodurch es zu Kollisionen kommen kann.

Die genannten Auswirkungen auf Zugvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

#### *Gewinnung von Kohlenwasserstoffen*

Bei der Gewinnung von Kohlenwasserstoffen kann es zu Anlockeffekten durch beleuchtete Strukturen kommen. Abhängig von der technischen Umsetzung der Kohlenwasserstoffgewinnung kann es anlagenbedingt zu vergleichbaren Auswirkungen wie bei der Offshore-Windenergie kommen (siehe Kapitel 3.2.7).

Die genannten Auswirkungen auf Zugvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### **3.4.7 Luft**

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Durch den mit der Sand- und Kiesgewinnung verbundenen Schiffsverkehr wird es zu Schadstoffemissionen kommen, die die Luftqualität beeinflussen können. Erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Luftqualität werden nicht erwartet.

#### *Gewinnung von Kohlenwasserstoffen*

Mit der Gewinnung von Kohlenwasserstoffen sind Emissionen verbunden, die die Luftqualität beeinflussen können. Die Emissionen stammen insbesondere aus dem mit den Offshore-Aktivitäten verbundenen Schiffsverkehr (z.B. Versorger), den Bohraktivitäten, den Bauaktivitäten (z.B. Rammen von Gründungspfählen) und aus



### 3.5.1 Boden/Fläche

Für fischereiliche Zwecke werden in der AWZ der Ostsee Schlepp- und Stellnetze eingesetzt. Die Scherbretter der Grundsleppnetze dringen i.d.R. wenige Millimeter bis Zentimeter tief in den sandigen bis schlickigen Meeresboden der Ostsee ein. Dieser zeitlich und räumlich variable Eingriff unterliegt im Zuge der natürlichen Sedimentdynamik auf den sandigen Meeresböden einer relativ raschen Regenerierung, so dass die Schleppspuren i. d. R. innerhalb einiger Tage bis Wochen verschwunden sind. In größeren Wassertiefen, insbesondere in den Ostseebecken, bleiben die verhältnismäßig tiefen Schleppspuren über lange Zeiträume wegen der geringen Sedimentdynamik erhalten.

Die bodennahe Bildung von Trübungsfahnen und mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus den sandigen Sedimenten ist in Bereichen mit relativ geringem Feinkornanteil (Schluff und Ton) und der geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. Im Bereich der schluffigen Meeresböden kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i.d.R. an herabsinkenden Partikeln, die wegen der geringen Strömungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben. Eine Ausnahme bilden Einzelereignisse wie Salzwassereinbrüche über die dänischen Belte und Sunde, die unter bestimmten Voraussetzungen und zeitlich eng begrenzt bodennahe Trübung lateral verfrachten können. Langfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schlickigen Becken abgesetzt.

Die Auswirkungen auf das Schutzgut Boden ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.5.2 Benthos und Biotoptypen

Für das Benthos ist die Fischerei auf demersale Fischarten von Bedeutung. Veränderungen am Meeresgrund durch Fanggeräte werden in der Ostsee beinahe ausschließlich durch die Scherbrettfischerei verursacht, die sichtbare Spuren hinterlassen. Während auf sandigem Grund die beobachtete Eindringtiefe der Bretter weniger als 5 cm beträgt, haben die Spuren auf schlickigem Grund Tiefen bis zu 23 cm (WEBER UND BAGGE, 1996). Die Einflüsse der Grundsleppnetzfisherei auf den Meeresboden und seine lebenden Bewohner sind insgesamt noch wenig untersucht worden. Letztlich können durch die Fischereiaktivitäten Organismen des Epi- und Endobenthos durch die mechanische Belastung abgetötet werden oder sie werden dem System entnommen und zumeist beschädigt wieder über Bord gegeben. Für die Ostsee wird besonders die Zertrümmerung der Islandmuschel *Arctica islandica* durch die Scherbretter von mehreren Autoren diskutiert. Nach RUMOHR & KROST (1991) sind dünnschalige und große Muscheln am stärksten betroffen. Die häufigsten Beschädigungen werden an der zerbrechlichen weißen Pfeffermuschel *Syndosmya alba* festgestellt, aber auch große Exemplare der Islandmuschel werden durch die Scherbretter zu ca. 50 % zerstört.

Die Stärke der Schädigung hängt nicht nur vom Sedimenttyp und von der Eindringtiefe des Fanggerätes ab, sondern auch von der Häufigkeit, mit der ein Gebiet befischt wird. Weiterhin ist der Beschädigungsgrad auch von der Artenzusammensetzung des Benthos abhängig, das auf Störungen unterschiedlich reagieren kann (SCHOMERUS et al., 2006).

Die Auswirkungen der Fanggeräte auf die benthischen Lebensgemeinschaften lassen sich in kurzfristige und langfristige Effekte trennen (WEBER et al., 1990):

- Kurzfristige Folgen: Die vom Fanggeschirr freigelegten Tiere sind teilweise verletzt oder getötet. Besonders anfällig sind hierfür die größeren und hartschaligen Vertreter wie Seeigel und Schwimmkrabben. Die freiliegenden und geschädigten Tiere sind Nahrung für die Fische aus der näheren Umgebung. MARGETTS UND BRIDGER (1971) beobachteten, dass Klieschen in der Schleppspur zahlreicher und fressaktiver sind als in der Umgebung.
- Langfristige Folgen: Durch Fischereiaktivitäten steigt die Sterblichkeit der empfindlichen Arten solange an, bis nur noch Opportunisten existieren können. Die Diversität, ein Maß für die Artenvielfalt, nimmt gleichzeitig ab. Die Abundanz steigt für die Arten, die vom Fanggeschirr nicht geschädigt werden, in dem Maße an, wie die sensiblen Arten aus dem Biotop verschwinden. Die Produktion an organischer Substanz könnte zuerst steigen, da die älteren, langsamwüchsigen durch schnellwüchsige, junge Exemplare ersetzt werden. Mit zunehmender Trawlaktivität werden dann auch die jüngeren Tiere sterben, so dass die Produktion abnimmt.

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Auswirkungen der Fischerei auf das marine Makrozoobenthos wie folgt festhalten:

- Individuenverlust, insbesondere langlebiger und empfindlicher Arten, durch die Fanggeschirre
- Reduzierung sessiler Epifauna
- Abnahme der Artenvielfalt
- Verschiebung des Größenspektrums der Bodenfauna
- Habitatnivellierung durch das Wegfischen von Steinen.

### 3.5.3 Fische

#### *Fischerei*

Die Fischerei in der gesamten Ostsee umfasst etwa 5300 Fahrzeuge und konzentriert sich auf 17 Fischbestände 9 verschiedener Arten (ICES

2019). Die wichtigsten Zielarten sind Dorsch, Hering und Sprotte. Die Plattfischfischerei in der deutschen AWZ zielt unter anderem auf die Fischarten Scholle, Flunder, Stein- oder Glattbutt. Beim Fang werden oft nicht nur schwere Grundgeschirre geschleppt, sondern auch relativ kleine Maschen verwendet werden, infolgedessen die Beifangraten kleiner Fische und anderer Meerestiere sehr hoch sein können.

Die aus der Fischerei resultierenden Umweltwirkungen sind vielfältig und in ihren Auswirkungen zum Teil erheblich. Grundlegendes Problem ist der zu hohe Fischereiaufwand und die Überfischung einiger Bestände (siehe auch Kapitel 2.6.3 Vorbelastung). Negative bis kritische Bestandentwicklungen sind dabei, ebenso wie der Beifang an Nachwuchsjahrgängen, ein großes Problem in der Ostsee, denn dadurch wird den Beständen ihr zukünftiges Reproduktionspotenzial entzogen. Die Folge ist, dass bei Nutzfischbeständen der Ostsee oft nicht das volle Reproduktionspotenzial zur Verfügung steht. Neben der direkten Mortalität der Zielarten sind potentiell die nicht gezielt befischten Beifangarten durch die Fischerei gefährdet. Insbesondere reagieren Haie und Rochen durch sehr langsames Wachstum, späte Geschlechtsreife und geringe Fruchtbarkeit sehr empfindlich auf den Fischereidruck, mit der möglichen Folge von Bestandrückgängen in der Ostsee (ZIDOWITZ et al. 2017). Zusätzlich wirkt sich die demersale Fischerei negativ auf Wirbellose aus, die als wichtige Nahrungsgrundlage für viele Knochen- und Knorpelfische dienen.

Eine weitere Auswirkung der intensiven Fischerei ist die Veränderung der Alters- und Längensstruktur der Fische durch die grössenselektiven Fangmethoden. Vornehmlich werden größere ältere Individuen entnommen, sodass zunehmend der Anteil kleinerer jüngerer Individuen in der Fischgemeinschaft überwiegt. Diese Veränderung der Fischgemeinschaft hat wohl vor allem für die Reproduktion der Fischbestände Konsequenzen. Im Allgemeinen produzieren kleine Fische weniger und kleinere Eier als ihre

größeren Artgenossen. Ihre Fischbrut ist zudem empfindlicher für eine variable Umwelt und unterliegt damit womöglich einer erhöhten Sterblichkeit (TRIPPEL et al. 1997). Diese Auswirkung der Fischerei kann zu Bestandsrückgängen und Änderungen innerhalb der Lebensgemeinschaft (wie Dominanzverhältnisse) führen.

Neben den direkten Auswirkungen der Fischerei, kann der Eintrag von marinen Abfällen zu indirekten negativen Auswirkungen auf die Fischfauna führen. In der Ostsee gehen rund 10.000 Stellnetze pro Jahr verloren, die jahrelang weiterfischen (Bundesregierung 2020). Die Sterblichkeit durch fischereiliche Geisternetze könnte zum Bestandsrückgang beitragen und vor allem für gefährdete Fischarten ein Problem darstellen.

#### *Aquakultur*

Mit der marinen Marikultur, insbesondere Fischaufzucht in Netzkäfigen, können Konflikte mit der Meeresumwelt verbunden sein, die mit ihren Auswirkungen auch die Fischgemeinschaften beeinträchtigen können. Ungeeignete Fütterungsmethoden können zu Futtermitteln führen, die den Meeresboden mit organischer Fracht belasten. Die Folge sind lokale Sauerstoffmangelsituationen, die durch den sauerstoffzehrenden mikrobiellen Abbau der organischen Substrate bedingt sind. Bei Krankheitsausbrüchen kann eine erhöhte Dichte von Parasiten und Krankheitserregern auch zu einem erhöhten Risiko für die Übertragung auf natürliche Bestände im anlagennahen Umgebungswasser führen. Auch das Entkommen von Kulturorganismen ist problematisch, wenn diese sich unter natürlichen Artgenossen mischen und sich an der Fortpflanzung beteiligen. Dadurch kann die genetische Vielfalt gefährdet werden (WALTER et al. 2003). Entkommen gebietsfremde Fischarten und sind diese in der Lage sich zu etablieren, so können einheimische Fischarten verdrängt werden.

### **3.5.4 Marine Säuger**

#### *Fischerei*

In der Ostsee werden von der Fischerei aufgrund der Bodenbeschaffenheit Stellnetze eingesetzt. Die Hauptbedrohungen von Schweinswalen in der Ostsee ist der unerwünschte Beifang in Netzen (ASCOBANS, 2003, Evans 2020).

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen durch Fischerei auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

### **3.5.5 See- und Rastvögel**

#### *Fischerei*

Die Fischerei beeinflusst das Vorkommen von Seevögeln. Der Rückwurf (Discards) von Beifang bei fischereilichen Aktivitäten bietet für einige Seevogelarten zusätzliche Nahrungsquellen. So entstehen Konzentrationsschwerpunkte um Fischereischiffe. Insbesondere Eissturmvogel, Skua, Heringsmöwe, Silbermöwe und Mantelmöwe profitieren von Discards. In einer Studie konnte ein Trend zu einer erhöhten Anzahl an Vögeln (Herings-, Silber-, Sturm- und Lachmöwe) bei entsprechend erhöhter Anzahl an Fischereikuttern eindeutig festgestellt werden (GARTHE et al. 2006). Zudem können See- und Rastvögel selbst als Beifang in Fischnetzen verenden.

Die Überfischung wichtiger Bestände, die Nahrungsgrundlage verschiedener Hochseevogelarten sind, führt zudem zur Nahrungslimitierung. Indirekte Effekte der Nahrungslimitierung bzw. des Wechsels zu anderen Fischarten als Nahrungsquelle, sind Verminderung des Reproduktionserfolgs und Beeinträchtigung der Überlebenschance vieler Vogelarten. Insbesondere sind Auswirkungen der Überfischung und des Rückgangs der Sandaal-Bestände aus der Nordsee bekannt (FREDERIKSEN et al. 2006). So liegen z.B. Beobachtungen von verminderten Reproduktionserfolgen bei Dreizehenmöwen

und Trottellummen aus britischen Brutkolonien vor, die mit dem Rückgang des Sandaals als Hauptnahrung der Küken zusammenhängen. Die Ausbreitung der sandaalähnlichen Schlangennadel in der Nordsee, die von Elternvögeln häufig anstatt des Sandaals zur Fütterung der Küken eingesetzt wird, stellt nach wissenschaftlichen Erkenntnissen keine gleichwertige Nahrung dar. Wegen der harten Konsistenz der Schlangennadeln sind die Jungvögel nicht in der Lage, diese als Futter zu verwenden. Sie bleiben dadurch unterernährt oder verhungern (WANLESS et al. 2006).

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Auswirkungen der Fischerei auf Seevögel wie folgt festhalten:

Auswirkungen der Fischerei können somit zeitlich wie räumlich begrenzt durch den eigentlichen Fischereivorgang wirken, aber auch großräumig und langanhaltend durch Veränderungen von Nahrungsverfügbarkeit und Beutespektrum.

#### *Aquakultur*

See- und Rastvögel wären bei Etablierung von Aquakulturen indirekt über potentielle Verschlechterungen der Wasserqualität und über die Nahrungsketten betroffen: Schadstoffe, insbesondere Wachstumshormonpräparate und Antibiotika, könnten durch Anreicherung in der Nahrungskette auch die oberen Prädatoren, wie Seevögel, beeinträchtigen. Direkte Auswirkungen könnten zudem durch das Verfangen von Seevögeln in Käfigen oder Halterungen der Aquakulturen entstehen.

Die genannten Auswirkungen der Fischerei und Aquakultur auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### **3.5.6 Zugvögel**

#### *Fischerei*

Für Zugvögel gehen von der Fischerei visuelle und akustische Stör- und Scheuchwirkungen aus, die von der Frequentierung der Meeresgebiete abhängig sind. Für wassernde Zugvögel die ihren Zug zur Nahrungsaufnahme unterbrechen besteht außerdem das Risiko, sich in den Fischereinetzen zu verfangen und zu ertrinken.

#### *Aquakultur*

Die Bewirtschaftung von Aquakulturanlagen ist mit Schiffstransporten und verschiedenen Offshore-Tätigkeiten in den Anlagen verbunden, die kleinräumige visuelle und akustische Stör- und Scheuchwirkungen hervorrufen.

Die genannten Auswirkungen der Fischerei und Aquakultur auf Zugvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### **3.5.7 Kulturgüter und sonstige Sachgüter**

Das Fischen mit Schleppnetzen kann zur Zerstörung von archäologischen Schichten und Wrackfunden beitragen. Die Schleppnetze und deren Scherbretter dringen in das Sediment des Meeresbodens ein und können auf feinsandigem Grund bis zu 50 cm tiefe und 100 cm breite Furchen hinterlassen, die sogar im Seitensichtsonar-Bild erkennbar sind (Firth et al. 2013, 17). In einzelnen Fällen wird gezielt die Nähe zu Wracks gesucht, die als Hartsubstrat natürliche Habitate bilden und in dessen Umgebung mit größeren Fischpopulationen zu rechnen ist. Weltweit gibt es schon viele belegte Beispiele für Zerstörungen des Unterwasserkulturerbes verursacht durch die Schleppnetzfischerei (Atkinson 2012, 101). Andererseits können Informationen über Netzhänger, wenn diese durch Fischer gemeldet werden, auch zur Entdeckung von Unterwasserkulturerbe beitragen.



### 3.6 Meeresforschung

In der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee finden umfangreiche Forschungs- und Umweltüberwachungsaktivitäten statt. Gemäß Art. 56 Abs. 1 SRÜ hat der Küstenstaat souveräne Rechte zur Erforschung und Ausbeutung, Erhaltung und Bewirtschaftung der lebenden und nicht lebenden natürlichen Ressourcen der Gewässer über dem Meeresboden.

Das BSH selbst betreibt seit 1989 das Überwachungsnetzwerk MARNET – mit der Mehrzahl der Messstationen in der deutschen AWZ sowie einigen weiteren im Küstenmeer in Nord- und Ostsee. Die systematisch angelegten Messungen dienen der langfristigen Meeresumweltüberwachung. Um die Stationen herum in etwa 500 – 1000 m Entfernung sind unmarkierte Bodengestelle mit Messgeräten installiert.

In der AWZ der Ostsee gehören hierzu die Station FINO 2 im Bereich des Windparks Baltic 2 an der Grenze zu Dänemark und Schweden, die Großtonnen Fehmarnbelt, sowie die Haupttaucherboje Arkona Becken.

Das Thünen-Institut, das Institut für Ostseeforschung (IOW) und weitere Forschungseinrichtungen betreiben in der Ostsee Messstationen, fahren Surveys zu unterschiedlichen Forschungs- und Monitoringfragen und -aufgaben. Damit verbunden sind jeweils unterschiedliche Anforderungen an Erreichbarkeit oder Vermeidung von Störungen.

Im Rahmen des German Small-scale Bottom Trawl Survey (GSBTS) werden seit 1987 durch das Thünen-Institut für Seefischerei (mit den Fahrzeugen SOLEA, Walter Herwig III) mehrere Standarduntersuchungsgebiete („Boxen“) in der Nordsee und der Ostsee beprobt.

Das TI untersucht kleinräumig Abundanzen und Verteilungsmuster von Bodenfischen der Nordsee. Dafür werden in 12 Standarduntersuchungsgebieten („Boxen“) einer Größe von jeweils 10 x 10 Seemeilen alljährlich Befischungen mit einem standardisierten Grundschieppnetz durchgeführt. Der vorliegende Datensatz bildet eine wichtige Grundlage zur Beurteilung von langfristigen Veränderungen in der Bodenfischfauna der Nordsee, hervorgerufen durch natürliche (z. B. klimatische) Einflüsse oder anthropogene Faktoren (z. B. Fischerei).

Der GSBTS beprobt mit standardisiertem Grundschieppnetz mit einem hoch stauenden Scherbrettnetz vom Typ GOV kleinräumig die Bodenfisch-Gemeinschaften. Parallel werden das Epibenthos (mittels 2 m-Baumkurre), die Infauna (per van Veen-Greifer) und Sedimente untersucht, sowie hydrographische und meereschemische Parameter in regional typischen Habitaten erfasst.

Folgende Auswirkungen auf die Meeresumwelt sind durch die Nutzung wissenschaftliche Meeresforschung möglich.

Tabelle 23: Wirkungen und potenzielle Auswirkungen der Meeresforschung (t= temporär).

Nutzung	Wirkung	Potenzielle Auswirkung	Schutzgüter																
			Benthos	Fische	See- und Rastvögel	Zugvögel	Meeressäuger	Fledermäuse	Plankton	Biotypen	Biologische Vielfalt	Boden	Fläche	Wasser	Luft	Klima	Mensch/ Gesundheit	Kultur- und Sachgüter	Landschaftsbild
Meeresforschung	Entnahme ausgewählter Arten	Reduzierung der Bestände		x															
	Physische Störung durch Schleppnetze	Beeinträchtigung/ Schädigung Beifang	x	x						x		x						x	

### 3.6.1 Boden/ Fläche

Die verschiedenen Aktivitäten der Meeresforschung sind je nach Art der verwendeten Methoden und Geräte mit unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden. Für das Schutzgut Boden sind insbesondere Aktivitäten der Fischereiforschung von Bedeutung, bei welchen es zur physischen Störung der Meeresbodenoberfläche durch Schleppnetze kommen. Grundsleppnetze dringen auf sandigen Böden i.d.R. einige Millimeter bis Zentimeter tief in den Meeresboden ein.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass als Folge der regelmäßigen Befischung eine Kornsortierung auf dem Meeresboden stattfindet, indem sich ehemals aufgewirbeltes, feinsandiges Sediment auf der Meeresbodenoberfläche anreichert. Dagegen spricht, dass wegen der natürlichen Sedimentdynamik, insbesondere während intensiver Sandumlagerungen bei Stürmen, die oberen Dezimeter vollständig vermischt werden, und damit eine weitgehend natürliche Sedimentbeschaffenheit wiederhergestellt wird.

Die bodennahe Bildung von Trübungsfahnen und mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment ist in Gebieten mit einem relativ geringen Feinkornanteil und geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. In Gebieten mit einem hohen Feinkornanteil (z.B. den Becken) kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i. d. R. an herabsinkende Partikel, die wegen der geringen Bodenströmungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben. Mittelfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schlickigen Becken abgesetzt.

Die Auswirkungen auf das Schutzgut Boden ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.6.2 Benthos und Biotoptypen

Die verschiedenen Aktivitäten der Meeresforschung sind je nach Art der verwendeten Methoden und Geräte mit unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden. So kann die Probenahme zur Schädigung unterschiedlichen Grades bis zum Tod von benthischen Einzelorganismen führen. Ebenso sind in geringem Umfang stoffliche Emissionen verschiedenster Art beim Einsatz spezifischer Verfahren und Geräte zu verzeichnen. Prinzipiell kann angenommen werden, dass intensive Forschungsaktivitäten, insbesondere an sensiblen Arten oder in empfindlichen Lebensräumen, zu erheblichen Umweltwirkungen führen können. Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass die Meeresforschung auf eine Minimierung der Umweltwirkungen ausgerichtet und an die Erfordernisse zum Schutz gefährdeter Arten angepasst ist.

Zusammenfassend lassen sich die wesentlichen Auswirkungen der Forschungshandlungen auf das marine Makrozoobenthos wie folgt festhalten:

- lokale, temporäre Schädigung bzw. Verlust von Individuen aufgrund der Probennahme
- lokale, temporäre Auswirkung aufgrund der Erhöhung der Schadstoffeinträge.

Die genannten Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotoptypen ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.6.3 Fische

Die verschiedenen Aktivitäten der Meeresforschung sind je nach Art der verwendeten Methoden und Geräte mit unterschiedlichen Auswirkungen für die Fischfauna verbunden. So kann die Probenahme zur Schädigung unterschiedlichen Grades bis zum Tod von Fischen führen. Die Entnahme von Fischen könnte zum Bestandsrückgang einiger Arten beitragen. Intensive Forschungsaktivitäten, insbesondere an sensiblen Arten oder in empfindlichen Lebens-

räumen, könnten zu erheblichen Umweltwirkungen führen. Generell dient die Meeresforschung in der Ostsee allerdings dazu negative Entwicklungen des Ökosystems frühzeitig zu erkennen und zielgerichtete Empfehlungen auszusprechen. Langfristig betrachtet können diverse Meeresforschungen damit einen wichtigen Teil zur Erhaltung der Meeresumwelt leisten.

### 3.6.4 Marine Säuger

Es sind folgende potenzielle Auswirkungen der Forschung auf marine Säugetiere möglich: kleinräumige und zeitlich begrenzte Auswirkungen durch Beifang bei fischereiliche Forschung, lokale, zeitlich begrenzte Auswirkungen durch Fischereifahrzeuge und subregionale, zeitlich begrenzte Auswirkungen durch seismische und andere schallintensive Forschungsaktivitäten.

Die Nichtdurchführung des Plans hätte keinen Einfluss auf die vorhandenen bzw. beschriebenen Auswirkungen durch Meeresforschung auf den Schweinswal sowie auf Seehund und Kegelrobbe.

### 3.6.5 See- und Rastvögel

Von der Meeresforschung können je nach Zielsetzung und Ausgestaltung verschiedene Auswirkungen auf See- und Rastvögel ausgehen. Bei der fischereiliche Forschung stehen Beifang und Auswirkungen durch Rückwurf (Discards) im Vordergrund. Durch den Einsatz von Schiffen kann es zu visuellen Störeffekten auf störeffindliche Arten kommen, die ein Meideverhalten auslösen. Indirekt kann fischereiliche Forschung auf die marine Nahrungskette wirken und das Nahrungsangebot für See- und Rastvögel beeinflussen.

Insgesamt lassen Auswirkungen der Meeresforschung als kleinräumig und auf die Dauer der Forschungsaktivität begrenzt beschreiben.

Aufgrund der kleinräumigen, zeitlich begrenzten Aktivitäten der wissenschaftlichen Forschung lassen sich erhebliche Auswirkungen auf Seevögel mit Sicherheit ausschließen.

Die genannten Auswirkungen auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.6.6 Zugvögel

Die verschiedenen Aktivitäten der Meeresforschung sind je nach Art der verwendeten Methoden und Geräte mit unterschiedlichen Umweltwirkungen verbunden. Für Zugvögel können kurzfristige und kleinräumige visuelle und akustische Störwirkungen relevant sein. Diese wirken allerdings kleinräumigen und zeitlich begrenzt.

Darüber hinaus können Forschungsaktivitäten mit der Installation von Hochbauten verbunden sein. Durch diese wären in der Nacht bei schlechten Witterungsbedingungen Auswirkungen denkbar, wenn Zugvögel durch beleuchtete Strukturen angelockt werden und potentiell kollidieren könnten.

Die genannten Auswirkungen auf See- und Rastvögel ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.6.7 Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Bei der Beurteilung von Auswirkungen der Meeresforschung oder auch der archäologischen Forschung gilt es zwischen intrusiven und nicht-intrusiven Untersuchungsmethoden zu unterscheiden. Durch nicht-intrusive Forschungsmethoden, wie beispielsweise geophysikalische bzw. akustische Kartierungen des Meeresgrundes ist grundsätzlich nicht mit negativen Auswirkungen zu rechnen. Im Gegenteil könnten die Ergebnisse auch für die Erforschung des Unterwasserkulturerbes genutzt werden.

Bei der Entnahme von Erdproben durch Bohrerkerne könnten archäologisch relevante Schichten durchstochen werden, deren Störung aber aufgrund der Kleinräumigkeit unerheblich ist. Eine Beprobung durch Baggergreifer kann stärker in das potentielle Kulturgut eingreifen, ein In-

formationsgewinn bei der Erfassung und Meldung von archäologischem Fundgut ist jedoch meistens von höherem Wert als die Zerstörung problematisch wäre.

### 3.7 Naturschutz

Die deutsche AWZ stellt einen besonderen Naturraum mit einer großen Vielfalt von Arten, Lebensgemeinschaften und lebensraumtypischen Prozessen dar.

Beim Meeresnaturschutz handelt es sich im Gegensatz zu den anderen Nutzungsarten nicht um eine Nutzung im engeren Sinne, sondern vielmehr um einen vorhandenen grundlegenden flächendeckenden Raumfunktionsanspruch, den es bei der Inanspruchnahme durch andere Nutzungen zu berücksichtigen gilt. Hervorzuheben ist zudem der grenzüberschreitende Charakter der Meeresnatur. Die Meeresnatur und alle damit zusammenhängenden Prozesse sind Teil eines großräumigen, dynamischen Systems, ohne an politische Grenzen gebunden zu sein.

Mit den Rechtsverordnungen vom 22.09.2017 wurden nach § 57 BNatSchG die bereits bestehenden Vogelschutz- bzw. FFH-Gebiete in der deutschen AWZ in die nationalen Gebietskategorien aufgenommen und zu Naturschutzgebieten erklärt. In diesem Rahmen wurden sie teilweise neu gruppiert. So bestehen durch die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV), die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ (NSGKdrV) und die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ (NSGPBRV) nun die Naturschutzgebiete „Fehmarnbelt“, „Kadetrinne“ und „Pommersche Bucht – Rönnebank“.

Art. I 6 Abs. 1 der FFH-Richtlinie sieht vor, dass die Mitgliedstaaten die nötigen Erhaltungsmaßnahmen festlegen und gegebenenfalls Bewirtschaftungspläne (auch Managementpläne genannt) erstellen. Das BfN begann das Beteiligungsverfahren zu den Managementplänen für

die Naturschutzgebiete in der deutschen AWZ in der Ostsee im August 2020.

#### 3.7.1 Boden/ Fläche

Durch die Einrichtung nationaler Meeresschutzgebiete soll unter anderem der günstige Erhaltungsgrad von Lebensraumtypen wie „Riffen“ und „Sandbänken“ und Biotoptypen wie den „KGS-Gründen“ erreicht bzw. erhalten werden. Mit dem Schutz dieser Lebensraum- bzw. Biotoptypen geht auch ein Schutz der Sedimentvorkommen, wie z.B. Grobsand, Kiese, Restsedimentflächen und Blöcken, in den Schutzgebieten einher. Die in den Managementplänen getroffenen Schutzmaßnahmen sind mit einem positiven Effekt für das Schutzgut Boden verbunden. Des Weiteren stellen die Meeresschutzgebiete Ausschlußgebiete für die Windenergie dar.

Da der Raumordnungsplan den Naturschutz durch die Festlegung von Vorranggebieten unterstützt, wäre der Schutz des Meeresbodens in den nationalen Meeresschutzgebieten bei einer Nichtdurchführung des Plans wahrscheinlich weniger gut zu gewährleisten.

#### 3.7.2 Benthos und Biotoptypen

Ziel der ausgewiesenen Naturschutzgebiete und der Schutzgebietsmaßnahmen ist die Sicherung der ökologischen Funktionen der geschützten Arten und Lebensräume. Unter anderem sollen somit die angestrebten Soll-Zustände für die FFH-Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke“ mit den entsprechenden benthischen Lebensgemeinschaften durch geeignete Maßnahmen erreicht werden. Bei Nichtdurchführung des Plans wären die positiven Auswirkungen der Festlegung von Naturschutzgebieten als Vorranggebiete auf benthische Lebensräume voraussichtlich weniger gut zu gewährleisten.

### 3.7.3 Fische

Marine Schutzgebiete von ausreichender Größe könnten sich positiv auf die Fischzönose auswirken und der Übernutzung von Fischbeständen entgegenwirken.

Die FFH-Arten Baltischer Stör und Finte sind beide gemäß Schutzgebietsverordnung im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ geschützt (BfN 2020). Beide Arten sind anadrome Wanderfische und nutzen das marine Schutzgebiet als Nahrungshabitat. Insgesamt können diverse Fischarten, ob FFH, Rote Liste (THIEL et al. 2013) oder kommerziell genutzte Arten, in allen drei marinen Schutzgebieten vorkommen und von ihnen profitieren. Bisherige Studien zeigten eine Erhöhung der Abundanz, Biomasse und Artenvielfalt innerhalb mariner Schutzgebiete ausreichender Größe und mit ausreichendem Schutzstatus („no-take areas“/ „no-trawl areas“) im Vergleich zu ungeschützten Gebieten (CARSTENSEN et al. 2014, MCCOOK et al. 2010, STOBART et al. 2009). Zudem könnte sich die Alters-Längenstruktur hin zu älteren größeren Individuen verändern, die eine gesteigerte Reproduktion aufweisen (CARSTENSEN et al. 2014). Die Folge wäre eine verbesserte Rekrutierung und damit eine erhöhte Produktivität der Fischbestände. Es besteht allerdings Forschungsbedarf zu Auswirkungen von Naturschutzgebieten auf die Fischgemeinschaft in der Ostsee. Eine direkte Übertragung der vorliegenden internationalen Erkenntnisse ist nur bedingt möglich, da wichtige Einflussgrößen, wie sonstige Nutzungen im Schutzgebiet oder klimatische Veränderungen, weitestgehend unberücksichtigt bleiben. Im Allgemeinen ist nach wissenschaftlichen Erkenntnissen der Nutzen für die Fischfauna höher in Naturschutzgebieten ohne jegliche Nutzungen im Vergleich zu teilweise geschützten Gebieten (LESTER & HALPERN 2008, SCIBERAS et al. 2013). In den deutschen Meereschutzgebieten sind teilweise andere Nutzungen, wie Fischerei, erlaubt. Im relevantesten Schutzgebiet der Fischfauna „Pommersche

Bucht – Rönnebank“ liegen aktuell keine Nutzungen vor. Entsprechend steht der Fischgemeinschaft ein Refugium zur Verfügung, von dem sie erheblich profitieren könnten. Inwieweit sich die Fischgemeinschaft der Ostsee bislang durch marine Schutzgebiete erholt hat, kann aufgrund fehlender Untersuchungen, nicht abschließend bewertet werden. Insgesamt können sich nach aktuellem Kenntnisstand alle Meereschutzgebiete der Ostsee erheblich positiv auf die Fischgemeinschaft auswirken.

### 3.7.4 Marine Säuger

Dem Schutz von gefährdeten und charakteristischen Arten und Lebensräume kommt eine große Bedeutung im Hinblick auf die Erhaltung von gesunden marinen Ökosystemen und der marinen Biodiversität zu. Der Ausbau des Natura2000 Netzes und die und die Festsetzung der Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Kadettrinne“ und „Fehmarnbelt“ trägt zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Beständen der geschützten und charakteristischen Arten und deren Habitaten bei.

### 3.7.5 See- und Rastvögel

Der Schutz von Natur und Lebensräumen trägt zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Beständen und Habitaten bei. Dabei haben Naturschutzgebiete und weitere Gebiete von besonderer Bedeutung eine wichtige Funktion bei der Aufrechterhaltung von ökologischen Vernetzungen zwischen den verschiedenen Ebenen des Nahrungsnetzes. Ein adäquater Schutz von Lebensräumen dient auch insbesondere dem Schutz von gefährdeten Arten und der Arterhaltung.

### 3.7.6 Zugvögel

Viele über die deutsche Nordsee ziehenden Vogelarten rasten auf ihrem Zug in ihre Winter- bzw. Brutgebiete in der AWZ. Die in Kapitel 3.7.4 beschriebenen allgemeinen Auswirkungen des Naturschutzes für See- und Rastvögel gelten daher auch für viele Zugvogelarten entsprechend.

## 3.8 Sonstige Nutzungen ohne räumliche Festlegungen

Für sonstige Nutzungen werden im ROP-E keine räumlichen Festlegungen, sondern nur allgemeine textliche Festlegungen getroffen.

### 3.8.1 Landes- und Bündnisverteidigung

#### 3.8.1.1 Fische

Die Auswirkungen militärischer Nutzungen auf die Fischfauna können aufgrund der militärischen Geheimhaltung nur schwer eingeschätzt werden. Die Fischfauna könnte insbesondere durch den Unterwasserschall und das Einbringen gefährlicher Substanzen beeinträchtigt werden. Der Unterwasserschall kann je nach Pegel zu Scheueffekten (Schiffsverkehr) bis hin zum Tod einzelner Fische (z.B. Detonation) führen. Detaillierte Auswirkungen von Unterwasserschall auf die Fischfauna sind den Kapiteln 3.1.4 und 3.2.3 zu entnehmen. Im Allgemeinen sind militärische Aktivitäten, wie Schießübungen oder U-Boot-Manöver, räumlich und zeitlich begrenzt.

Weitere Beeinträchtigungen durch militärische Ereignisse könnten sich durch den Austritt von Giftstoffen der Munitionsaltlasten und Wracks ergeben, die sich auf dem Meeresgrund der Ostsee befinden. Chemische Kampfmunitionen wurden überwiegend in tiefen Bereichen der Ostsee versenkt (LANG et al. 2017). Erkenntnisse, inwiefern die fortschreitende Korrosion das Freisetzen toxischer Substanzen begünstigt und wie sich diese auf den Gesundheitszustand von Fischen auswirken, sind kaum bekannt. Erste Ergebnisse des Thünen-Institutes für Fischereiökologie zeigten keinen Unterschied des Gesundheitszustandes von Dorschen aus dem Hauptversenkungsgebiet für chemische Kampfstoffmunition östlich von Bornholm im Vergleich zu einem unbelasteten Referenzgebiet (LANG et al. 2017). Eine erhöhte Schadstoff-Akkumulation in Fischen ist dennoch nicht auszuschließen. Es besteht Forschungsbedarf zu Auswirkungen auf unterschiedliche Arten und Lebensstadien, die

Reproduktionsfähigkeit oder die Verbreitung toxischer Substanzen über das Nahrungsnetz.

#### 3.8.1.2 Avifauna

Allgemeine Auswirkungen der Landesverteidigung auf Vögel können insbesondere von visueller Unruhe durch Schiffs- oder tieffliegenden Flugverkehr ausgehen. Im Allgemeinen sind militärische Aktivitäten, wie Schießübungen oder U-Boot-Manöver, räumlich und zeitlich begrenzt. Zudem sind direkte und indirekte Auswirkungen, z. B. über die Nahrungskette, durch das Einbringen gefährlicher Stoffe, wie die Freisetzung toxischer Substanzen möglich.

Die allgemeinen Auswirkungen der Landesverteidigung auf Vögel unterscheiden sich nicht zwischen der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

### 3.8.2 Freizeit

#### 3.8.2.1 Fische

Freizeitaktivitäten können auf verschiedene Weise Beeinträchtigungen für die Fischfauna der Ostsee darstellen. Anlandungen durch die Freizeidfischerei müssen aus dem marinen Bereich in der Regel nicht an staatliche Institutionen gemeldet werden, sodass keine wissenschaftlich verwertbaren Fangstatistiken für die Ostsee existieren (BFAFi 2007). Nach HYDER et al. (2018) konzentriert sich die Freizeidfischerei der Ostsee auf die Arten Dorsch, Europäischer Aal, Lachs und Meerforelle. Die Entnahme einzelner Fische durch Angler und Hobbyfischer könnte zum Bestandsrückgang der genannten Arten beitragen, wobei in besonderem Maße negative Effekte auf die Bestandssituation gefährdeter Arten zu erwarten wären.

Weitere Beeinträchtigungen durch Freizeitaktivitäten gehen vom Unterwasserschall (Ausführungen siehe Kapitel 3.1.4) und von Mülleinträgen (siehe Kapitel 3.5.3) aus.

### 3.8.2.2 Avifauna

Allgemeine Auswirkungen von Freizeitaktivitäten auf Vögel können insbesondere von visueller Unruhe durch Freizeitverkehr eintreten. Zudem kann es zu direkten und indirekten Effekten über die Nahrungskette durch die Entsorgung und Einbringung von Müll in die Meeresumwelt kommen.

Die allgemeinen Auswirkungen der Freizeitnutzung auf Vögel bei Nichtdurchführung oder Durchführung des Plans unterscheiden sich nicht.

## 3.9 Wechselwirkungen

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern bei Nichtdurchführung des Plans in gleicher Weise entwickeln wie bei Durchführung des Plans. An dieser Stelle wird auf Kapitel 2.17 verwiesen.

## 4 Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Meeresumwelt

Im Folgenden konzentriert sich die Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen des Plans auf die Schutzgüter, für die signifikante Auswirkungen durch die Umsetzung des Raumordnungsplans nicht von vornherein ausgeschlossen werden können.

Nach § 8 ROG sind die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen des ROP auf die Schutzgüter zu beschreiben und zu bewerten. Der Raumordnungsplan setzt dabei einen Rahmen für nachgelagerte Planungsebenen.

Nicht berücksichtigt werden die Schutzgüter, für die im vorangegangenen Kapitel 2 bereits eine maßgebliche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden konnte. Das betrifft die Schutzgüter Plankton, Luft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie das Schutzgut Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit.

Mögliche Auswirkungen auf das Schutzgut biologische Vielfalt werden bei den einzelnen biologischen Schutzgütern behandelt. Insgesamt werden die in § 8 Abs. 1 ROG aufgeführten Schutzgüter untersucht, bevor die artenschutz- und gebietsschutzrechtlichen Prüfungen dargestellt werden.

### 4.1 Schifffahrt

In der AWZ Ostsee werden die Vorranggebiete SO1 bis SO4 festgelegt.

Für die Bewertung der Umweltauswirkungen durch die Schifffahrt gilt es zu unterscheiden, welche Auswirkungen durch die Nutzung Schifffahrt hervorgerufen werden (siehe Tabelle) und

welche Auswirkungen den Festlegungen im ROP-E konkret zuzuschreiben sind.

Die festgelegten Vorranggebiete Schifffahrt sind von baulicher Nutzung frei zu halten. Durch diese Steuerung im ROP werden Kollisionen und Unfälle verringert. Aufgrund der Festlegungen im ROP wird sich die Verkehrsfrequenz in den Vorranggebieten voraussichtlich erhöhen, wobei dies insbesondere durch die Zunahme von Offshore-Windparks entlang der Schifffahrtsrouten gesteuert wird. Die Schifffahrtbewegungen auf den Schifffahrtsrouten SO1 bis SO4 variieren stark, wobei auf den Routen ca. 1 bis 6 Schiffe pro Tag verkehren (BfN, 2017).

Die Festlegung von ausschließlich Vorranggebieten Schifffahrt dient vorsorglich der Risikominimierung. Daneben ist zu berücksichtigen, dass die Freiheit der Schifffahrt nach SRÜ zu sichern ist und die Regelungsmöglichkeit durch die IMO in internationalen Übereinkommen deutlich stärker ist als im ROP.

Die Darstellung der allgemeinen Auswirkungen durch die Schifffahrt wird in Kapitel 2 als Vorbelastung, insbesondere für Vögel und Meeressäuger dargestellt. Die Auswirkungen durch Serviceverkehre zu den Windparks werden im Kapitel Windenergie behandelt.

#### 4.1.1 Boden/ Fläche

Da die Auswirkungen der Schifffahrt auf den Meeresboden unabhängig von der Durch- bzw. Nichtdurchführung des Plans stattfinden, ergeben sich durch die Festlegungen des ROP keine weiteren Beeinflussungen als in Kapitel 3.1.1 beschrieben. Der Grundsatz des ROP, Belastungen für die Meeresumwelt durch die beste Umweltpraxis gemäß internationaler Übereinkommen zu reduzieren, kann zu einer Verminderung bzw. Vermeidung von Schadstoffeinträgen beitragen.

Erhebliche negative Auswirkungen auf den Meeresboden durch die Festlegungen des ROP zur Schifffahrt können ausgeschlossen werden.



#### 4.1.2 Wasser

Die Auswirkungen der Schifffahrt auf das Schutzgut Wasser ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des ROP. Erhebliche Auswirkungen durch die Festlegungen ROP zur Schifffahrt auf das Schutzgut können ausgeschlossen werden.

#### 4.1.3 Benthos und Biotoptypen

Hinsichtlich der Nutzung Schifffahrt ergeben sich im Vergleich zu den in Kapitel 3.1.3 beschriebenen allgemeinen Effekten der Nutzung keine weiteren konkreten Auswirkungen der Festlegungen des ROP. Erhebliche Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotope aufgrund der Festlegungen des ROP zur Schifffahrt können somit ausgeschlossen werden.

#### 4.1.4 Fische

Durch die Festlegungen der Schifffahrt sind keine erheblichen Auswirkungen auf Populationssebene der Fische zu erwarten.

#### 4.1.5 Marine Säuger

Die Vorranggebietsfestlegungen für die Schifffahrt basieren insbesondere auf im Verfahren zur Fortschreibung des Raumordnungsplans identifizierten vorhandenen Schifffahrtsrouten. Diese Festlegungen dienen dazu, wichtige Schifffahrtsrouten von unverträglichen Nutzungen zur Verringerung von Risiken beiträgt. Die Festlegung von Vorrangsgebieten für die Schifffahrt hat keine unmittelbare Konzentrations- und Lenkungswirkung der Schiffsverkehre zur Folge. Die Schifffahrt kann auch zukünftig weiterhin den gesamten Seeraum nutzen. Insofern haben die Gebietsfestlegungen für die Schifffahrt im Vergleich mit dem Ist-Zustand und der Nullvariante keine zusätzlichen Auswirkungen auf marine Säuger insgesamt.

Weitere Aussagen trifft der Raumordnungsplan hinsichtlich der anzustrebenden Reduzierung der Belastung der Meeresumwelt durch Beach-

tung der Regelungen der IMO und der Berücksichtigung der besten Umweltpraxis ('best environmental practice') gemäß OSPAR- und HELCOM-Übereinkommen sowie des jeweiligen Stands der Technik bei der Schifffahrt. Hierdurch werden negative Auswirkungen auf die Schutzgüter vermieden.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen und der Darstellungen in Kapitel 3 ist für die SUP abschließend festzuhalten, dass durch die Festlegungen für die Schifffahrt im Raumordnungsplan keine erheblichen Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten sind, sondern im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr insbesondere durch die Verringerung von Nutzungskonflikten nachteilige Auswirkungen vermieden werden.

#### 4.1.6 See- und Rastvögel

Die allgemeinen Auswirkungen der Schifffahrt auf See- und Rastvögel werden in Kapitel 3.1.6 beschrieben.

Die raumordnerischen Festlegungen von Vorranggebieten für die Schifffahrt bilden die Hauptverkehrsströme in der AWZ ab, in denen der Schifffahrt Vorrang vor anderen raumbedeutsamen Nutzungen eingeräumt wird. Dieses Ziel der Raumordnung dient insbesondere zur Verhinderung von Konflikten (Kollisionen) mit offshore Windparks und in der Folge zur Verhinderung von potentiellen, die Meeresumwelt und damit auch See- und Rastvögel beeinträchtigenden, Havarien. Durch die Festlegungen für die Schifffahrt gehen nicht automatisch Verdichtungen des Verkehrsaufkommens in den Vorranggebieten einher, da die Schifffahrt nach Artikel 58 des Seerechtereinkommens besondere Freiheit genießt und somit nicht an bestimmte Routen gebunden ist.

Zusätzliche oder erhebliche Auswirkungen der Festlegungen für die Schifffahrt auf See- und Rastvögel können somit mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.1.7 Zugvögel

Hinsichtlich der Nutzung Schifffahrt ergeben sich im Vergleich zu den in Kapitel 3.1.7 beschriebenen allgemeinen Auswirkungen keine weiteren konkreten Auswirkungen der Festlegungen des ROP. Erhebliche Auswirkungen auf Zugvögel auf Grund der Festlegungen des ROP zur Schifffahrt können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.1.8 Fledermäuse

Hinsichtlich der Nutzung Schifffahrt ergeben sich im Vergleich zu den in Kapitel 3.1.8 beschriebenen allgemeinen Auswirkungen keine weiteren konkreten Auswirkungen der Festlegungen des ROP. Erhebliche Auswirkungen auf Fledermäuse auf Grund der Festlegungen des ROP zur Schifffahrt können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.1.9 Luft

Durch die Schifffahrt kommt es zu Schadstoffemissionen. Diese können die Luftqualität negativ beeinflussen. Dies ist jedoch unabhängig von der Durchführung des ROP.

#### 4.1.10 Klima

Durch die Festlegungen zur Schifffahrt sind keine erheblichen Auswirkungen auf das Klima zu erwarten.

### 4.2 Windenergie auf See

In der AWZ der Ostsee werden die Gebiete EO1 und EO3 als Vorranggebiete Windenergie festgelegt, das Gebiet EO2 als Vorbehaltsgelände Windenergie.

#### 4.2.1 Boden/ Fläche

Die Errichtung und der Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen hat eher lokale Auswirkungen auf das Schutzgut Boden (siehe Kapitel 3.2.1), welche sich unabhängig von der Durchführung des Raumordnungsplans ergeben. Durch die Festlegungen der Vorrang- und Vor-

behaltsgelände zur Nutzung von Windenergie auf See werden jedoch negative Auswirkungen auf den Meeresboden vermindert, indem die für die Offshore-Windenergie festgelegten Vorrang- und Vorbehaltsgelände einen koordinierten Ausbau ermöglichen und somit auch die Flächeninanspruchnahme reduziert wird. Die Vorranggelände Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind.

Die im ROP dargestellten Vorranggelände in der Ostsee entsprechen den im aktuellen FEP festgelegten Vorranggeländen, die zur Erreichung des Ausbauziels von 20 GW erforderlich sind. Ziel des FEP ist der räumlich und zeitlich koordinierte Ausbau der Offshore-Windenergie, so dass die aus dieser Nutzung resultierenden Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden und Fläche vermindert oder sogar vermieden werden können.

Insgesamt ist durch die Festlegungen im ROP von keinen erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden bzw. Fläche auszugehen.

#### 4.2.2 Benthos

Durch die Windenergienutzung kann es zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos kommen. Diese Auswirkungen gelten gleichermaßen für alle festgelegten Gebiete zur Windenergienutzung.

Das Arteninventar der AWZ der Ostsee ist mit seinen ca. 260 Makrozoobenthosarten als durchschnittlich anzusehen.

Baubedingt: Bei der Tiefgründung der Windenergie-Anlagen kommt es zu Störungen des Meeresbodens, Sedimentaufwirbelungen und zur Ausbildung von Trübungsfahnen. Hierdurch kann es für die Dauer der Bautätigkeiten in der unmittelbaren Umgebung der Anlagen zu einer Beeinträchtigung oder Schädigung benthischer Organismen oder Gemeinschaften kommen.

Beim Bau der Anlagen führt vor allem die Resuspension von Sediment zu direkten Beeinträchtigungen der benthischen Lebensgemeinschaft. Während der Gründungsarbeiten für die Anlagen ist mit Trübungsfahnen zu rechnen. Allerdings nimmt die Konzentration des suspendierten Materials mit der Entfernung normalerweise sehr schnell ab. Ebenfalls kurzfristig und kleinräumig können benthische Organismen durch die mit der Resuspension von Sedimentpartikeln verbundene Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen beeinträchtigt werden.

Die baubedingten Auswirkungen durch die Trübungsfahnen und die Sedimentation sind als kurzfristig und kleinräumig einzustufen.

Anlagebedingt kann es durch die lokale Flächenversiegelung, das Einbringen von Hartsubstrat sowie die Veränderung der Strömungsverhältnisse um die Anlagen herum zu Veränderungen der benthischen Gemeinschaft kommen. Neben lokalen Habitatverlusten bzw. Habitatveränderungen entstehen neue standortfremde Hartsubstrathabitate.

Betriebsbedingte Auswirkungen der Windenergieanlagen auf das Makrozoobenthos sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen und Darstellungen ist als Ergebnis der SUP festzuhalten, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand durch die Windenergienutzung keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Benthos zu erwarten sind. Die Auswirkungen auf das Schutzgut Benthos werden insgesamt als kurzfristig und kleinräumig eingeschätzt. Es werden lediglich kleinräumige Bereiche außerhalb von Schutzgebieten in Anspruch genommen und wegen der meist schnellen Regenerationsfähigkeit der vorkommenden Populationen von Benthosorganismen mit kurzen Generationszyklen und ihrer weiträumigen Verbreitung in der deutschen Ostsee ist eine schnelle Wiederbesiedlung sehr wahrscheinlich.

#### 4.2.3 Biototypen

Mögliche Auswirkungen der Windenergienutzung auf das Schutzgut Biototypen können sich durch eine direkte Inanspruchnahme geschützter Biotope durch die Fundamente der Windenergieanlagen, eine mögliche Überdeckung durch Sedimentation von baubedingt freigesetztem Material sowie durch potenzielle Habitatveränderungen ergeben. Diese Auswirkungen gelten gleichermaßen für alle festgelegten Gebiete zur Windenergienutzung.

Eine erhebliche baubedingte Inanspruchnahme geschützter Biotope durch die Anlagen ist nicht zu erwarten, da geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG im Rahmen des konkreten Zulassungsverfahrens möglichst zu vermeiden sind. Beeinträchtigungen durch Sedimentation sind aufgrund der vorherrschenden Sedimentbeschaffenheit in den Bereichen, in denen Vorkommen geschützter Biotope zu erwarten sind, voraussichtlich kleinräumig, da sich das freigesetzte Sediment schnell absetzen wird.

Anlagebedingt ergeben sich permanente Habitatveränderungen, die sich jedoch auf den unmittelbaren Bereich der Anlagen beschränken. Das künstliche Hartsubstrat bietet den Benthosorganismen neuen Lebensraum und kann zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung führen (SCHOMERUS et al. 2006). Erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Biototypen sind durch diese kleinräumigen Bereiche nicht zu erwarten. Zudem wird die Rekrutierung der Arten mit großer Wahrscheinlichkeit aus den natürlichen Hartsubstrathabitaten, wie oberflächlich anstehendem Geschiebemergel und Steinen, erfolgen. Damit ist die Gefahr einer negativen Beeinflussung der benthischen Weichbodengemeinschaft durch gebietsuntypische Arten gering.

Betriebsbedingte Auswirkungen der Windenergienutzung auf Biotope sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht zu erwarten.

#### 4.2.4 Fische

In den Vorranggebieten für Windenergienutzung wurde übereinstimmend die typischen und charakteristischen Arten sowohl der pelagischen als auch der demersalen Komponente der betrachteten Fischgemeinschaften der Ostsee festgestellt. Für alle Vorranggebiete gilt gleichermaßen, dass durch den Bau, die Fundamente und den Betrieb der Windenergieanlagen keine erheblichen Auswirkungen auf Populationsebene zu erwarten sind.

Auf Grundlage des aktuellen Wissensstandes ist für die SUP abschließend festzuhalten, dass durch die Festlegungen für die Windenergie im Raumordnungsplan keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Fische zu erwarten sind, sondern im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr nachteilige Auswirkungen vermieden werden.

#### 4.2.5 Marine Säuger

Die Auswirkungen der WEA auf marine Säugtiere durch die Festlegung der Vorranggebiete für Windenergie werden voraussichtlich insgesamt unerheblich sein. Dies gilt auch bei kumulativer Betrachtung.

Funktion und Bedeutung der Vorranggebieten in der deutschen AWZ der Ostsee für Schweinswale wurden im Kap. 2 nach aktuellem Kenntnisstand eingeschätzt.

Durch die Festlegung der Vorranggebiete für Offshore-Windenergie an aus ökologischer Sicht geeigneten Standorten außerhalb von Naturschutzgebieten, werden negative Auswirkungen auf marine Säugtiere vermieden und vermindert. Darüber hinaus wurden zum Schutz der Meeresumwelt Festlegungen hinsichtlich der Berücksichtigung der besten Umweltpraxis gemäß OSPAR- und Helsinki-Übereinkommen sowie des Standes der Technik getroffen. In diesem Zusammenhang sind auf Zulassungsebene u.a. Regelungen zur der Vermeidung und Verminderung von negativen Auswirkungen durch Errichtung und Betrieb von WEA auf marine

Säugetiere insbesondere in Form von Maßgaben zur Schallminimierung zu treffen, die auch eine Koordinierung der Bauarbeiten bei gleichzeitig errichteten Projekten vorsehen kann. Dieses entspricht der aktuellen Genehmigungspraxis. Auf der Basis der funktionsabhängigen Bedeutung der Vorranggebiete für Windenergie und der in dem Raumordnungsplan getroffenen Grundsätzen sowie der Maßnahmen, die in den nachgelagerten Zulassungsverfahren angeordnet werden und unter Berücksichtigung des aktuellen Stands von Wissenschaft und Technik bei der Reduzierung der impulshaltigen Schalleinträgen können erhebliche Auswirkungen für den Schweinswal, den Seehund und die Kegelrobbe ausgeschlossen werden. Direkte Störungen mariner Säugtiere auf Individuenebene durch Schallemissionen in der Konstruktionsphase, insbesondere während der Rammarbeiten, sind regional und zeitlich begrenzt zu erwarten. Aufgrund der hohen Mobilität der Tiere und der o.g. zu treffenden Maßgaben zur Vermeidung und Verminderung von intensiven Schallemissionen können jedoch erhebliche Auswirkungen mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt auch unter dem Aspekt, dass die Schifffahrt Auswirkungen auf störempfindliche marine Säuger haben könnte, da diese Auswirkungen nur sehr kurz und lokal wirken. Mit der Entstehung von Sedimentfahnen ist weitgehend auf lokaler und zeitlich begrenzter Ebene zu rechnen. Ein Habitatverlust für marine Säugtiere könnte dadurch lokal und zeitlich begrenzt auftreten. Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen sind für marine Säugtiere unerheblich, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen. Auswirkungen auf die Populationsebene sind nicht bekannt und aufgrund von überwiegend kurzfristigen und lokalen Effekten in der Konstruktionsphase eher unwahrscheinlich.

Erhebliche Auswirkungen der WEA in den Vorranggebieten in der Betriebsphase auf marine Säugetiere können nach dem aktuellen Kenntnisstand ebenfalls mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Die Untersuchungen im Rahmen des Betriebsmonitorings für Offshore-Windparks haben bisher keine Hinweise gegeben, die Meideffekte auf Schweinswale durch den windparkgebundenen Schiffsverkehr erkennen lassen. Eine Meidung konnte bisher nur während der Installation der Fundamente festgestellt werden, die möglicherweise mit der großen Anzahl und die unterschiedlichen Betriebszustände von Fahrzeugen in der Baustelle zusammenhängen können.

Zusammenfassend gilt, dass die Festlegung von Vorranggebieten außerhalb von Hauptnahrungs- und Aufzuchtgebieten für Schweinswale mittelbar dem Schutz der Art dient. Gleichzeitig Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Dies vermindert Gefährdungen von Schweinswalen in wichtigen Nahrungs- und Aufzuchtgründen. Für Seehunde und Kegelrobben führen die Gebietsfestlegungen ebenfalls zu keinen negativen Auswirkungen. Auf der Grundlage der obigen Aussagen und der Darstellungen in Kapitel 3 ist für die SUP abschließend festzuhalten, dass durch die Festlegung der Vorranggebiete für Windenergie in dem Raumordnungsplan für die deutsche AWZ der Ostsee auch unter grenzüberschreitender Betrachtung keine erheblichen Auswirkungen auf marine Säugetiere zu erwarten sind, sondern im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr nachteilige Auswirkungen vermieden werden.

#### 4.2.6 See- und Rastvögel

Die allgemeinen Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf See- und Rastvögel werden in Kapitel 3.2.5 beschrieben.

Der ROP-E legt für die AWZ der Ostsee die Gebiete EO1 und EO3 als Vorranggebiete für Offshore-Windenergie fest. Das Gebiet EO2 wird als Vorbehaltsgebiete festgelegt.

Die Festlegung von Vorranggebieten erfolgt in Gebieten, in denen bereits Offshore-Windparkvorhaben realisiert wurden. Die Ausweisung des Gebiets EO2 als Vorbehaltsgebiet für Offshore-Windenergie trägt der Inprüfungstellung des Gebiets u.a. auf Grund des Vogelzugs im FEP 2019 Rechnung (BSH 2019). Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Dadurch werden negative Auswirkungen auf Seevögel vermindert und ein Beitrag zum Schutz dieser wichtigen Lebensräume geleistet.

Durch die Festlegungen für Offshore-Windenergie kann es in einigen Teilbereichen der AWZ auf Grund der geltenden Befahrensregelung zu einer räumlichen Verdichtung des Schiffsverkehrs kommen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass diese Verdichtung in Verkehrsbereichen stattfindet, die ohnehin bereits ein höheres Maß an Schiffsaktivität verzeichnen.

Nach aktuellem Kenntnisstand gehen von den Festlegungen des ROP-E für die Offshore-Windenergie keine zusätzlichen oder erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut See- und Rastvögel aus.

#### 4.2.7 Zugvögel

Die allgemeinen Auswirkungen von Offshore-Windenergie auf Zugvögel wurden in Kapitel 3.2.6 beschrieben.

Durch die Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in einem räumlichen Zusammenhang zueinander werden Barrierewirkungen und Kollisionsrisiken in wichtigen Nahrungs- und Rasthabitaten reduziert. Die Ausweisung des Gebiets EO2 als Vorbehaltsgebiet für Offshore-

Windenergie trägt der Inprüfungstellung des Gebiets u.a. auf Grund des Vogelzugs im FEP 2019 Rechnung (BSH 2019).

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes können erhebliche Auswirkungen durch die Festlegungen auf Zugvögel, insbesondere im Vergleich mit der Nichtdurchführung des ROP, mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### **4.2.8 Fledermäuse und Fledermauszug**

Die allgemeinen Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf Fledermäuse und der aktuelle Kenntnisstand zum Fledermauszug über der Nordsee werden in Kapitel 3.2.7 beschrieben.

Derzeit liegen keine Hinweise vor, dass die raumordnerischen Festlegungen erhebliche Auswirkungen auf Fledermäuse haben. Durch die Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in einem räumlichen Zusammenhang zueinander werden Barrierewirkungen reduziert und wichtige Lebensräume geschützt. Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind.

#### **4.2.9 Klima**

Durch die Festlegungen zu Windenergie auf See sind keine erheblichen negativen Auswirkungen auf das Klima zu erwarten.

Durch die mit dem Ausbau der Offshore-Windenergie verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen (vgl. Kapitel 1.8) ist langfristig mit positiven Auswirkungen auf das Klima zu rechnen.

#### **4.2.10 Landschaft**

Durch die Errichtung von Offshore-Windparks in den in den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Windenergie werden Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft eintreten, da es durch die Errichtung vertikaler Strukturen und die Sicherheitsbefeuerng verändert wird. Das Maß dieser

optischen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch die geplanten Offshore-Anlagen wird stark von den jeweiligen Sichtverhältnissen abhängig sein. Aufgrund der Entfernung der Vorranggebiete zur Ostseeküste von mehr als 25 km werden die Anlagen von Land aus nur sehr eingeschränkt wahrnehmbar sein (HASLØV & KJÆRSGAARD 2000) und dies auch nur bei guten Sichtverhältnissen. Dies gilt auch hinsichtlich der nächtlichen Sicherheitsbefeuerng. Aufgrund subjektiver Empfindungen sowie der grundsätzlichen Einstellung des Betrachters zur Offshore-Windenergie können die – für eine Meeres- und Küstenlandschaft untypischen – vertikalen Strukturen teilweise als störend, teils aber auch als technisch interessant empfunden werden. In jedem Fall bewirken sie eine Veränderung des Landschaftsbildes und der Charakter des Gebietes wird modifiziert.

Jenseits der Küste ändert sich die optische Beeinträchtigung des Landschaftsbildes mit einer stärkeren räumlichen Nähe zu den Vorranggebieten. Dabei ist die Nutzungsart entscheidend. So spielt der Wert des Landschaftsbildes in der industriellen oder verkehrlichen Nutzung eine untergeordnete Rolle. Für die Erholungsnutzung, wie im Falle von Wassersportlern und Touristen, besitzt das Landschaftsbild indes einen hohen Stellenwert. Eine direkte Nutzung für Erholung und Freizeit durch Sportboote und touristische Wasserfahrzeuge findet jedoch in den geplanten Vorranggebieten für Windenergie nur vereinzelt statt. Diese liegen vorrangig in vom Schiffsverkehr und der Offshore-Industrie genutzten Gebieten, wodurch die Beeinflussung der Erholungsnutzung von Wassersportlern als gering einzuschätzen ist.

Im Ergebnis kann die Beeinträchtigung der Landschaft durch die geplanten Windenergie-Anlagen an der Küste als gering eingestuft werden. Für die Seekabelsysteme sind aufgrund der Verlegung als Unterwasserkabel negative Auswirkungen auf die Landschaft auszuschließen.

### 4.3 Leitungen

Der ROP-E legt die Vorbehaltsgebiete Leitungen LO1 bis LO8 fest. Leitungen im Sinne des ROP-E umfassen Rohrleitungen und Seekabel. Unter Seekabeln werden grenzüberschreitende Stromleitungen und Anbindungsleitungen für Windparks sowie Datenkabel zusammengefasst. Sogenannte parkinterne Seekabel sind von dieser Definition nicht umfasst. Darüber hinaus legt der ROP-E das Ziel fest, Leitungen am Übergang zum Küstenmeer durch die Grenzkorridore GO1 bis GO5 zu führen.

#### 4.3.1 Boden/ Fläche

Die in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Auswirkungen zur Errichtung und Betrieb von Rohrleitungen und Seekabel auf den Meeresboden entstehen unabhängig von den Festlegungen des ROP-E.

Der ROP-E trifft Aussagen hinsichtlich der anzustrebenden Reduzierung der Belastung der Meeresumwelt durch Berücksichtigung der besten Umweltpraxis gemäß internationaler Übereinkommen sowie Stand von Wissenschaft und Technik. Dadurch können nachteilige Auswirkungen auf die Meeresumwelt reduziert werden. So ist z.B. bei der Verlegung und dem Betrieb von Leitungen die Beschädigung oder Zerstörung von Biotopen nach § 30 BNatSchG zu vermeiden.

Darüber hinaus führt die Festlegung der Vorbehaltsgebiete für Leitungen im Raumordnungsplan dazu, dass sich bei bestehenden und vor allem bei zukünftigen Planungen Wechselwirkungen unter den Nutzungen sowie kumulative Wirkungen auf Schutzgüter besser einschätzen und prognostizieren lassen.

Somit sind im Hinblick auf die Schutzgüter Boden und Fläche keine erheblichen Auswirkungen durch die Festlegungen für Leitungen im ROP-E zu erwarten. Vielmehr werden im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans nachteilige Auswirkungen vermieden, da die Festlegungen

des Plans durch die Bündelung und Reduzierung von Leitungstrassen auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens abzielen.

#### 4.3.2 Benthos

Durch Leitungen kann es zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos kommen. Diese Auswirkungen gelten gleichermaßen für alle festgelegten Vorbehaltsgebiete für Leitungen.

Baubedingt: Mögliche Auswirkungen auf das Benthos sind abhängig von den eingesetzten Verlegeverfahren. Durch eine schonende Verlegung der Seekabelsysteme und Rohrleitungen mittels Einspülverfahren bzw. Auflegen von Rohrleitungen sind nur kleinräumige, kurzfristige und damit geringfügige Störungen des Benthos zu erwarten.

Die Beeinträchtigungen während der Bauphase nach derzeitigem Kenntnisstand bleiben kleinräumig und in der Regel kurzfristig.

Im Falle eines Bestandsrückganges durch eine natürliche oder anthropogene Störung (z. B. Kabelverlegung) verbleibt im Gesamtsystem genug Potenzial an Organismen zur Wiederbesiedlung (KNUST et al., 2003). Der linienhafte Charakter der Seekabelsysteme begünstigt die Wiederbesiedlung aus den ungestörten Randbereichen. Im Monitoring zur Pipeline Nord Stream (2011-2013) wurde eine Wiederbesiedlung der beanspruchten Gebiete im Greifswalder Bodden und der Pommerschen Bucht durch alle hier heimischen Arten verzeichnet.

Ebenfalls kurzfristig und kleinräumig können benthische Organismen durch die mit der Resuspension von Sedimentpartikeln verbundene Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen beeinträchtigt werden. Mittelfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schlickigen Becken abgesetzt.

Anlagebedingt: Aufliegende Rohrleitungen oder lokal erforderlich werdende Steinschüttungen

stellen dauerhaft ein standortfremdes Hartsubstrat dar. Dieses bietet dem Benthos neuen Lebensraum, der es Arten und Lebensgemeinschaften ermöglicht, auch in Gebieten zu siedeln, in denen sie bislang nicht vorkamen, so dass sich ihre Verbreitungsgebiete ausdehnen können (SCHOMERUS et al. 2006).

Betriebsbedingt kann direkt über stromführenden Kabeln eine Erwärmung der obersten Sedimentschicht des Meeresbodens auftreten, die eine Verringerung der winterlichen Mortalität der Infauna bewirken und zu einer Veränderung der Artengemeinschaften im Bereich der Seekabeltrassen führen kann. Dabei können insbesondere in tieferen Bereichen gebietsweise vorkommende kaltwasserliebende Arten (z. B. *Arctica islandica*) aus dem Bereich der Kabeltrassen verdrängt werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind bei Einhaltung einer ausreichenden Verlegetiefe und bei Einsatz von Kabelkonfigurationen nach Stand der Technik keine signifikanten Auswirkungen durch die kabelinduzierte Sedimenterwärmung zu erwarten.

Auch durch elektrische und elektromagnetische Felder sind keine erheblichen Auswirkungen auf das Makrozoobenthos zu erwarten.

Auf Grundlage der obigen Aussagen ist im Ergebnis der SUP festzuhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand unter Berücksichtigung schadensmindernder Maßnahmen keine erheblichen Auswirkungen durch die Verlegung und den Betrieb von Leitungen auf das Schutzgut Benthos zu erwarten sind.

Bei Rohrleitungen können die aus einem Abdrucktest stammenden Chemikalien in hoher Verdünnung in den Wasserkörper eingeleitet werden. Zum Schutz der Rohrleitung vor äußerer Korrosion sind in regelmäßigen Abständen Opferanoden aus Zink und Aluminium angebracht, die nur in geringen Mengen gelöst und in die Wassersäule freigesetzt werden. Aufgrund der sehr starken Verdünnung liegen sie nur in Spurenkonzentrationen vor; im Wasser werden

sie an herabsinkende oder aufgewirbelte (resuspendierte) Sedimentpartikel adsorbiert und sedimentieren auf dem Meeresboden.

### 4.3.3 Biototypen

Durch Leitungen kann es zu Auswirkungen auf Biotope kommen. Diese Auswirkungen gelten gleichermaßen für alle festgelegten Vorbehaltsgebiete für Leitungen.

Baubedingt können sich mögliche Auswirkungen von Leitungen auf das Schutzgut Biototypen durch eine direkte Inanspruchnahme geschützter Biotope, eine mögliche Überdeckung durch Sedimentation von freigesetztem Material sowie durch potenzielle Habitatveränderungen ergeben. Eine direkte Inanspruchnahme geschützter Biotope wird durch die Planung der Leitungssysteme weitestgehend vermieden. Des Weiteren sind geschützte Biotopstrukturen nach § 30 BNatSchG im Rahmen des konkreten Zulassungsverfahrens mit besonderem Gewicht zu behandeln und im Rahmen der Feintrassierung möglichst zu umgehen.

Beeinträchtigungen durch Überdeckung sind aufgrund der vorherrschenden Sedimentbeschaffenheit in den Bereichen, in denen Vorkommen geschützter Biotope zu erwarten sind, voraussichtlich kleinräumig, da sich das freigesetzte Sediment schnell absetzen wird.

Anlagenbedingte, permanente Habitatveränderungen beschränken sich auf den unmittelbaren Bereich von Steinschüttungen, die für Leitungskreuzungen oder für den Fall, dass Rohrleitungen oder Seekabelabschnitte auf dem Meeresboden verlegt werden. Die Steinschüttungen stellen dauerhaft ein standortfremdes Hartsubstrat dar. Dieses bietet den Benthosorganismen neuen Lebensraum und kann zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung führen (SCHOMERUS et al. 2006). Erhebliche Auswirkungen durch diese kleinräumigen Bereiche auf das Schutzgut Biototypen sind nicht zu erwarten.



#### 4.3.4 Fische

Die Festlegungen der Leitungen im ROP-E haben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Fische.

#### 4.3.5 Marine Säuger

Der ROP-E trifft Aussagen hinsichtlich der anzustrebenden Reduzierung der Belastung der Meeresumwelt durch Berücksichtigung der besten Umweltpraxis ('best environmental practice') gemäß OSPAR- und HELCOM-Übereinkommen sowie des jeweiligen Standes der Technik bei Verlegung, Betrieb, Instandhaltung sowie Rückbau von Rohrleitungen Seekabel. Dadurch können nachteilige Auswirkungen auf die Meeresumwelt reduziert werden.

Die Festlegung von Gebieten für Leitungen in den ROP-E führt dazu, dass sich bei bestehenden und vor allem bei zukünftigen Planungen Wechselwirkungen unter den Nutzungen sowie kumulative Wirkungen auf biologische Schutzgüter besser einschätzen und prognostizieren lassen.

#### 4.3.6 Avifauna

Die allgemeinen Auswirkungen von Leitungen auf See- und Rastvögel bzw. Zugvögel werden in Kapitel 3.3.5 bzw. 3.3.6 beschrieben. Die Auswirkungen wirken ausschließlich temporär und lokal.

Erhebliche Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.3.7 Fledermäuse und Fledermauszug

Die allgemeinen Auswirkungen von Leitungen auf Fledermäuse werden in Kapitel 3.3.7 beschrieben. Die Auswirkungen wirken ausschließlich temporär und lokal.

Erhebliche Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.3.8 Kulturgüter und Sachgüter

Die Festlegungen für die Planung, den Bau und den Betrieb von Windenergieanlagen und Leitungen zielen darauf ab, baubedingte Störungen des Meeresbodens, die entdecktes und unentdecktes Kulturerbe betreffen, durch frühzeitige Einbeziehung der Fachbehörden zu vermeiden oder zu reduzieren. Synergieeffekte sollen befördert werden durch die Zusammenarbeit bei der Auswertung von Baugrunduntersuchungen und Bodenproben, die im Rahmen der großräumigen Erschließung von Meeresgebieten für die Windenergie erfolgen werden, und neue Erkenntnisse zu Kulturspuren wie z.B. untergegangenen Landschaften erbringen können.

### 4.4 Rohstoffgewinnung

Als Grundsatz der Raumordnung wird das Gebiet SKO1 als Vorbehaltsgebiet Sand- und Kiesgewinnung festgelegt.

Die Auswirkungen der Rohstoffgewinnung auf die Meeresumwelt sind den Festlegungen der Raumordnung zuzusprechen, da diese eine langfristige Flächensicherung mit möglicher Nutzung bedeuten. Diese kann länger sein als die Laufzeit der aktuell gültigen Betriebspläne.

#### 4.4.1 Boden/ Fläche

Der ROP sieht in der AWZ der Ostsee lediglich ein Vorbehaltsgebiet für Sand- und Kiesgewinnung im Bereich des Adlergrundes vor.

Durch die Festlegung des Grundsatzes zum möglichst vollständigen Abbau der vorhandenen Gewinnungsfelder wird eine möglichst flächensparende und konzentrierte Gewinnung der Rohstoffvorkommen angestrebt - soweit verträglich mit den Belangen der Meeresumwelt und unter Erhalt einer für die Regeneration von Lebensgemeinschaften erforderlichen Restsedimentschicht. Im Fall der Sand- und Kiesgewinnung bleibt dadurch insbesondere die Natürlichkeit der unbeeinträchtigten Grobsand- und Kiesflächen in der AWZ, die als Laich- und Nahrungsgründe von Bedeutung sind, erhalten. Dieses

hat entsprechende positive Konsequenzen auf andere Schutzgüter wie z.B. Benthoslebensgemeinschaften, Plankton und Fische.

Weitere Aussagen trifft der ROP-E hinsichtlich der anzustrebenden Reduzierung der Belastung der Meeresumwelt durch Berücksichtigung der besten Umweltpraxis ('best environmental practice') gemäß OSPAR- und Helsinki-Übereinkommen sowie des jeweiligen Standes der Technik bei dem Aufsuchen und der Gewinnung von Rohstoffen. Um eine möglichst umweltverträgliche Rohstoffgewinnung zu gewährleisten, sollen die Auswirkungen der Rohstoffgewinnung auf die Meeresumwelt im Rahmen eines vorhabenbezogenen Monitorings untersucht und dargelegt werden. Ausbreitungsvorgänge und weiträumige ökologische Wechselbeziehungen der Arten und ihrer Lebensräume sollen bei der Standortwahl berücksichtigt werden. Die Beschädigung oder Zerstörung von Sandbänken, Riffen und submarinen durch Gasaustritte entstandenen Strukturen sowie abgrenzbaren Bereichen mit Vorkommen schutzwürdiger Benthoslebensgemeinschaften als besonders sensible Lebensräume sollen bei der Rohstoffgewinnung ebenfalls vermieden werden. Zudem sollen die Belange von Kulturgütern berücksichtigt werden. Durch diese Regelungen werden negative Auswirkungen hinsichtlich der Schutzgüter Boden und Fläche sowie der Meeresumwelt insgesamt vermindert bzw. vermieden.

Durch die im ROP getroffenen Festlegungen für die Rohstoffgewinnung sind keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden und Fläche zu erwarten, sondern es können im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr nachteilige Auswirkungen vermindert bzw. vermieden werden.

#### **4.4.2 Benthos und Biotoptypen**

Die allgemeinen Auswirkungen der Rohstoffnutzung sind in Kapitel 3.4.2 beschrieben.

Bezüglich der Festlegung des Gebiets SKO1 als Vorbehaltsgebiet für den Sand- und Kiesgewinnung ist deren Lage innerhalb des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ zu berücksichtigen.

Unter ähnlichen Voraussetzungen wie für die Kiessandlagerfläche „OAM III“ in der AWZ Nordsee (vgl. Kapitel 3.4.2) kann davon ausgegangen werden, dass erhebliche Beeinträchtigungen von benthischen Lebensräumen und deren Gemeinschaften durch die Festlegung des Gebietes SKO1 nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden können.

#### **4.4.3 Fische**

Die Festlegungen der Gebiete zur Rohstoffgewinnung haben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Fische.

#### **4.4.4 Marine Säuger**

Die allgemeinen Auswirkungen der Rohstoffnutzung sind in Kapitel 3.4.4 beschrieben.

Der Plan legt das Gebiet SKO1, als Vorbehaltsgebiet für Kies- und Sandabbau fest. Das Vorbehaltsgebiet SKO1 befindet sich im Teilbereich II des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Die Bewilligung für die Felder „Adlergrund Nordost“ und „Adlergrund Nord“ gilt bis 2040. Seit 2004 fand allerdings kein Abbau von Sand- und Kies statt.

Die Festlegung in der Fortschreibung des Plans hat keine Auswirkungen für marine Säuger.

#### **4.4.5 Avifauna**

Die allgemeinen Auswirkungen der Rohstoffgewinnung (hier Sand- und Kiesgewinnung und Kohlenwasserstoffgewinnung) auf See- und Rastvögel und Zugvögel werden in Kapitel 3.4.5 und 3.4.6 beschrieben.

Im ROP-E wird das Gebiet SKO1 als Vorbehaltsgebiet für Sand- und Kiesgewinnung festgelegt. Es setzt sich aus den Bewilligungsfeldern „Adler-

grund Nordost“ und „Adlergrund Nord“ zusammen. Die Bewilligung für „Adlergrund Nordost“ gilt bis zum 2040, ein Abbau fand allerdings nur im Zeitraum von 1993 – 2004 statt. Im Bewilligungsfeld „Adlergrund Nord“ findet seit 2004 ebenfalls kein Abbau mehr statt (BfN 2020).

Das Vorbehaltsgebiet SKO1 befindet sich im Teilbereich II des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Wie bereits ausgeführt, fand seit 2004 kein Abbau von Sand- und Kies in den Bewilligungsfeldern im Adlergrund statt. Nach bisherigen Erkenntnissen ist nicht davon auszugehen, dass mit der Festlegung des Vorbehaltsgebiets SKO1 eine Aktivitätszunahme einhergeht.

Erhebliche Auswirkungen der Festlegung auf die Avifauna können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

## 4.5 Meeresforschung

In der AWZ der Ostsee werden die Gebiete FoO1 bis FoO4 als Vorbehaltsgebiete Forschung festgelegt.

Die Festlegung erfolgt zur Sicherung bestehender Langzeitforschungsreihen im Bereich der Fischereiforschung. Damit sollen diese Gebiete von Nutzungen freigehalten werden, welche die Langzeitforschungsreihen entwerten könnten.

Die Ergebnisse meereswissenschaftlicher Forschung sollen zur möglichst flächendeckenden Erklärung ökosystemarer Zusammenhänge fortlaufend erfasst werden und somit eine wichtige Grundlage zu einer nachhaltigen Entwicklung der AWZ schaffen.

Da es hier um die Sicherung des Bestandes geht, haben die Gebietsfestlegungen gegenüber dem Ist-Zustand und der Nullvariante keine weiteren Auswirkungen auf die Schutzgüter und die Meeresumwelt insgesamt.

### 4.5.1 Boden/ Fläche

Die Festlegungen des ROP ergeben keine weiteren konkreten Auswirkungen auf den Meeresboden als in Kapitel 3.6.1 beschrieben. Erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch die Festlegungen des ROP für die Nutzung Meeresforschung können somit ausgeschlossen werden.

### 4.5.2 Benthos & Biotoptypen

Hinsichtlich der Nutzung Meeresforschung ergeben sich im Vergleich zu den in Kapitel 3.6.2 beschriebenen allgemeinen Effekten der Nutzung keine weiteren konkreten Auswirkungen der Festlegungen des ROP. Erhebliche Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotope aufgrund der Festlegungen des ROP zur Meeresforschung können somit ausgeschlossen werden.

### 4.5.3 Fische

Die Festlegungen der Vorbehaltsgebiete zur Meeresforschung haben keine weiteren erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Fische.

### 4.5.4 Marine Säuger

Die Festlegung der Vorbehaltsgebiete für wissenschaftliche Forschung im ROP-E für die deutsche AWZ der Ostsee führt dazu, dass sich bei bestehenden und vor allem bei zukünftigen Planungen Wechselwirkungen unter den Nutzungen sowie kumulative Wirkungen auf biologische Schutzgüter besser einschätzen lassen.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen und den Darstellungen in Kapitel 3 ist für die SUP abschließend festzuhalten, dass durch die Festlegungen für die wissenschaftliche Forschung im ROP-E keine erheblichen Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten sind, sondern im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr nachteilige Auswirkungen vermieden werden.

#### 4.5.5 Avifauna

Hinsichtlich der Meeresforschung ergeben sich im Vergleich zu den in Kapitel 3.6.5 und 3.6.6 beschriebenen allgemeinen Effekten der Nutzung keine weiteren konkreten Auswirkungen der Festlegungen des ROP. Erhebliche Auswirkungen auf See- und Rastvögel sowie Zugvögel aufgrund der Festlegungen des ROP zur Meeresforschung können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 4.6 Naturschutz

Die nationalen Meeresschutzgebiete in der AWZ Fehmarnbelt, Kadetrinne und Pommersche Bucht - Rönnebank in der Ostsee werden als Vorranggebiete Naturschutz entsprechend ihrer Schutzzwecke festgelegt.

Der Vogelzugkorridor „Fehmarn-Lolland“ wird als Vorbehaltsgebiet Vogelzug festgelegt.

Die Festlegungen tragen dazu bei, dass die Meeresumwelt in der AWZ großflächig als ökologisch intakter Freiraum dauerhaft erhalten und entwickelt wird.

Das Vorbehaltsgebiet des Vogelzugkorridors „Fehmarn-Lolland“ als Vorbehaltsgebiete dient dem Schutz dieses Migrationskorridors.

Der ROP-E trägt damit zur Erreichung der Ziele der MSRL bei. Die Einflussmöglichkeit der Raumordnung ist hierbei jedoch eingeschränkt und kann sich nicht auf alle Ziele auswirken.

#### 4.6.1 Boden/ Fläche

Der ROP-E stärkt den Naturschutz in der deutschen AWZ durch die Festlegung von Vorranggebieten. Aufgrund der dadurch zu erwartenden positiven Auswirkungen auf das Schutzgut Boden kann eine negative Auswirkung durch die Festlegungen des ROP ausgeschlossen werden.

#### 4.6.2 Benthos und Biotoptypen

Die Festlegung der ausgewiesenen Naturschutzgebiete der AWZ der Ostsee als Vorranggebiete Naturschutz unterstützt die auf Grundlage von geeigneten Managementmaßnahmen der Naturschutzgebiete zu erwartenden positiven Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotope.

Die raumordnerische Festlegung als Vorranggebiet unterstützt die Erhaltung bzw. Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands für die in den Naturschutzgebieten prägenden Lebensraumtypen nach Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG (Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser (EU-Code 1110) und Riffe (EU-Code 1170), sowie einer natürlichen oder naturnahen Ausprägung artenreicher Kies-, Grobsand- und Schillgründe und die Funktion dieser Lebensräume als Regenerationsraum für die benthischen Lebensgemeinschaften.

#### 4.6.3 Fische

Die Festlegungen der marinen Schutzgebiete in der AWZ könnten im Allgemeinen insbesondere die Artenvielfalt und Kondition der Fischzönose erhöhen und der Übernutzung von Fischbeständen entgegenwirken. Für das Schutzgut Fische ist dabei insbesondere das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ von besonderer Bedeutung, da die FFH-Arten Baltischer Stör und Finte beide gemäß Schutzgebietsverordnung geschützt sind. Insgesamt können sich nach aktuellem Kenntnisstand alle Meeresschutzgebiete der Ostsee erheblich positiv auf die Fischgemeinschaft auswirken.

#### 4.6.4 Marine Säuger

Der ROP-E legt die drei Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Kadetrinne“ und „Fehmarnbelt“ als Vorranggebiete fest. Der Schweinswal gehört dabei zu den geschützten Arten aller drei Vorranggebiete. Die Festlegung von Vorranggebieten für Windenergiegewinnung

außerhalb von Naturschutzgebieten führt zu Vermeidung und Minderung von negativen Auswirkungen auf den Bestand des Schweinswals in der deutschen AWZ der Ostsee.

Im Ergebnis haben die Festlegungen zum Naturschutz positive Auswirkungen auf den Erhaltungszustand des Bestands des Schweinswals.

#### **4.6.5 See- und Rastvögel**

Der ROP-E legt u.a. das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ mit dem Vogelschutzgebiet im Teilbereich IV des Komplexgebietes als Vorranggebiet Naturschutz fest. Dadurch wird der Lebensraum von besonders geschützten Arten und regelmäßig auftretenden Zugvogelarten in besonderem Maße geschützt. Zudem regelt ein Grundsatz der Raumordnung, dass ein Ausbau der Offshore-Windenergie in allen drei Naturschutzgebieten in der AWZ unzulässig ist. Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Dadurch werden Auswirkungen, wie z. B. Habitatverlust und Kollisionsrisiken, durch etwa der Offshore-Windenergie auf geschützte und weitere Vogelarten und ihren Lebensraum reduziert.

Insgesamt haben die raumordnerischen Festlegungen zum Naturschutz in der AWZ ausschließlich erheblich positive Auswirkungen auf See- und Rastvogelarten.

#### **4.6.6 Zugvögel**

Der ROP-E legt den Vogelzugkorridor zwischen Fehrman und Lolland (sog. „Vogelfluglinie“) als Vorbehaltsgebiet für den Naturschutz fest. Dadurch wird dem Naturschutz, hier im Speziellen dem Vogelzug, in diesem Bereich eine besondere Bedeutung zuteil.

Darüber hinaus rasten viele über die deutsche Ostsee ziehenden Vögel auf ihrem Zug in ihre Winter- bzw. Brutgebiete in der AWZ. Die in Kapitel 4.6.4 beschriebenen erheblich positiven

Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen zum Naturschutz gelten daher auch für Zugvögel entsprechend.

## **4.7 Sonstige Nutzungen ohne räumliche Festlegungen**

### **4.7.1 Landes- und Bündnisverteidigung**

Für die Landes- und Bündnisverteidigung werden keine räumlichen Festlegungen getroffen, und die militärischen Übungsgebiete lediglich nachrichtlich dargestellt.

Da im ROP-E lediglich der Bestand nachgezeichnet wird, ergeben sich keine über die Nichtdurchführung des Plans hinausgehenden Auswirkungen.

### **4.7.2 Luftverkehr**

Luftverkehr über der AWZ findet im Rahmen von Verkehrsflügen in größeren Höhen statt. Eine unmittelbare Belastung der Meeresumwelt durch die Festlegungen des ROP-E ist nicht zu erwarten.

### **4.7.3 Freizeit**

Freizeitaktivitäten in der AWZ erfolgen vor allem durch Verkehr mit privaten kleineren Motor- und Segelbooten. Im Gegensatz zu küstennäheren Gebieten wird dabei von relativ geringen Frequenzen und Umweltbelastungen ausgegangen. Eine unmittelbare Belastung der Meeresumwelt durch die Festlegungen des ROP-E ist nicht zu erwarten.

## **4.8 Wechselwirkungen**

Allgemein führen Auswirkungen auf ein Schutzgut zu verschiedenen Folge- und Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern. So haben Auswirkungen auf den Boden oder den Wasserkörper meist auch Folgewirkungen für die biotischen Schutzgüter in diesen Lebensräumen. Zum Beispiel können Schadstoffaustritte die Wasser- und/oder Sedimentqualität mindern und

von den benthisch und pelagisch lebenden Organismen aus dem umgebenden Medium aufgenommen werden. Die wesentliche Verflechtung der biotischen Schutzgüter besteht über die Nahrungsketten. Diese Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Schutzgütern und mögliche Auswirkungen auf die biologische Vielfalt werden ausführlich für die jeweiligen Schutzgüter dargestellt.

#### *Sedimentumlagerung und Trübungsphänomene*

Während der Bauphase von Windparks und Plattformen bzw. der Verlegung eines Seekabelsystems kommt es zu Sedimentumlagerungen und Trübungsphänomenen. Fische werden vorübergehend verschleudert. Das Makrozoobenthos wird lokal überdeckt. Somit verändern sich kurzzeitig und lokal begrenzt auch die Nahrungsbedingungen für benthosfressende Fische und für fischfressende Seevögel und Schweinswale (Abnahme des Angebotes an verfügbarer Nahrung). Erhebliche Beeinträchtigungen auf die biotischen Schutzgüter und somit der bestehenden Wechselwirkungen untereinander können aber auf Grund der Mobilität der Arten bzw. der zeitlichen und räumlichen Begrenzung von Sedimentumlagerungen und Trübungsphänomenen mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### *Geräuschemissionen*

Die Installation der Anlagen kann zu zeitweiligen Fluchtreaktionen und einer temporären Meidung des Gebietes durch Meeressäuger, einige Fischarten und Seevogelarten führen. Allerdings ist der Einsatz von schallminimierenden Maßnahmen während der Rammung der Fundamente von Plattformen und Windenergieanlagen obligat. Hierdurch können erhebliche Auswirkungen auf die Wechselwirkung der Schutzgüter mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### *Flächennutzung*

Mit dem Einbringen von Fundamenten kommt es zu einem lokalen Entzug von Besiedlungsfläche für die Benthoszönose, welche für die innerhalb

der Nahrungspyramide folgenden Fische, Vögel und Meeressäuger eine potenzielle Verschlechterung der Nahrungsbasis zur Folge haben kann. Eine erhebliche Beeinträchtigung von Nahrungsverfügbarkeiten kann dadurch mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### *Einbringung von künstlichem Hartsubstrat*

Die Einbringung von künstlichem bzw. standortfremdem Hartsubstrat (Fundamente, erforderliche Steinschüttungen bei Kabelkreuzungsbauwerken bzw. lokaler Kabelverlegung auf dem Meeresgrund) führt lokal zu einer Veränderung der Bodenbeschaffenheit und der Sedimentverhältnisse. In der Folge kann sich die Zusammensetzung des Makrozoobenthos ändern. Nach KNUST et al. (2003) führt das Einbringen von künstlichem Hartsubstrat in Weichböden zu einer Ansiedlung von zusätzlichen Arten. Die Rekrutierung dieser Arten wird mit großer Wahrscheinlichkeit aus den natürlichen Hartsubstrathabitaten, wie oberflächlich anstehendem Geschiebemergel und Steinen, erfolgen. Damit ist die Gefahr einer negativen Beeinflussung der benthischen Weichbodengemeinschaften durch gebietsuntypische Arten gering. Allerdings gehen an diesen Stellen Siedlungsbereiche der Weichbodenfauna verloren. Durch die Änderung der Artenzusammensetzung der Makrozoobenthosgemeinschaft kann die Nahrungsgrundlage der Fischzönose am Standort beeinflusst werden (bottom-up Regulation).

Allerdings könnten dadurch bestimmte Fischarten angelockt werden, die wiederum durch Prädation den Fraßdruck auf das Benthos erhöhen und somit durch Selektion bestimmter Arten die Dominanzverhältnisse prägen (top-down Regulation). Weiterhin könnte der Bewuchs auf dem Hartsubstrat den benthosfressenden Meerestieren als eine neue Nahrungsquelle dienen.

### *Nutzungs- und Befahrensverbot*

Innerhalb sowie im Umkreis von Windparks gilt ein fischereiliches Nutzungsverbot. Der dadurch bedingte Wegfall der Fischerei kann zu einer Erhöhung des Bestandes sowohl bei fischereilichen Zielarten als auch bei den nicht genutzten Fischarten führen. Auch eine Verschiebung im Längenspektrum dieser Fischarten ist denkbar. Im Falle einer Zunahme der Fischbestände ist eine Anreicherung des Nahrungsangebots für Schweinswale zu erwarten. Weiterhin wird erwartet, dass sich eine von fischereilicher Aktivität ungestörte Makrozoobenthosgemeinschaft entwickeln wird. Dies könnte bedeuten, dass sich die Diversität der Artgemeinschaft erhöht, indem empfindliche und langlebige Arten der derzeitigen Epi- und Infauna bessere Überlebenschancen bekommen und stabile Bestände entwickeln.

Wegen der Variabilität des Lebensraumes lassen sich Wechselwirkungen insgesamt nur sehr ungenau beschreiben. Grundsätzlich ist festzustellen, dass derzeit durch die Durchführung des ROP keine Effekte auf bestehende Wechselwirkungen erkennbar sind, die eine Gefährdung der Meeresumwelt zur Folge haben könnten. Daher ist für die SUP abschließend festzuhalten, dass durch die Festlegungen im ROP-E nach gegenwärtigem Stand der Kenntnis keine erheblichen Auswirkungen durch Wechselwirkungen auf die belebte Meeresumwelt zu erwarten sind, sondern im Vergleich mit der Nichtdurchführung des Plans vielmehr nachteilige Auswirkungen vermieden werden können.

## **4.9 Kumulative Effekte**

### **4.9.1 Boden/Fläche, Benthos und Biototypen**

Ein wesentlicher Teil der Umweltwirkungen durch die Gebiete für Windenergie auf See und Vorbehaltsgebiete Leitungen auf Boden, Benthos und Biotope wird ausschließlich während der Bauzeit (Entstehung von Trübungsfahnen, Sedimentumlagerung etc.) und auf einem räumlich eng begrenzten Bereich stattfinden. Aufgrund der schrittweisen Umsetzung der Bauvorhaben sind baubedingte kumulative Umweltwirkungen wenig wahrscheinlich. Mögliche kumulative Auswirkungen auf den Meeresboden, die sich auch unmittelbar auf das Schutzgut Benthos und besonders geschützte Biotope auswirken könnten, ergeben sich aus der dauerhaften direkten Flächeninanspruchnahme der Fundamente der Anlagen sowie durch die verlegten Leitungen. Die Einzelauswirkungen sind grundsätzlich kleinräumig und lokal.

Im Bereich des Verlegegrabens von Leitungen wird die Beeinträchtigung des Sediments und der Benthosorganismen im Wesentlichen temporär sein. Im Falle der Querung von besonders empfindlichen Biototypen wie Riffen oder artreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründen wäre von einer dauerhaften Beeinträchtigung auszugehen.

Hinsichtlich einer Bilanzierung der Flächeninanspruchnahme wird auf den Umweltbericht zum FEP 2019 bzw. FEP-Entwurf 2020 verwiesen. Dort erfolgt eine Abschätzung der direkten Flächeninanspruchnahme durch die Windenergie und Stromkabel anhand modellhafter Annahmen.

Zur Inanspruchnahme besonders geschützter Biotope nach § 30 BNatSchG kann mangels einer belastbaren naturwissenschaftlichen Grundlage keine Aussage gemacht werden. Eine derzeit in Ausführung befindliche flächendeckende Sediment- und Biotopkartierung der

AWZ wird hier zukünftig eine belastbarere Bewertungsgrundlage erbringen.

Neben der direkten Inanspruchnahme des Meeresbodens und damit des Lebensraums der dort angesiedelten Organismen führen Anlagenfundamente, aufliegende Rohrleitungen und erforderliche Kreuzungsbauwerke zu einem zusätzlichen Angebot an Hartsubstrat. Dadurch können sich standortfremde hartsubstratliebende Arten ansiedeln und die Artzusammensetzung ändern. Dieser Effekt kann durch die Errichtung mehrerer Offshore-Bauwerke, Rohrleitungen oder Steinschüttungen in Kreuzungsbereichen von Leitungen zu kumulativen Wirkungen führen. Durch das eingebrachte Hartsubstrat geht der an Weichböden adaptierten Benthosfauna zudem Lebensraum verloren. Da sich jedoch sowohl bei der Netzinfrastruktur als auch bei den Windparks die Flächeninanspruchnahme im %-Bereich bewegen wird, sind nach derzeitiger Kenntnis auch in der Kumulation keine erheblichen Beeinträchtigungen zu erwarten, die zu einer Gefährdung der Meeresumwelt in Bezug auf den Meeresboden und das Benthos führen.

#### 4.9.2 Fische

Die Auswirkungen auf die Fischfauna durch die Festlegungen sind wohl am stärksten durch die Realisierung von zunächst 20 GW Windenergie in den Vorbehaltsgebieten der Nord- und Ostsee beeinflusst. Dabei konzentrieren sich die Auswirkungen der OWPs einerseits auf die regelmäßig angeordnete Schließung des Gebiets für die Fischerei, andererseits auf die Veränderung des Habitats und dessen Wechselwirkung.

Die voraussichtlichen fischereifreie Zonen innerhalb der Windparkflächen könnten sich durch den Entfall der negativen Fischereieffekte, wie Störung oder Zerstörung des Meeresbodens sowie Fang und Beifang vieler Arten, positiv auf die Fischzönose auswirken. Durch den fehlenden Fischereidruck könnte sich die Altersstruktur der Fischfauna wieder zu einer

natürlicheren Verteilung entwickeln, sodass die Anzahl älterer Individuen steigt. Der OWP könnte sich zu einem Aggregationsort für Fische entwickeln, wenngleich bislang nicht abschließend geklärt ist, ob Windparks Fische anlocken.

Neben dem Fehlen der Fischerei wäre auch eine verbesserte Nahrungsgrundlage für Fischarten mit unterschiedlichster Ernährungsweise denkbar. Der Bewuchs der Windenergieanlagen mit sessilen Wirbellosen könnte benthosfressende Arten begünstigen und den Fischen eine größere und diversere Nahrungsquelle zugänglich machen (GLAROU et al. 2020). Die Kondition der Fische könnte sich dadurch verbessern, was sich wiederum positiv auf die Fitness auswirken würde. Derzeit besteht Forschungsbedarf, um derartige kumulative Auswirkungen auf Populationsebene der Fische zu übertragen.

Ferner könnte sich die Artenzusammensetzung direkt verändern, indem Arten mit anderen Habitatpräferenzen als die etablierten Arten, z. B. Riffbewohner, günstigere Lebensbedingungen vorfinden und häufiger vorkommen. Im dänischen Windpark Horns Rev wurde 7 Jahre nach dem Bau ein horizontaler Gradient des Vorkommens hartsubstrataffiner Arten zwischen den umliegenden Sandflächen und nahe der Turbinengründungen festgestellt: Klippenbarsch, Aalmutter und Seehase kamen wesentlich häufiger nahe der Windradfundamente als auf den umliegenden Sandflächen vor (LEONHARD et al. 2011). Zu den kumulativen Effekten infolge eines umfangreichen Ausbaus der Offshore-Windenergie könnten gehören

- eine Erhöhung der Anzahl älterer Individuen,
- bessere Konditionen der Fische durch eine größere und diversere Nahrungsgrundlage,



- eine weitergehende Etablierung und Verbreitung von an Riffstrukturen adaptierte Fischarten,
- die Wiederbesiedelung vorher stark befischter Gebiete,
- bessere Lebensbedingungen für territoriale Arten wie kabeljauartige Fische.

Der natürliche Mechanismus zur Begrenzung von Populationen sind neben der Prädation die inner- und zwischenartliche Konkurrenz, die auch Dichtelimitierung genannt wird. Es ist nicht auszuschließen, dass innerhalb einzelner Windparks lokale Dichtelimitierung einsetzt, bevor sich die günstigen Effekte der Windparks räumlich fortpflanzen, z. B. durch die Abwanderung „überschüssiger“ Individuen. In diesem Fall wären die Effekte lokal und nicht kumulativ. Welche Auswirkungen Veränderungen der Fischfauna auf andere Elemente des Nahrungsnetzes, sowohl unterhalb als auch oberhalb ihres trophischen Niveaus haben könnten, kann zum derzeitigen Kenntnisstand nicht prognostiziert werden.

Zusammend mit den Festlegungen der Naturschutzgebiete könnten Windparkflächen zu positiven Bestandsentwicklungen und damit zur Erholung von Fischbeständen in der Ostsee beitragen.

#### 4.9.3 Marine Säuger

Kumulative Auswirkungen auf marine Säuger, insbesondere Schweinswale, können vor allem durch die Lärmbelastung während der Installation von tiefgegründeten Fundamenten auftreten. So können marine Säuger dadurch erheblich beeinträchtigt werden, dass – wenn an verschiedenen Standorten innerhalb der AWZ gleichzeitig gerammt wird – nicht ausreichend gleichwertiges Habitat zur Verfügung steht, um auszuweichen und sich zurückzuziehen.

Die bisherige Realisierung von Offshore-Windparks und Plattformen erfolgte relativ langsam

und schrittweise. Bis heute wurden Rammarbeiten in drei Windparks in der deutschen AWZ der Ostsee durchgeführt. Seit 2011 erfolgen alle Rammarbeiten unter dem Einsatz von technischen Schallminderungsmaßnahmen. Seit 2014 werden die Lärmschutzwerte durch den erfolgreichen Einsatz von Schallminderungssystemen verlässlich eingehalten und sogar unterschritten. Es gab soweit keine zeitliche Überlappung der drei Baustellen, so dass es nicht zu Überschneidungen von schallintensiven Rammarbeiten gekommen ist, die zu kumulativen Auswirkungen hätten führen können. Lediglich im Falle der Errichtung des Windparks „EnBW Baltic 2“ war es erforderlich aufgrund der Installation mit zwei Errichterschiffen, die Rammarbeiten einschließlich der Vergrämuungsmaßnahmen zu koordinieren.

Die Auswertung der Schallergebnisse im Hinblick auf die Schallausbreitung und die möglicherweise daraus resultierende Kumulation hat gezeigt, dass die Ausbreitung des impulshaften Schalls bei Anwendung von effektiven schallminimierenden Maßnahmen stark eingeschränkt wird (BRANDT et al. 2018, DÄHNE et al., 2017).

Zur Vermeidung und Verminderung von kumulativen Auswirkungen auf den Bestand des Schweinswals in der deutschen AWZ wird in den Anordnungen des nachgelagerten Zulassungsverfahrens eine Einschränkung der Beschallung von Habitaten auf maximal erlaubten Flächenanteilen der AWZ und der Naturschutzgebiete festgelegt. Danach, darf die Ausbreitung der Schallemissionen definierte Flächenanteile der deutschen AWZ und der Naturschutzgebiete nicht überschreiten. Es wird dadurch sichergestellt, dass den Tieren zu jeder Zeit ausreichend geeignete Habitate zum Ausweichen zur Verfügung stehen. Die Anordnung dient vorrangig dem Schutz mariner Habitate durch Vermeidung und Minimierung von Störungen durch impulsartigem Schalleintrag. Die Anordnung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen in den Gebieten EO1 und EO2 wird sich insbesondere auch auf den Schutz von Tieren der stark

gefährdeten Population der zentralen Ostsee konzentrieren.

Im Ergebnis bleibt festzustellen, dass die Durchführung des Plans zu einer Vermeidung und Verminderung von kumulativen Auswirkungen führen wird. Diese Einschätzung gilt auch im Hinblick auf kumulative Auswirkungen der verschiedenen Nutzungen auf marine Säuger.

#### 4.9.4 See- und Rastvögel

Von den im ROP-E berücksichtigten Nutzungen können insbesondere von der Nutzung Windenergie durch die Vertikalstrukturen wie Plattformen oder -Windenergieanlagen unterschiedliche Auswirkungen auf See- und Rastvögel ausgehen, wie Habitatverlust, ein erhöhtes Kollisionsrisiko oder eine Scheuch- und Störwirkung. Diese Effekte werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung standort- und projektspezifisch betrachtet und im Rahmen des anschließenden Monitorings der Bau- und Betriebsphase von Offshore-Windparkvorhaben überwacht. Für See- und Rastvögel kann insbesondere der Habitatverlust durch kumulative Auswirkungen von mehreren Bauwerken bzw. Windparks bedeutend sein. Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Dadurch werden die mit etwa OWPs einhergehenden Auswirkungen auf See- und Rastvögel (siehe Kapitel 3.2.5) in diesen wichtigen Lebensräumen reduziert. Zwar trifft der ROP-E auch Festlegungen für andere Nutzungen innerhalb der Naturschutzgebiete, doch werden durch die raumordnerischen Festlegungen keine Intensitätszunahmen erwartet. Vielmehr handelt es sich hierbei um Nachzeichnungen bereits bestehender Nutzungen bzw. Nutzungsintensitäten.

Im Ergebnis der SUP sind erhebliche kumulative Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen auf das Schutzgut See- und Rastvögel nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

#### 4.9.5 Zugvögel

Von den im Raumordnungsplan berücksichtigten Nutzungen können insbesondere von der Nutzung Offshore-Windenergie durch die Vertikalstrukturen der Offshore-Windenergieanlagen unterschiedliche Auswirkungen auf Zugvögel, wie Barrierewirkung und Kollisionsrisiko, ausgehen. Diese Effekte werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung standortspezifisch betrachtet und im Rahmen des anschließenden Monitorings der Bau- und Betriebsphase von Offshore-Windparkvorhaben überwacht.

Durch die Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Offshore-Windenergie in einem räumlichen Zusammenhang zueinander und durch die Freiraumsicherung werden Barrierewirkungen und Kollisionsrisiken in wichtigen Nahrungs- und Rasthabitaten reduziert. Die Festlegung des Gebiets EO2 als Vorbehaltsgebiete für Offshore-Windenergie trägt zudem der Bedeutung dieses Bereiches für den Vogelzug Rechnung. Die Auswirkungen der weiteren Nutzungen bzw. ihrer Festlegungen sind vergleichsweise weniger raumgreifend hinsichtlich der Vertikalität im Luftraum.

Nach derzeitigem Kenntnisstand können erhebliche kumulative Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen aller berücksichtigten Nutzungen auf Zugvögel mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.10 Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die vorliegende SUP kommt zu dem Schluss, dass nach derzeitigem Stand durch die im ROP getroffenen Festlegungen keine erheblichen Auswirkungen auf die an die deutsche AWZ der Ostsee angrenzenden Gebiete der Nachbarstaaten erkennbar sind.

Für die Schutzgüter Boden und Wasser, Plankton, Benthos, Biotoptypen, Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter und Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit, können erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen grundsätzlich ausgeschlossen werden. Mögliche erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen könnten sich allenfalls bei kumulativer Betrachtung im Bereich der deutschen Ostsee für die hochmobilen biologischen Schutzgüter Fische, marine Säuger, See- und Rastvögel, sowie Zugvögel und Fledermäuse ergeben.

Für das Schutzgut Fische kommt die SUP zu dem Ergebnis, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Umsetzung des ROP keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf das Schutzgut zu erwarten sind, da die erkennbaren und prognostizierbaren Effekte kleinräumiger und temporärer Natur sind.

Das gilt ebenfalls für die Schutzgüter Marine Säuger sowie See- und Rastvögel. Diese nutzen die Gebiete überwiegend als Durchzugsgebiete. Es ist nicht von einem erheblichen Habitatverlust für streng geschützte See- und Rastvogelarten auszugehen. Nach aktuellem Kenntnisstand und unter Berücksichtigung auswirkungsminimierender und schadensbegrenzender Maßnahmen können erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen ausgeschlossen werden. So wird die Installation der Fundamente von Windenergieanlagen und Plattformen im konkreten Zulassungsverfahren nur unter dem Einsatz wirksamer Schallminderungsmaßnahmen gestattet.

Vor dem Hintergrund der besonderen Gefährdung der separaten Ostseepopulation des Schweinswals sind im Rahmen des Vollzugs intensive Überwachungsmaßnahmen durchzuführen und ggf. die Schallminderungsmaßnahmen anzupassen oder die Bauarbeiten zu koordinieren, um etwaige kumulative Effekte auszuschließen.

Für Zugvögel können insbesondere errichtete Windenergieanlagen eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Dadurch werden diese Auswirkungen wie etwa durch Windenergie in wichtigen Rastgebieten einiger Zugvogelarten reduziert. Desweiteren wird das Gebiet EO2 insbesondere auf Grund des Konflikts mit dem Vogelzug nur als Vorbehaltsgebiet für Offshore-Windenergie ausgewiesen. Von den übrigen, im ROP-E berücksichtigten Nutzungen gehen keine vergleichbaren raumgreifenden Auswirkungen aus. Erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen der Festlegungen im ROP-E auf Zugvögel sind nach bisherigen Kenntnisstand nicht zu erwarten.

## 5 Artenschutzrechtliche Prüfung

### 5.1 Allgemeiner Teil

Im Plangebiet, die deutsche AWZ in der Ostsee kommen, wie dargelegt, verschiedene europäische wildlebende Vogelarten im Sinne des Art.1 Vogelschutzrichtlinie sowie marine Säugetierarten der Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie vor.

Im Rahmen der vorliegenden artenschutzrechtlichen Prüfung wird untersucht, ob der Plan die Vorgaben des § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG für besonders und streng geschützten Tierarten erfüllt. Es wird insbesondere geprüft, ob der Plan gegen artenschutzrechtliche Verbotstatbestände verstößt.

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist eine Tötung oder Verletzung wild lebender Tiere der besonders geschützten Arten, das heißt u. a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL sowie des Anhangs I der V-RL, untersagt. Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG bezieht sich stets auf die Tötung und Verletzung von Individuen.

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist es zudem verboten, wildlebende Tiere der streng geschützten Arten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten erheblich zu stören, wobei eine erhebliche Störung vorliegt, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert.

Hierbei kommt es weder darauf an, ob eine relevante Schädigung oder Störung auf vernünftigen Gründen beruht, noch spielen Beweggründe, Motive oder subjektive Tendenzen für die Erfüllung der Verbotstatbestände eine Rolle (Landmann/Rohmer, 2018).

Nach der Legaldefinition des § 44 Abs. 1 Nr. 2, 2. Halbsatz BNatSchG liegt eine erhebliche Stö-

örung vor, wenn der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert wird. Nach dem Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der FFH-RL (Rn. 39) liegt eine Störung im Sinne von Art. 12 FFH-RL vor, wenn durch die betreffende Handlung die Überlebenschancen, der Fortpflanzungserfolg oder die Reproduktionsfähigkeit einer geschützten Art vermindert werden oder diese Handlung zu einer Verringerung des Verbreitungsgebiets führt. Hingegen sind gelegentliche Störungen ohne voraussichtliche negative Auswirkungen auf die betreffende Art nicht als Störung im Sinne von Art. 12 FFH-RL anzusehen.

Unter den im Plan festgelegten Nutzungen stellt die Windenergiegewinnung, die intensivste Nutzung dar. In den letzten Jahren wurde dabei durch den Einsatz von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen und deren Überwachung der Wissenstand in Zusammenhang mit artenschutzrechtlich relevanten Auswirkungen erweitert.

Im Folgenden werden artenschutzrechtliche Belange im Hinblick auf Windenergiegewinnung geprüft. Im Anschluss werden mögliche kumulative Auswirkungen mit anderen Nutzungen dargestellt.

### 5.2 Marine Säuger

In der deutschen AWZ der Ostsee kommen mit dem Schweinswal sowie dem Seehund und der Kegelrobbe Arten des Anhangs II (Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere FFH-Gebiete ausgewiesen werden müssen) bzw. des Anhangs IV (streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse) der FFH-RL vor, die nach Art. 12 FFH-RL zu schützen sind. Dabei kommen Schweinswale ganzjährig je nach Gebiet in unterschiedlichen Dichten vor. Das gilt auch für Seehunde und Kegelrobben. Generell ist davon auszugehen, dass

die gesamte deutsche AWZ der Ostsee zum Lebensraum des Schweinswals gehört. Die deutsche AWZ wird dabei zum Durchqueren aber auch zum Aufhalten sowie als Nahrungs- und Aufzuchtgrund genutzt.

Das Vorkommen der Tiere fällt in den einzelnen Gebieten räumlich, wie auch zeitlich sehr unterschiedlich aus. Für marine Säuger und insbesondere für die streng geschützte Art Schweinswal sind Auswirkungen durch die Realisierung des Plans artenschutzrechtlich zu prüfen.

Nach aktuellem Wissenstand kommen in den deutschen Gewässern der Ostsee zwei separate Populationen des Schweinswals vor: die Beltsee Population in der westlichen Ostsee –Kattegat, Beltsee, Sund - bis hin zum Bereich nördlich Rügen und die Population der zentralen Ostsee ab dem Bereich nördlich Rügen vor.

Die Grenze der als gefährdet eingestuft Population des Schweinswals der zentralen Ostsee liegt unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus akustischen, morphologischen, genetischen sowie aus satellitengestützten Untersuchungen auf Höhe Rügen bei 13°30' Ost (SVEEGARD et al. 2015).

Die Abundanz der separaten Population der zentralen Ostsee wurde dabei anhand der akustischen Daten auf 447 Individuen (95% Konfidenzintervall, 90 – 997) geschätzt (SAMBAH 2014 and 2016).

Die separate Population der zentralen Ostsee wurde u.a. aufgrund der sehr geringen Anzahl von Individuen und des räumlich bedingt eingeschränkten genetischen Austausches von der IUCN und von der HELCOM als stark gefährdet eingestuft (HELCOM –Red List Species, 2013).

In der AWZ der Ostsee wurden 2017 drei Naturschutzgebiete, „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (NSGPBRV), „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV), und „Kadetrinne“(NSGKdrV) mit Schutzzweck die Erhaltung und soweit erforderlich Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustands der Arten nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG

Schweinswal, Seehund und Kegelrobbe, festgesetzt. Dem Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank kommt im Winter eine hohe Bedeutung für Schweinswale zu. In dieser Zeit wird das Naturschutzgebiet und seine Umgebung bis zu Rügen auch von Tieren der stark gefährdeten Population des Schweinswals der zentralen Ostsee. Westlich einer Länge von 13° 30' kommen keine Tiere der Population der zentralen Ostsee vor. Das Naturschutzgebiet „Kadetrinne“ weist den Grenzbereich der Population des Schweinswals aus Skagerrak, Kattegat und Beltsee mit höheren Dichten des Schweinswals westlich des NSG und stark abnehmenden Dichten in östlicher Richtung mit abnehmenden Dichten auf. Das Schutzgebiet „Fehmarnbelt“ und seine Umgebung weisen die höchste Dichte des Schweinswals in den deutschen Gewässern der Ostsee auf.

Die Gebiete EO1 und EO2 werden von Schweinswalen zwar regelmäßig, aber in sehr geringem Umfang genutzt. Das Vorkommen des Schweinswals in beiden Gebieten ist gering im Vergleich zum Vorkommen westlich der Darßer Schwelle. Eine Nutzung der beiden Gebiete als Aufzuchtgründe ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht nachgewiesen. Für Schweinswale haben die Gebiete EO1 und EO2 eine geringe bis mittlere Bedeutung. In den Wintermonaten ist jedoch aufgrund der möglichen Nutzung durch Tiere der stark gefährdeten Population der zentralen Ostsee von einer hohen Bedeutung auszugehen. Für Kegelrobben und Seehunde haben diese Gebiete eine geringe Bedeutung.

Das Gebiet EO3 wird von Schweinswalen unregelmäßig und in sehr geringem Umfang genutzt. Insgesamt ist das Vorkommen des Schweinswals in dem Gebiet EO3 gering im Vergleich zum Vorkommen in der Kadetrinne und weiter westlich. Eine Nutzung des Gebietes als Aufzuchtgebiet ist nach aktuellem Wissensstand nicht gegeben. Für Schweinswale hat Gebiet EO3 eine

geringe Bedeutung. Für Kegelrobben und Seehunde liegt dieses Gebiet am Rande des Verbreitungsgebietes.

### 5.2.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist eine Tötung oder Verletzung wild lebender Tiere der besonders geschützten Arten, das heißt u. a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL, wie dem Schweinswal, untersagt.

Zu den wesentlichen Gefährdungen mit Todesfolgen für den Schweinswal in dem Abkommensgebiet der ASCOBANS, zu dem auch die deutsche AWZ in der Nordsee gehört zählen der Beifang in Stellnetzen aber auch in Schleppnetzen, Angriffe von Delphinen, Erschöpfung der Nahrungsressourcen, physiologische Effekte auf die Reproduktionsfähigkeit sowie infektiöse Erkrankungen, möglicherweise als Folge von Kontamination mit Schadstoffen. Die Untersuchung von 1692 Totfunden entlang der britischen Küste zwischen 1991 und 2010 hat ergeben, dass die Todesursache zu 23% der Fälle mit infektiösen Krankheiten zusammenhing, zu 19% mit Angriffen durch Delphine und zu 17% mit Beifang. Weitere 15% waren verhungert und 4% lebend gestrandet (Evans, 2020).

Hinweise von Kollisionen mit Schiffen gibt es für mindestens 21 Walarten (Evans, 2003, zitiert in Evans 2020). Allerdings ist die Gefährdung durch Kollisionen für große Walarten, wie u.a. der Finnwal oder der Buckelwal am größten (Evans, 2020). Eine Studie zu den Ursachen von Totfunden an den Küsten der Britischen Inseln hat ergeben, dass ca. 15% bis 20% der Bartenwale (Finnwal, Zwergwal) Verletzungen hatten, die aus Kollision mit Schiff entstanden seien könnten. Bei kleinen Walartigen dagegen, wie Schweinswal und Delphin nur 4% bis 6% wiesen ähnliche Verletzungen auf (Evans, Baines & Anderwald, 2011, zitiert in Evans, 2020).

Nach aktuellem Wissensstand sind Tötung oder Verletzung von einzelnen Tieren als Folge der im

Plan festgelegten Nutzungen durch den Eintrag von Impulsschall bei Rammarbeiten für die Gründung von Anlagen möglich.

Für marine Säuger und insbesondere für die streng geschützte Art Schweinswal wären Verletzungen oder sogar Tötungen durch Rammarbeiten zwecks Gründung der Fundamente von Offshore Windenergieanlagen, Umspannwerke oder sonstige Plattformen zu erwarten, wenn keine Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen getroffen würden.

Das BfN geht regelmäßig in seinen Stellungnahmen davon aus, dass nach derzeitigem Kenntnisstand bei Schweinswalen Verletzungen in Form eines temporären Hörverlustes auftreten, wenn Tiere einem Einzelereignis-Schalldruckpegel (SEL) von 164 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$  bzw. einem Spitzenpegel von 200 dB re 1  $\mu\text{Pa}$  ausgesetzt werden.

Nach Einschätzung des BfN ist mit ausreichender Sicherheit gewährleistet, dass bei Einhaltung der festgelegten Grenzwerte von 160 dB für den Schallereignispegel ( $\text{SEL}_{05}$ ) und von 190 dB für den Spitzenpegel in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle, bezogen auf den Schweinswal nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommen kann.

Dabei setzt das BfN voraus, dass mit geeigneten Mitteln wie z. B. Vergrämung und Soft-start-Procedure sichergestellt wird, dass sich innerhalb des 750 m Radius um die Rammstelle keine Schweinswale aufhalten.

Dieser Einschätzung schließt sich das BSH in der Fortschreibung des ROP auf Grundlage der vorhandenen Kenntnisse, insbesondere aus den Vollzugsverfahren der sich bereits in Betrieb befindlichen Anlagen, an. Im Plan werden Ziele und Grundsätze aufgeführt, die einen Rahmen für nachgelagerte Planungsebenen und Einzelzulassungsverfahren setzen. In den nachgelagerten Verfahren werden Vorgaben, Anordnungen und Maßgaben hinsichtlich der erforderlichen

Schallschutzmaßnahmen und sonstigen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen getroffen, mittels derer die Verwirklichung des Verbotstatbestandes ausgeschlossen bzw. die Intensität etwaiger Beeinträchtigungen herabgesetzt werden kann. Die Maßnahmen werden durch das vorgegebene Monitoring streng überwacht, um mit der erforderlichen Sicherheit zu gewährleisten, dass es nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt.

Die Fortschreibung des Plans enthält Grundsätze, nach denen der Eintrag von Schall in die Meeresumwelt bei der Errichtung von Anlagen entsprechend dem Stand der Wissenschaft und Technik vermieden und eine Gesamtkoordinierung der Errichtungsarbeiten von räumlich zusammenliegenden Anlagen erfolgen sollen. Es sollen Lärminderungsmaßnahmen zum Einsatz kommen. Auf dieser Grundlage kann das BSH im Rahmen der nachgeordneten Verfahren, dem Flächenentwicklungsplan, der Eignungsprüfung von Flächen und insbesondere im Rahmen der jeweiligen Einzelzulassungsverfahren sowie im Rahmen des Vollzugs geeignete Konkretisierungen in Bezug auf einzelne Arbeitsschritte, wie Vergrämungsmaßnahmen sowie einen langsamen Anstieg der Rammenergie, durch so genannte „soft-Start“-Verfahren anordnen. Durch Vergrämungsmaßnahmen und den „soft-start“ kann sichergestellt werden, dass sich in einem adäquaten Bereich um die Rammstelle, mindestens jedoch bis zu einer Entfernung von 750 m von der Baustelle keine Schweinswale oder andere Meeressäuger aufhalten.

Dem Vorsorgeprinzip folgend kann durch die genannten Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen eine Verwirklichung des Tötungsverbotstatbestandes ausgeschlossen werden. Durch den Einsatz von geeigneten Vergrämungsmaßnahmen wird sichergestellt, dass sich die Tiere außerhalb des Bereichs von 750 Metern um die Emissionsstelle befinden. Zudem ist durch den geforderten und

in dem Entwurf der Eignungsfeststellung vorgegebenen Grad der Schallminderung davon auszugehen, dass außerhalb des Bereiches, in dem wegen der durchzuführenden Vergrämungsmaßnahmen keine Schweinswale zu erwarten sind, keine tödlichen und auch keine langfristig beeinträchtigenden Schalleinträge wirken.

Nach dem Gesagten wird im Ergebnis mit hinreichender Sicherheit verhindert, dass es zu einer Erfüllung der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt.

Nach aktuellem Kenntnisstand werden zudem weder durch den Betrieb der Anlagen noch durch die Verlegung und den Betrieb der parkinternen Verkabelung erhebliche negative Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein, die den Tötungs- und Verletzungstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG erfüllen.

Seit 2017 wird das Fauna Guard System als Vergrämungsmaßnahme in allen Bauvorhaben in der deutschen AWZ der Ostsee angeordnet. Der Einsatz des Fauna Guard Systems wird von strengen Überwachungsmaßnahmen mit soweit guten Ergebnissen begleitet. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens werden aktuell die Auswirkungen des Fauna Guard Systems systematisch analysiert und – wenn erforderlich – die Anwendung des Systems für zukünftige Bauvorhaben optimiert werden (FaunaGuard Studie, 2020, in Vorbereitung).

Zur Vermeidung von kumulativen Auswirkungen werden im Rahmen von nachgeordneten Planfeststellungsverfahren und des Vollzugs Verbote ausgesprochen, die sicherstellen, dass keine Tiere verletzt oder getötet werden durch mehrere zur gleichen Zeit wirkenden Quellen von Impulsschalleinträgen. So sind u.a. keine Rammarbeiten gestattet während der Sprengung von nicht transportfähiger Munition.

Im Ergebnis wird durch die in der Fortschreibung des Plans festgelegten Grundsätzen und Zielen

sowie durch die im Rahmen von nachgeordneten Verfahren, insbesondere der Zulassungsverfahren für einzelne Projekte angeordneten Maßnahmen mit hinreichender Sicherheit verhindert, dass es zu einer Verwirklichung der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt.

Nach aktuellem Kenntnisstand werden zudem weder durch den Betrieb der Anlagen noch durch die Verlegung und den Betrieb der parkinternen Verkabelung noch durch die Verlegung und den Betrieb der Netzanbindung erhebliche negative Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein, die den Tötungs- und Verletzungstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG erfüllen.

### 5.2.2 § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist es zudem verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten erheblich zu stören, wobei eine erhebliche Störung vorliegt, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Eine lokale Population umfasst diejenigen (Teil-)Habitate und Aktivitätsbereiche der Individuen einer Art, die in einem für die Lebens(-raum)ansprüche der Art ausreichenden räumlich-funktionalen Zusammenhang stehen. Eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes ist insbesondere dann anzunehmen, wenn die Überlebenschancen, der Bruterfolg oder die Reproduktionsfähigkeit vermindert werden, wobei dies artspezifisch für den jeweiligen Einzelfall untersucht und beurteilt werden muss (vgl. Gesetzesbegründung zur BNatSchG Novelle 2007, BT-Drs. 11).

Bei dem Schweinswal handelt es sich um eine gemäß Anhang IV der FFH-RL und damit i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 i.V.m. § 7 Abs. 1 Nr. 14 BNatSchG streng geschützte Art, so dass auch

diesbezüglich eine artenschutzrechtliche Prüfung zu erfolgen hat.

Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG bezieht sich auf populationsrelevante Störungen der lokalen Population, deren Vorkommen in der deutschen AWZ der Ostsee unterschiedlich ausgeprägt ist.

Das BfN prüft in seinen Stellungnahmen im Rahmen von Planfeststellungs- und Vollzugsverfahren regelmäßig das Vorliegen einer artenschutzrechtlichen Störung i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG. Es kommt zu dem Ergebnis, dass das Eintreten einer erheblichen Störung durch den baubedingten Unterwasserschall bezogen auf das Schutzgut Schweinswal vermieden werden kann, sofern der Schallereignispegel von 160 dB bzw. der Spitzenpegel von 190 dB jeweils in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle nicht überschritten wird und ausreichend Ausweichflächen in der deutschen Nordsee zur Verfügung stehen. Letzteres sei nach Forderung des BfN durch zeitliche Koordinierung von schallintensiven Tätigkeiten verschiedener Vorhabensträger mit dem Ziel, dass nicht mehr als 10 % der Fläche der deutschen AWZ der Nordsee von störungsauslösendem Schall betroffen sind, zu gewährleisten (BMU 2013).

### Baubedingte Auswirkungen der Windenergiegewinnung

Von dem Vorliegen einer erheblichen Störung der Schweinswale i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist durch die temporäre Durchführung der Rammarbeiten nicht auszugehen.

Nach aktuellem Wissenstand ist nicht davon auszugehen, dass Störungen, welche durch schallintensive Baumaßnahmen auftreten können und unter der Voraussetzung der Durchführung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, den Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtern würden.

Durch ein effektives Schallschutzmanagement, insbesondere durch die Anwendung von geeigneten Schallminderungssystemen im Sinne der



Grundsätze und Ziele in der Fortschreibung des Plans sowie späterer Anordnungen im Einzelzulassungsverfahren des BSH und unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem Schallschutzkonzept des BMU (2013) sind negative Auswirkungen der Rammarbeiten auf die Schweinswale nicht zu erwarten.

Die Planfeststellungsbeschlüsse des BSH werden konkretisierende Anordnungen, die ein effektives Schallschutzmanagement durch geeignete Maßnahmen gewährleisten, enthalten. Dem Schutz der stark gefährdeten Population des Schweinswals der zentralen Ostsee wird stets höchste Stellenwert eingeräumt.

Dem Prinzip der Vorsorge folgend werden Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Auswirkungen von Lärm während der Errichtung nach dem Stand der Wissenschaft und Technik festgelegt. Die Vorgaben in den nachgeordneten Verfahren und insbesondere die in den Planfeststellungsbeschlüssen angeordneten Maßnahmen zur Gewährleistung der Anforderungen des Artenschutzes werden im Laufe des Vollzugs mit dem BfN abgestimmt und ggf. angepasst. Folgende schallmindernde und umweltschützende Maßnahmen werden regelmäßig im Rahmen der Planfeststellungsverfahren angeordnet:

- Erstellung einer Schallprognose unter Berücksichtigung der standort- und anlagen-spezifischen Eigenschaften (Basic Design) vor Baubeginn,
- Auswahl des nach dem Stand der Technik und den vorgefundenen Gegebenheiten schallärmsten Errichtungsverfahrens,
- Erstellung eines konkretisierten, auf die gewählten Gründungsstrukturen und Errichtungsprozesse abgestimmten Schallschutzkonzeptes zur Durchführung der Rammarbeiten grundsätzlich zwei Jahre vor Baubeginn, jedenfalls vor dem Abschluss von Verträgen bezüglich der schallbetreffenden Komponenten,

- Einsatz von schallmindernden begleitenden Maßnahmen, einzelne oder in Kombination, pfahlfernen (Blasenschleiersystem) und wenn erforderlich auch Pfahlnahen Schallminderungssystemen nach dem Stand der Wissenschaft und Technik,
- Berücksichtigung der Eigenschaften des Hammers und der Möglichkeiten der Steuerung des Rammprozesses in dem Schallschutzkonzept,
- Konzept zur Vergrämung der Tiere aus dem Gefährdungsbereich (mindestens im Umkreis von 750 m Radius um die Rammstelle),
- Konzept zur Überprüfung der Effizienz der Vergrämungs- und der schallmindernden Maßnahmen,
- betriebsschallmindernde Anlagenkonstruktion nach Stand der Technik.

Wie oben bereits dargestellt, sind Vergrämungsmaßnahmen und ein „soft-start“ Verfahren anzuwenden, um sicherzustellen, dass Tiere, die sich im Nahbereich der Rammarbeiten aufhalten, Gelegenheit finden, sich zu entfernen bzw. rechtzeitig auszuweichen.

Auch eine zur Vermeidung des Tötungsrisikos nach § 44 Abs.1 Nr. 1 BNatSchG angeordnete Maßnahme, wie die Vergrämung einer Art kann grundsätzlich den Tatbestand des Störungsverbots erfüllen, wenn sie während der geschützten Zeiten stattfindet und erheblich ist (BVerwG, Ur. v. 27.11.2018 – 9 A 8/17, zitiert nach juris).

Zur Vergrämung wurde bis 2016 in Bauvorhaben in der deutschen Ostsee eine Kombination aus Pingern als Vorwarnsystem, gefolgt von dem Einsatz des so genannten Seal Scarers als Warnsystem eingesetzt. Sämtliche Ergebnisse aus der Überwachung mittels akustischer Erfassung des Schweinswals in der Umgebung von Offshore Baustellen mit Rammarbeiten haben bestätigt, dass der Einsatz der Vergrämung stets effektiv war. Die Tiere haben den Gefährdungs-

bereich der jeweiligen Baustelle verlassen. Allerdings geht die Vergrämung mittels Seal Scarer mit einem großen Habitatverlust einher, hervorgerufen durch die Fluchtreaktionen der Tiere und stellt daher eine Störung dar (BRANDT et al., 2013, DÄHNE et al., 2017, DIEDERICHS et al., 2019).

Um diesem Umstand vorzubeugen wird seit 2017 in Bauvorhaben in der deutschen AWZ der Ostsee und seit 2018 auch in der AWZ der Nordsee ein neues System für die Vergrämung von Tieren aus dem Gefährdungsbereich der Baustellen, das so genannte Fauna Guard System eingesetzt. Die Entwicklung von neuen Vergrämungssystemen, wie dem Fauna Guard System eröffnet erstmalig die Möglichkeit, die Vergrämung des Schweinwals und der Robben, so anzupassen, dass die Verwirklichung des Tötungs- und Verwirklichungstatbestandes i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann ohne zu einer zeitgleichen Verwirklichung des Störungstatbestandes i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG zu kommen.

Der Einsatz des Fauna Guard Systems wird dabei von Überwachungsmaßnahmen begleitet. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens werden die Auswirkungen des Fauna Guard Systems systematisch analysiert. Wenn erforderlich werden Anpassungen bei der Anwendung des Systems in zukünftigen Bauvorhaben umzusetzen sein (FaunaGuard Studie, in Vorbereitung).

Die Auswahl von schallmindernden Maßnahmen durch die späteren Träger der einzelnen Vorhaben muss sich am Stand der Wissenschaft und Technik und an bereits im Rahmen anderer Offshore-Vorhaben gesammelten Erfahrungen orientieren. Erkenntnisse aus der Praxis zur Anwendung von technischen schallminimierenden Systemen sowie aus den Erfahrungen mit der Steuerung des Rammprozesses in Zusammenhang mit den Eigenschaften des Impulshammers wurden insbesondere bei den Gründungsarbeiten aus Vorhaben in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee, wie „Butendiek“, „Borkum

Riffgrund I“, „Sandbank“, Gode Wind 01/02“, „NordseeOne“, „Veja Mate“, „Merkur Offshore“, „EnBWHoheSee“ und insbesondere „Arkona Becken Südost“, gewonnen. Eine vorhabensübergreifende Auswertung und Darstellung der Ergebnisse aus allen bisher in deutschen Vorhaben eingesetzten technischen Schallminderungsmaßnahmen liefert eine aktuelle Studie im Auftrag des BMU (BELLMANN, 2020).

Die Ergebnisse aus dem sehr umfangreichen Monitoring der Bauphase von 20 Windparks haben bestätigt, dass die Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Störungen des Schweinwals durch Rammschall effektiv umgesetzt werden und die Vorgaben aus dem Schallschutzkonzept des BMU (2013) verlässlich eingehalten werden. Der aktuelle Kenntnisstand berücksichtigt dabei Baustellen in Wassertiefen von 22 m bis 41 m, in Böden mit homogenen sandigen bis hin zu heterogenen und schwer zu durchdringenden Profilen und Pfähle mit Durchmessern bis zu 8,1 m. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Industrie in den verschiedenen Verfahren Lösungen gefunden hat, um Installationsprozesse und Schallschutz effektiv in Einklang zu bringen.

Nach aktuellem Kenntnisstand und aufgrund der bisherigen Entwicklung des technischen Schallschutzes ist davon auszugehen, dass von den Gründungsarbeiten innerhalb der Gebiete des Plans auch unter der Annahme des Einsatzes von Pfählen mit einem Durchmesser von mehr als 10 m erhebliche Störungen für den Schweinwal ausgeschlossen werden können.

Darüber hinaus werden in den nachgelagerten-Zulassungsverfahren des BSH konkretisierende Monitoringmaßnahmen und Schallmessungen angeordnet werden, um auf Grundlage der konkreten Projektparameter ein mögliches Gefährdungspotential vor Ort zu erfassen und ggf. Optimierungsmaßnahmen einzuleiten.

Neue Erkenntnisse bestätigen, dass die Reduzierung des Schalleintrags durch den Einsatz

von technischen Schallminderungssystemen Störungseffekte auf Schweinswale eindeutig reduziert. Die Minimierung von Effekten betrifft dabei sowohl die räumliche als auch die zeitliche Ausdehnung von Störungen (DÄHNE et al., 2017, BRANDT et al. 2016, DIEDERICHS et al., 2019).

Zur Vermeidung von kumulativen Auswirkungen, durch parallele Rammarbeiten an verschiedenen Vorhaben wird im Rahmen von nachgeordneten Planfeststellungsverfahren und des Vollzugs eine zeitliche Koordinierung von Rammarbeiten angeordnet. In Anlehnung an das Schallschutzkonzept des BMU (2013) für die Nordsee wird außerdem der Flächenansatz mit dem Ziel stets ausreichend hochwertige Ausweichhabitate für den Bestand des Schweinswals in der deutschen AWZ der Ostsee frei von störungsauslösenden Schalleinträgen zu halten verfolgt.

Kumulative Auswirkungen auf marine Säuger, insbesondere Schweinswale, können vor allem durch die Lärmbelastung während der Installation von Fundamenten mittels Impulsrammung auftreten. So können marine Säuger dadurch erheblich beeinträchtigt werden, wenn an verschiedenen Standorten innerhalb der AWZ gleichzeitig gerammt wird, ohne dass gleichwertige Ausweichhabitate zur Verfügung stehen.

Die bisherige Realisierung von Offshore-Windparks und Plattformen erfolgte relativ langsam und schrittweise. In dem Zeitraum von 2013 bis einschließlich 2017, wurden Rammarbeiten in drei Windparks in der deutschen AWZ der Ostsee durchgeführt. Seit 2013 erfolgen alle Rammarbeiten unter dem Einsatz von technischen Schallminderungsmaßnahmen. Seit 2014 werden die Lärmschutzwerte durch den erfolgreichen Einsatz von Schallminderungssystemen verlässlich eingehalten und sogar unterschritten werden (Bellmann, 2020 in Vorbereitung).

Durch die geringe Anzahl von Bauprojekten in der Ostsee kam es nicht zu Überlappung von schallintensiven Arbeiten.

Die Auswertung der Schallergebnisse im Hinblick auf die Schallausbreitung und die möglicherweise daraus resultierende Kumulation hat gezeigt, dass die Ausbreitung des impulshaften Schalls bei Anwendung von effektiven schallmindernden Maßnahmen stark eingeschränkt wird (DÄHNE et al., 2017).

Aktuelle Erkenntnisse über mögliche kumulative Effekte des Rammschalls auf das Vorkommen des Schweinswals in der deutschen AWZ der Nordsee liefern zwei Studien aus 2016 und 2019 im Auftrag des Bundesverbands für Offshore Windenergie (BWO). Im Rahmen der zwei Studien wurden die umfangreichen Daten aus der Überwachung der Bauphasen von Offshore Windparks mittels akustischer und visueller/digitaler Erfassung des Schweinswals vorhabensübergreifend ausgewertet und bewertet (Brandt et al., 2016, Brandt et al., 2018, Diederichs et al., 2019). Die Effekte wurden in beiden Studien anhand der Reichweite und der Dauer der Vertreibung der Schweinswale aus der Umgebung von Rammstellen bevor, während und nach Rammarbeiten bewertet.

Die Studie vom 2019, die sich mit der Bewertung der Daten aus dem Zeitraum 2014 bis einschließlich 2018 befasst kommt zum Ergebnis, dass der seit 2014 optimierte Einsatz der technischen Schallminderungsmaßnahmen und die dadurch verlässliche Einhaltung des Grenzwertes zu keiner weiteren Verminderung der Vertreibungseffekte auf Schweinswale verglichen mit der Phase von 2011 bis 2013 mit noch nicht optimierten Schallminderungssystemen geführt hat. Der in beiden Studien festgestellte Vertreibungsradius beträgt ca. 7,5 km und bestätigt somit die Annahmen aus dem Schallschutzkonzept des BMU (2013) für die Nordsee. Die neueste Studie hat allerdings auch gezeigt, dass bereits ab einem Schallwert von 165 dB (SEL<sub>05</sub> re 1µPa<sup>2</sup> s in 750 m Entfernung) keine Verringerung der Vertreibungseffekte festgestellt werden konnte (Diederichs et al., 2019). Die Autoren der Studie stel-

len zwecks Interpretation der Ergebnisse verschiedene Hypothesen auf, die sich u.a. psychoakustische Reaktionen der Tiere, Unterschiede der Nahrungsverfügbarkeit, Effekte der Vergrämung mittels SealScarer sowie der Aktivität der jeweiligen Baustelle aber auch Unterschiede in der Datenqualität berücksichtigen. In der Studie wurden auch Daten aus der Errichtung eines Windparks in der AWZ eines benachbarten Staates ohne den Einsatz von Schallminderungsmaßnahmen bewertet. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Vertreibung und somit auch die Störung in Baustellen mit Einsatz von Schallminderungssystemen deutlich geringer ausfällt als in Baustellen ohne Schallminderung (Diederichs et al. 2019).

Nach aktuellem Wissensstand sind bei Rammarbeiten Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, wie bereits beschrieben erforderlich, um eine erhebliche Störung der lokalen Population des Schweinswals mit Sicherheit auszuschließen.

Im Ergebnis sind unter Anwendung der genannten strengen Schallschutz- und Schallminderungsmaßnahmen im Sinne der Grundsätze und Ziele des Plans und den Anordnungen in den Planfeststellungsbeschlüssen unter Einhaltung des Grenzwertes von 160 dB SEL<sub>5</sub> in 750 m Entfernung erhebliche Störungen i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG nicht zu besorgen. Ferner wird die vom BfN angeführte Forderung, schallintensive Bauphasen verschiedener Vorhabensträger in der deutschen AWZ der Nordsee nach der Forderung des BfN zeitlich zu koordinieren, angeordnet.

#### Betriebsbedingte Auswirkungen der Windenergiegewinnung

Von dem Vorliegen einer Störung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist nach aktuellem Kenntnisstand auch nicht durch den Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen auszugehen. Betriebsbedingt sind nach heutigem Kenntnisstand bei der regelmäßigen konstruktiven Ausführung

der Anlagen keine negativen Langzeiteffekte durch Schallemissionen der Turbinen für Schweinswale zu erwarten. Etwaige Auswirkungen sind auf die direkte Umgebung der Anlage beschränkt und von der Schallausbreitung im konkreten Gebiet sowie nicht zuletzt von der Anwesenheit anderer Schallquellen und Hintergrundgeräusche, wie z. B. Schiffsverkehr abhängig (MADSEN et al. 2006). Dies wird durch Erkenntnisse aus experimentellen Arbeiten zur Wahrnehmung von niederfrequenten akustischen Signalen durch Schweinswale mit Hilfe von simulierten Betriebsgeräuschen von Offshore-Windenergieanlagen (LUCKE et al. 2007b) bestätigt: Bei simulierten Betriebsgeräuschen von 128 dB re 1 µPa in Frequenzen von 0,7, 1,0 und 2,0 kHz wurden Maskierungseffekte registriert. Dagegen wurden keine signifikanten Maskierungseffekte bei Betriebsgeräuschen von 115 dB re 1 µPa festgestellt. Die ersten Ergebnisse deuten damit darauf hin, dass Maskierungseffekte durch Betriebsgeräusche nur in unmittelbarer Umgebung der jeweiligen Anlage zu erwarten sind, wobei die Intensität wiederum vom Anlagentyp abhängig ist.

Standardisierte Messungen in der Betriebsphase von Offshore Windparks in der deutschen AWZ der Nordsee haben bestätigt, dass sich der Unterwasserschall außerhalb der Windparkflächen aus akustischer Sicht nicht eindeutig von dem permanent vorliegenden Hintergrundschall abhebt. In einem Abstand von 100 m zur jeweiligen Windenergieanlage sind lediglich tieffrequente Geräusche messbar. Mit zunehmendem Abstand zur Anlage heben sich allerdings die Geräusche der Anlage nur unwesentlich vom Umgebungsschall ab. Bereits in 1 km Entfernung zum Windpark werden stets höhere Schallpegel als in der Mitte des Windparks gemessen. Die Untersuchungen haben eindeutig gezeigt, dass sich der von den Anlagen emittierte Unterwasserschall bereits in geringen Entfernungen nicht eindeutig von anderen Schallquellen, wie Wellen oder Schiffsgeräuschen, identifiziert wer-

den kann. Auch der windparkgebundene Schiffsverkehr konnte kaum von dem allgemeinen Umgebungsschall, der durch diverse Schallquellen, wie u.a. der sonstige Schiffsverkehr, Wind und Wellen, Regen und andere Nutzungen eingetragen wird differenziert werden (MATUSCHEK et al. 2018). Ergebnisse aus aktuellen Untersuchungen des Unterwasserschalls in der Betriebsphase von Offshore Windparks sind im Kapitel 3.2.3 detailliert dargestellt.

Ergebnisse einer Studie über die Habitatnutzung von Offshore-Windparks durch Schweinswale im Betrieb aus dem niederländischen Offshore-Windpark „Egmont aan Zee“ bestätigen diese Annahme. Mit Hilfe der akustischen Erfassung wurde die Nutzung der Fläche des Windparks bzw. von zwei Referenzflächen durch Schweinswale vor der Errichtung der Anlagen (Basisaufnahme) und in zwei aufeinander folgenden Jahren der Betriebsphase betrachtet. Die Ergebnisse der Studie bestätigen eine ausgeprägte und statistisch signifikante Zunahme der akustischen Aktivität im inneren Bereich des Windparks in der Betriebsphase im Vergleich zu der Aktivität bzw. Nutzung während der Basisaufnahme (SCHEIDAT et al. 2011). Die Steigerung der Schweinswalaktivität innerhalb des Windparks während des Betriebs übertraf die Zunahme der Aktivität in beiden Referenzflächen signifikant. Die Zunahme der Nutzung der Fläche des Windparks war signifikant unabhängig von der Saisonalität und der interannuellen Variabilität. Die Autoren der Studie sehen hier einen direkten Zusammenhang zwischen der Präsenz der Anlagen und der gestiegenen Nutzung durch Schweinswale. Die Ursachen vermuten sie in Faktoren wie einer Anreicherung des Nahrungsangebots durch einen sogenannten „Reef-Effekt“ oder einer Beruhigung der Fläche durch das Fehlen der Fischerei und der Schifffahrt oder möglicherweise einer positiven Kombination dieser Faktoren.

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen in der Betriebsphase des Vorhabens „alpha ventus“ in

der AWZ Nordsee weisen ebenfalls auf eine Rückkehr zu Verteilungsmustern und Abundanzen des Schweinwalsvorkommens hin, die vergleichbar sind – und teilweise höher - mit jenen aus der Basisaufnahme von 2008.

Die Ergebnisse aus der Überwachung der Betriebsphase von Offshore Windparks in der AWZ haben bisher keine eindeutigen Ergebnisse geliefert. Die Untersuchung gemäß dem StUK4 mittels flugzeugbasierter Erfassung ergaben bisher weniger Sichtungen von Schweinswalen innerhalb der Windparkflächen als außerhalb. Die akustische Erfassung der Habitatnutzung mittels spezieller Unterwassermessgeräte, die so genannten CPODs zeigt aber, dass Schweinswale die Windparkflächen nutzen (Butendiek 2017, Nördlich Helgoland, 2019, Krumpel et al., 2017, 2018, 2019). Die beiden Methoden – die visuelle/digitale Erfassung vom Flugzeug aus und die akustische Erfassung sind komplementär, d.h. die Ergebnisse aus beiden Methoden sind heranzuziehen, um mögliche Effekte zu identifizieren und zu bewerten. Die gemeinsame Auswertung der Daten, die Entwicklung von geeigneten Bewertungskriterien und die Beschreibung der biologischen Relevanz soll Gegenstand eines Forschungsprogramms werden.

Um mit ausreichender Sicherheit zu gewährleisten, dass es nicht zur Verwirklichung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG kommt, werden vor diesem Hintergrund eine betriebsschallmindernde Anlagenkonstruktion nach dem Stand der Technik im Sinne der entsprechenden Vorgabe der nachgeordneten Eignungsfeststellung sowie der Anordnungen in Einzelplanfeststellungsbeschlüssen eingesetzt werden.

Ein geeignetes Monitoring wird für die Betriebsphase der Einzelvorhaben in den Gebieten des Plans ebenfalls angeordnet, um etwaige standort- und projektspezifischen Auswirkungen erfassen und einschätzen zu können.

Im Ergebnis sind die angeordneten Schutzmaßnahmen ausreichend, um in Bezug auf Schweinswale sicherzustellen, dass durch den Betrieb der Anlagen in den Gebieten des Plans auch der Verbotstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG nicht erfüllt wird.

#### Kumulative Betrachtung

Im Kapitel 4.10.3 wurden kumulative Effekte durch die Windenergiegewinnung auf See auf den Schweinswal dargestellt und gleichzeitig Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen beschrieben. Allerdings ist der Schweinswal den Auswirkungen verschiedener anthropogener Nutzungen sowie natürlicher und klimabedingter Veränderungen ausgesetzt. Eine Differenzierung oder sogar Gewichtung des Anteils der Auswirkungen durch eine einzelne Nutzung auf den Zustand der Population ist dabei wissenschaftlich kaum möglich.

Die Raumordnung bzw. die Festlegungen des Plans einschließlich der Grundsätze und Ziele gehören zu den zentralen Instrumenten, um kumulative Auswirkungen auf die Population des Schweinswals durch Entzerrung von räumlichen Konflikten unter den Nutzungen sowie durch Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für den Naturschutz zu mindern oder gar zu vermeiden.

Die Festlegung von Vorranggebieten Windenergie ausschließlich außerhalb von Naturschutzgebieten stellt dabei eine Maßnahme dar, um den Schutz des Schweinswals in der deutschen AWZ zu gewährleisten. Zudem ebnet die Raumordnung den Weg für nachgelagerte Planungsebenen und Verfahren. Die Grundsätze des Plans bilden schließlich das Rückgrat für die Vorgaben in den nachgeordneten Verfahren und für die Anordnungen zum Schutz des Schweinswals im Rahmen von einzelnen Zulassungsverfahren.

Die Planfeststellungsbeschlüsse des BSH beinhaltet darüber hinaus durch den verfolgten Habi-

tatsatz eine Reihe von Vorgaben, die eine effektive Vermeidung- und Verminderung von kumulativen Auswirkungen durch Rammschall insbesondere auf die stark gefährdete Population des Schweinswals der zentralen Ostsee bzw. auf die Bestände in den Naturschutzgebieten gewährleisten. In der Zeit vom 01.11. bis zum 31.03. sind bei allen Bauvorhaben in den Gebieten EO1 und EO2 keine schallintensiven Arbeiten ohne vollumfänglichen Schallschutz gestattet, wie z.B. Referenz- und Testmessungen zur Weiterentwicklung und Optimierung von technischen Schallminderungssystemen.

Im Ergebnis ist in Bezug auf den Schweinswal festzustellen, dass durch die Realisierung des Plans die Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG auch im Hinblick auf kumulative Auswirkungen nicht erfüllt werden.

#### Andere marine Säuger

Neben dem Schweinswal gelten gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 13 lit c BNatSchG Tierarten als besonders geschützt, die als solche in einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 1 aufgeführt sind. In der auf Grundlage des § 54 Abs.1 Nr.1 BNatSchG erlassenen BArtSchV sind als besonders geschützt die heimischen Säugetiere aufgeführt, die damit auch unter die artenschutzrechtlichen Bestimmungen des § 44 Abs.1 Nr.1 BNatSchG fallen. Grundsätzlich gelten die für Schweinswale ausführlich aufgeführten Erwägungen zur Schallbelastung durch Bau- und Betriebsaktivitäten von Offshore-Windenergieanlagen in den Gebieten EO1 bis EO3 und ihrer Umgebung vorkommenden marinen Säugetiere. Jedoch variieren unter marinen Säugetieren artspezifisch die Hörschwellen, Empfindlichkeit und Verhaltensreaktionen erheblich. Die Unterschiede bei der Wahrnehmung und Auswertung von Schalleignissen unter marinen Säugetieren beruhen auf zwei Komponenten: Zum einen sind die sensorischen Systeme morphoanatomisch wie funktionell artspezifisch verschieden. Dadurch hören und reagieren marine Säugetierarten auf Schall unterschiedlich. Zum anderen sind sowohl

Wahrnehmung als auch Reaktionsverhalten vom jeweiligen Habitat abhängig (KETTEN 2004).

Die Gebiete des Plans haben für Seehunde und Kegelrobben eine geringe bis mittlere Bedeutung.

Seehunde gelten Schallaktivitäten gegenüber im Allgemeinen als tolerant, insbesondere im Falle eines ausgiebigen Nahrungsangebots. Allerdings wurden durch telemetrische Untersuchungen Fluchtreaktionen während seismischer Aktivitäten festgestellt (RICHARDSON 2004). Allen bisherigen Erkenntnissen zufolge können Seehunde Rammgeräusche noch in weiter Entfernung von mehr als 100 km wahrnehmen. Betriebsgeräusche von 1,5 – 2 MW-Windenergieanlagen können von Seehunden noch in 5 bis 10 km Entfernung wahrgenommen werden (LUCKE K., J. SUNDERMEYER & U. SIEBERT, 2006, MINOSplus Status Seminar, Stralsund, Sept. 2006, Präsentation).

Insgesamt ist wegen der großen Entfernungen zu Wurf- und Liegeplätzen sowie durch die vorgegebenen Maßnahmen davon auszugehen, dass die Vorgaben des Artenschutzes eingehalten werden können.

Im Hinblick auf den Seehund und die Kegelrobbe gelten die bereits für den Schweinswal aufgeführte Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen.

Im Ergebnis ist in Bezug auf seehund- und Kegelrobbe festzustellen, dass durch die Realisierung des Plans die Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG auch im Hinblick auf andere marine Säuger nicht erfüllt werden.

### 5.3 Avifauna (See- und Rastvögel sowie Zugvögel)

Der Plan ist anhand artenschutzrechtlicher Vorgaben gemäß § 44 Abs.1 BNatSchG für die Avifauna (Rast- und Zugvögel) zu bewerten.

In den Gebieten des Plans kommen geschützte Vogelarten nach Anhang I der Vogelschutzrichtlinie (insbesondere Sterntaucher, Prachtaucher, Zwergmöwe und Ohrentaucher) und regelmäßig auftretende Zugvogelarten (Eisente, Trauerente, Samtente, Trottellumme und Tordalk), die auch als rastende Arten auftreten, in unterschiedlichen Dichten vor. Vor diesem Hintergrund ist die Vereinbarkeit der Planungen mit § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot) sowie § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot) zu prüfen und sicherzustellen.

Die einzelnen Gebiete für Offshore-Windenergie in der AWZ der Ostsee haben eine unterschiedliche Bedeutung für See- und Rastvögel. Insgesamt ist für das Gebiet EO1 von einer mittleren Bedeutung für Seevögel auszugehen. Das Gebiet berührt südlich bzw. südöstlich Randbereiche der ausgedehnten Rasthabitate der Pommerschen Bucht und des Adlergrundes. Insgesamt weist das Gebiet ein mittleres Seevogelvorkommen und ein mittleres Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Die Gebiete EO2 und EO3 haben nach bisheriger Kenntnislage eine geringe Bedeutung als Nahrungs- und Rasthabitat für Seevögel. Beide Gebiete weisen ein geringes Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Sie gehören nicht zu den Hauptrast-, Nahrungs- und Überwinterungshabitaten von Arten des Anhangs I der V-RL.

Zudem hat die AWZ eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung für den Vogelzug. Es ziehen alljährlich bis zu einer Milliarde Vögel über die Ostsee. Für Meerestenten und Gänse aus Nordeuropa und Russland (bis Westsibirien) ist die Ostsee ein wichtiges Durchzugsgebiet, wobei ein Großteil des Zuges im Herbst in Ost-West-Richtung in Küstennähe erfolgt. Thermiksegler (und andere tagziehende Landvögel wie z. B. Ringeltauben) ziehen vorzugsweise entlang der „Vogelfluglinie“ (Inseln Fehmarn, Falster, Møn und Seeland, Falsterbo). Östlich dieser Hauptroute ziehen diese Vögel in

wesentlich geringerer Dichte. Für den Kranichzug hat die westliche Ostsee eine überdurchschnittliche Bedeutung, da der Großteil der biographischen Population auf ihrem Weg in den Süden die Ostsee zwangsläufig überqueren muss. Zusätzlich wird die westliche Ostsee von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) in teilweise hohen Intensitäten überflogen.

Unter den im Plan festgelegten Nutzungen stellt die Windenergiegewinnung, auch im Hinblick auf mögliche Auswirkungen auf Seevögel die intensivste Nutzung dar. Zugleich ist die Windenergiegewinnung die einzige Nutzung, die im Rahmen von nachgeordneten Verfahren durch das BSH gesteuert wird. In den letzten Jahren wurde dabei durch die Überwachung der Betriebsphase von Offshore Windparks in der deutschen AWZ der Wissenstand in Zusammenhang mit artenschutzrechtlich relevanten Auswirkungen erweitert.

### 5.3.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist es verboten, wild lebende Tiere der besonders geschützten Arten zu jagen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten. Zu den besonders geschützten Arten gehören die europäischen Vogelarten, damit Arten des Anhangs I der V-RL, Arten, deren Habitate und Lebensräume in den Naturschutzgebieten geschützt werden sowie charakteristische Arten und regelmäßig auftretende Zugvogelarten. Dementsprechend ist grundsätzlich eine Verletzung oder Tötung von Vögeln in Folge von Kollisionen mit Windenergieanlagen auszuschließen. Dabei ist das Kollisionsrisiko von dem Verhalten der einzelnen Tiere abhängig und steht in einem direkten Zusammenhang mit der jeweils betroffenen Art und den anzutreffenden Umweltbedingungen. So ist z. B. eine Kollision von Seetauchern auf Grund ihres ausgeprägten

Meideverhaltens gegenüber vertikalen Hindernissen nicht zu erwarten (GARTHE et al. 2018, Mendel et al. 2019, BIOCONSULT SH et al. 2020).

Wie bereits dargestellt, liegt gemäß § 44 Abs. 5 S. 2 Nr. 1 BNatSchG ein Verstoß gegen das Tötungs- und Verletzungsverbot nicht vor, „wenn die Beeinträchtigung durch den Eingriff oder das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen Arten nicht signifikant erhöht und diese Beeinträchtigung bei Anwendung der gebotenen, fachlich anerkannten Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann“. Diese Ausnahme wurde auf Grundlage entsprechender höchstrichterlicher Rechtsprechung in das BNatSchG aufgenommen, da bei der Planung und Zulassung von öffentlichen Infrastruktur- und privaten Bauvorhaben regelmäßig davon auszugehen ist, dass es zu unvermeidbaren betriebsbedingten Tötungen oder Verletzungen einzelner Individuen (z. B. durch Kollision von Vögeln mit Windenergieanlagen) kommen kann, die als Verwirklichung sozialadäquater Risiken jedoch nicht unter den Verbotsstatbestand fallen sollen (BT-Drs. 16/5100, S. 11 und 16/12274, S. 70 f.). Eine Zurechnung erfolgt nur dann, wenn sich das Risiko eines Erfolgeintritts durch das Vorhaben aufgrund besonderer Umstände, etwa der Konstruktion der Anlagen, der topographischen Verhältnisse oder der Biologie der Arten, signifikant erhöht. Dabei sind Maßnahmen zur Risikovermeidung und -verminderung in die Beurteilung einzubeziehen (vgl. LÜTKES/EWER/HEUGEL, § 44 BNATSchG, RN. 8, 2011; BVERWG, URTEIL VOM 12. MÄRZ 2008; AZ. 9 A3.06; BVERWG, URTEIL VOM 09. Juli 2008, Az. 9 A14.07; FRENZ/MÜGGENBORG/LAU, § 44 BNATSchG, RN. 14, 2011).

Das BfN führt in seinen Stellungnahmen regelmäßig aus, dass die Änderungen technischer Größenparameter der Windenergieanlagen in aktuellen Offshore-Windparkvorhaben im Vergleich zu der Realisierung aus den Jahren 2011 bis 2014 grundsätzlich eine Vergrößerung verti-



kaler Hindernisse im Luftraum bewirken. Allerdings könne durch die gleichzeitige Verringerung der Anlagenzahl nach derzeitigem Kenntnisstand ein erhöhtes Vogelschlagrisiko nicht quantifiziert werden. Zwar sind kollisionsbedingte Einzelverluste durch die Errichtung einer ortsfesten Anlage in bisher hindernisfreien Räumen nicht gänzlich auszuschließen. Die angeordneten Maßnahmen, wie Minimierung der Lichtemissionen, sorgen aber dafür, dass eine Kollision mit den Offshore-Windenergieanlagen soweit als möglich vermieden oder dieses Risiko zumindest minimiert wird. Zudem wird ein Effektmonitoring in der Betriebsphase durchgeführt, um die jetzige naturschutzfachliche Einschätzung zu dem von den Anlagen tatsächlich ausgehenden Vogelschlagrisiko zu verifizieren und ggf. nachsteuern zu können.

Nach bisherigen Erkenntnissen besteht auf Basis des Flugverhaltens und der Flughöhenverteilung ein erhöhtes Gefährdungspotenzial für Kraniche mit Windenergieanlagen zu kollidieren. Im Rahmen zurückliegender Vogelzugbeobachtungen in der Umgebung der Fläche O-1.3 wurden insbesondere unter Seitenwindbedingungen aus westlicher Richtung Kraniche in höherer Anzahl beobachtet (BioConsult SH 2019, IfAÖ et al. 2020). Für die Eignungsprüfung der Fläche O-1.3 wurde unter Berücksichtigung der vorliegenden Erkenntnisse eine Vorgabe in § 43 des Entwurfs der Eignungsfeststellung zum Schutz des Kranichs aufgenommen, um das Zugeschehen umfassend zu beobachten und auf diese Weise Situationen mit einem erhöhten Zugeschehen rechtzeitig zu erkennen, sodass wirksame Maßnahmen ergriffen werden können, um das Kollisionsrisiko von Kranichen in diesen Situationen zu vermindern. Auf Grund des strengen artenschutzrechtlichen Prüfungsmaßstabs wurde für die Fläche O-1.3 auch das Erfordernis gesehen, weitere Arten bzw. Artengruppen des Vogelzugs in der Vorgabe zu berücksichtigen, um ein signifikant erhöhtes Tötungs- und Verletzungsrisiko mit der erforderlichen Sicherheit ausschließen

zu können. Das Gebiet EO2 wird auf Grund seiner zentralen Lage im Vogelzugkorridor zwischen Rügen und Schonen als Vorbehaltsgebiet festgelegt. Vergleichbare Maßnahmen wie für O-1.3 sind für Flächen bzw. Vorhaben in dem Gebiet nicht auszuschließen.

Vor diesem Hintergrund ist eine signifikante Erhöhung des Tötungs- oder Verletzungsrisikos für die Avifauna nicht zu besorgen. Die Realisierung von Offshore-Windenergieanlagen nebst Nebenanlagen, wie Umspannwerk und parkinterner Verkabelung verletzt folglich nicht das Tötungs- und Verletzungsverbot gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG.

Von einer Verwirklichung des Verletzungs- und Tötungsverbots des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG im Rahmen der Offshore-Windenergienutzung auf den Gebieten des Plans ist bei Umsetzung der Vorgabe aus der Eignungsprüfung nicht auszugehen.

### **5.3.2 § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)**

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist es verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten erheblich zu stören, wobei eine erhebliche Störung vorliegt, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Aus diesem Grund ist es erforderlich, mögliche Störungen auf die lokalen Bestände in deutschen Gewässern, insbesondere in der deutschen AWZ, durch Windenergienutzung in den Gebieten des Plans zu betrachten.

Eine gebiets- und flächenübergreifende artenschutzrechtliche Prüfung im Hinblick auf das Störungsverbot im Sinne einer Verschlechterung des Erhaltungszustands der lokalen Populationen geschützter Arten wurde im Rahmen der SUP für den Flächenentwicklungsplan (FEP, Umweltbericht 2019) durchgeführt. Das Ergebnis der Prüfung im Rahmen der Aufstellung des

FEP (BSH 2019) kann auf Grundlage der vorliegenden Daten und Informationen Gebiete bestätigt werden.

In den Gebieten EO1 bis EO3 kommen, wie bereits dargelegt geschützte Arten vor. Hierzu gehören Arten des Anhangs I der V-RL, Arten, deren Habitate und Lebensräume in den Naturschutzgebieten geschützt werden sowie charakteristische Arten und regelmäßig auftretende Zugvogelarten.

Der Bereich der Gebiete EO1 bis EO3 wird von Seetauchern überwiegend als Durchzugsgebiet während der Zugzeiten und im Winter genutzt. Nach aktuellem Kenntnisstand liegt diese Fläche und ihre Umgebung außerhalb von Vorkommensschwerpunkten in der Pommerschen Bucht. Basierend auf den vorliegenden Erkenntnissen kommt das BSH zu der Einschätzung, dass der Gebiete EO1 bis EO3 nicht von hoher Bedeutung für den Seetaucherrastbestand in der deutschen Ostsee sind. Es ist insofern nicht von einem Störungstatbestand der lokalen Population auszugehen.

Auf Grund der relativ geringen beobachteten Dichten von Zwergmöwen in der Gebiete EO1 bis EO3 sowie die zeitlich begrenzte Kopplung an die artspezifischen Hauptzugzeiten, ist für die der Gebiete EO1 bis EO3 nur von einer geringen Bedeutung für Zwergmöwen auszugehen. In Bezug auf Zwergmöwen wird für ein realisiertes Windparkvorhaben der Gebieten EO1 bis EO3, nach derzeitigem Kenntnisstand, nicht von einer Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ausgegangen.

Ohrentaucher bevorzugen Flachgründe mit Wassertiefen bis 10 m. Auf Grund der Wassertiefen der Gebiete EO1 bis EO3 hat dieser Bereich der AWZ keine besondere Bedeutung für Ohrentaucher. Dies wird durch nur vereinzelt vorliegende Sichtungen aus den Seevogelerfassungen zum Cluster „Westlich Adlergrund“, die auch das Gebiet EO1 abdecken, bestätigt. Es ist

insofern nicht von einem Störungstatbestand der lokalen Ohrentaucherpopulation auszugehen.

Tauchende Meeresenten, wie Eis-, Samt- und Trauerenten, bevorzugen ebenfalls die nahrungsreichen Flachgründe in der Ostsee. Für sie ist daher nicht von einer besonderen Bedeutung der Gebiete EO1 bis EO3 und ihrer Umgebung auszugehen. In Bezug auf tauchende Meeresenten wird für ein realisiertes Windparkvorhaben in den Gebieten EO1 bis EO3, nach derzeitigem Kenntnisstand, nicht von einer Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ausgegangen.

Trottellummen und Tordalke zeigen im Winter eine großräumige Verbreitung in den Gebieten des Plans. Auf Basis vorliegender Untersuchungen und Kenntnisse zur Verbreitung in der gesamten Ostsee lassen sich für den Bereich der Gebiete EO1 bis EO3 keine Vorkommensschwerpunkte identifizieren. Das Gebiet EO1 grenzt nur an die südlichen Ausläufer des Verbreitungsgebiets der Alkenvögel. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist für Alkenvögel, im speziellen Trottellummen und Tordalke, nicht von erheblichen Auswirkungen eines Windparkvorhabens in den Gebieten des Plans auszugehen. Das BSH geht daher nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von einer Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG aus.

Die in den Gebieten des Plans vorkommenden Möwenarten sind als prominente Schiffsfolger bekannt. Darüber hinaus weisen Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben und Windpark-Monitoring auf eine Attraktionswirkung von Offshore-Windparks hin. Erhebliche Auswirkungen auf die Bestände der vorkommenden Möwenarten in Form von Störungen sind durch einen Offshore-Windpark in den Gebieten für Windenergiegewinnung nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Abschließend wird für die Errichtung und den Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen nebst Nebenanlagen (Umspannwerk, parkinterne Verkabelung) in den Gebieten des Plans nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von einer Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ausgegangen.

Im Rahmen der Einzelzulassungsverfahren ist allerdings eine Aktualisierung der Prüfung der Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ggf. unter Berücksichtigung von weiteren Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, in jedem Fall aber unter Berücksichtigung der konkreten technischen Ausführungen, erforderlich.

## 5.4 Fledermäuse

Die Gebiete des Plans für Offshore-Windenergienutzung sind anhand artenschutzrechtlicher Vorgaben gemäß § 44 BNatSchG i.V.m. Art. 12 FFH-RL für Fledermäuse zu bewerten.

### 5.4.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG

Artenschutzrechtlich gelten im Grundsatz die gleichen Erwägungen, die auch bereits im Rahmen der Beurteilung der Avifauna ausgeführt wurden. Gemäß Art. 12 Abs. 1 Nr. 1 a) FFH-RL sind alle absichtlichen Formen des Fangs oder der Tötung von aus der Natur entnommenen Individuen der Arten des Anhang IV der FFH-Richtlinie, somit aller Fledermausarten, verboten. Hinsichtlich Kollisionen mit Offshore-Hochbauten kann auf den Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der FFH-RL verwiesen werden, der in II.3.6 Rn. 83 davon ausgeht, die Tötung von Fledermäusen durch Kollisionen mit Windenergieanlagen sei ein gemäß Art. 12 Abs. 4 FFH-RL fortlaufend zu überwachendes unbeabsichtigtes Töten. Anhaltspunkte für die Prüfung weiterer Tatbestände nach Art. 12 Abs. 1 FFH-RL liegen nicht vor.

Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee sind verschiedentlich dokumentiert, allerdings fehlen bislang konkrete Informationen über ziehende Arten, Zugkorridore, Zughöhen und Zugkonzentrationen. Bisherige Erkenntnisse bestätigen lediglich, dass Fledermäuse, insbesondere langstreckenziehende Arten, über die Ostsee ziehen. Es liegt derzeit keine belastbare Datengrundlage vor, die erhebliche Auswirkungen auf Fledermäuse erkennen lassen und die Geeignetheit der Gebiete für Windenergiegewinnung in Frage stellen.

Es ist darüber hinaus davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse durch dieselben Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen vermieden werden, die zum Schutz des Vogelzuges vorgesehen sind.

Erfahrungen und Ergebnisse aus Forschungsvorhaben bzw. aus Windparks, die sich bereits in Betrieb befinden, werden auch in weiteren Verfahren angemessene Berücksichtigung finden.

Das BfN geht in seinen Stellungnahmen regelmäßig davon aus, dass nach derzeitigem Kenntnisstand eine Tötung oder Verletzung (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) anderer besonders geschützter Arten, wie z.B. Fledermäuse, durch Offshore-Windparks ausgeschlossen werden kann. Auch eine Verwirklichung des artenschutzrechtlichen Verbotstatbestandes einer erheblichen Störung (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) anderer streng geschützter Arten ist nach Aussage des BfN nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Das BfN schließt sich der Meinung des BfN an.

## 6 Verträglichkeitsprüfung / Gebietsschutzrechtliche Prüfung

### 6.1 Rechtsgrundlage

Soweit ein Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung oder ein europäisches Vogelschutzgebiet in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden kann, sind nach § 7 Abs. 6 i.V. Abs. 7 ROG bei der Änderung und Ergänzung von Raumordnungsplänen die Vorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes über die Zulässigkeit und Durchführung von derartigen Eingriffen einschließlich der Einholung der Stellungnahme der Europäischen Kommission anzuwenden.

Das Natura2000-Netz umfasst die Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete) nach der FFH-Richtlinie sowie die Vogelschutzgebiete (Special Protection Areas, SPA) nach der Vogelschutzrichtlinie, die in Deutschland zwischenzeitlich als Schutzgebiete ausgewiesen wurden (so etwa BVerwG, Beschl. v. 13.3.2008 – 9 VR 9/07) Die hier durchgeführte Verträglichkeitsprüfung findet grundsätzlich auf übergeordneter Ebene der Raumordnung statt und setzt einen Rahmen für nachgeordnete Planungsebenen, soweit diese vorhanden sind. Sie ersetzt daher nicht die Prüfung auf der Ebene des konkreten Vorhabens in Kenntnis der konkreten Projektparameter, die im Rahmen von Zulassungsverfahren durchgeführt wird. Insofern sind weitere Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu erwarten, wenn diese durch die Verträglichkeitsprüfung im Rahmen von Zulassungsverfahren als erforderlich erachtet werden, um eine Beeinträchtigung der Erhaltungsziele der Natura2000-Gebiete bzw. Schutzzwecke der Schutzgebiete durch die Nutzung innerhalb oder außerhalb eines Naturschutzgebietes auszuschließen. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen,

dass der ROP bei einigen Nutzungen – insbesondere der Windenergie – die bereits in Betrieb befindlichen Vorhaben und die Festlegungen der Fachplanung FEP nachzeichnet, für welche Verträglichkeitsprüfungen bereits durchgeführt wurden.

In der deutschen AWZ der Ostsee befinden sich die durch Verordnung vom 22.09.2017 festgelegten Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ vom 22. September 2017, NSGPBRV, BGBl. I S. 3415), „Fehmarnbelt“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ vom 22. September 2017, NSGFmbV, BGBl. I S. 3405) sowie „Kadetrinne“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ vom 22. September 2017, BGBl. I S. 3410, NSGKdrV).

Die Gesamtfläche der drei Naturschutzgebiete beläuft sich auf 2.472 km<sup>2</sup>, das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ umfasst eine Fläche von 2.092 km<sup>2</sup>, das Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ beinhaltet eine Fläche von 280 km<sup>2</sup> und das Naturschutzgebiet „Kadetrinne“ von 100 km<sup>2</sup>.

Schutzgüter sind die Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke“ nach Anhang I FFH-RL, bestimmte Fischarten (Stör, Finte) und Meeressäugtiere nach Anhang II FFH-RL (Schweinswal, Kegelrobbe, Seehund) sowie verschiedene Seevogelarten nach Anhang I der V-RL (Sterntaucher, Prachtaucher, Ohrentaucher) und regelmäßig auftretende Zugvogelarten (Rothalstauer, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk, Gryllteiste).

Die hier durchgeführte Verträglichkeitsprüfung findet auf übergeordneter Ebene der Raumordnung statt, und setzt einen Rahmen für nachgeordnete Planungsebenen, soweit diese vorhanden sind. Sie ersetzt daher nicht die Prüfung auf der Ebene des konkreten Vorhabens Je nach

Festlegungen des ROP für die jeweilige Nutzung wird die Prüfung abgeschichtet. Bei der Windenergie existiert ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess. Das bedeutet, dass die Prüfungen der nachgelagerten Planungsebenen im Rahmen dieses ROP Berücksichtigung finden. Soweit im Rahmen nachgeordneter Planungsebenen noch keine Prüfung erfolgte, erfolgt die Prüfung im Rahmen dieser SUP zum ROP auf Grundlage der vorhandenen Daten und Kenntnisse.

Auch bei der Rohstoffgewinnung besteht ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess. Soweit Daten und Kenntnisse vorhanden sind, erfolgt eine Verträglichkeitsprüfung im Rahmen dieser SUP, im Übrigen bleiben die Prüfungen den nachgelagerten Planungsebenen vorbehalten.

Der ROP-E enthält für die Verträglichkeitsprüfung relevante Festlegungen zu Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Windenergie, Vorbehaltsgebiete Leitungen und Vorbehaltsgebiete für Kohlenwasserstoffe sowie Sand- und Kiesgewinnung. Gleiches gilt für Leitungen.

Wissenschaftliche Festlegungen können nur geprüft werden, soweit Informationen vorliegen.

Für die Verträglichkeitsprüfung ist zu differenzieren:

#### Windenergie

Da nach dem Fachrecht nach § 5 Abs. 3 Satz 2 Nr.5 a) WindSeeG im FEP Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen nicht innerhalb eines nach § 57 BNatSchG ausgewiesenen Schutzgebiets festgelegt werden dürfen, enthält der ROP keine Gebietsfestlegungen für die Nutzung Windenergie innerhalb der per Verordnung ausgewiesenen Schutzgebiete.

Im Folgenden bezieht sich die Verträglichkeitsprüfung daher ausschließlich auf Gebietsfestlegungen am oder in der Nähe von per Verordnung festgesetzten Schutzgebieten.

Für die Gebiete EO1, EO2 und EO3 wird auf die Verträglichkeitsprüfung des FEP 2019/Entwurf FEP 2020 verwiesen.

## **6.2 Prüfung der Verträglichkeit des ROP im Hinblick auf Lebensraumtypen**

Die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands des Lebensraumtyps Riffe (EU-Code 1170) ist Schutzzweck im Naturschutzgebiet Kadettrinne (§ 3 Abs.3 Nr. 1 NSGKdrV) und im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ (§ 4 Absatz 1 Nr.1 NSGPBRV). Der Lebensraumtyp „Sandbank“ ist Schutzgut im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ (§ 5 Abs.1 Nr. 1 NSGPBRV) und im Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ (§ 3 Abs.3 Nr.1 NSGFmbV).

Aufgrund der kürzesten Entfernung Gebiete EO1 bis EO3 zu den Naturschutzgebieten, können bau-, anlage-, und betriebsbedingte Auswirkungen auf die FFH-Lebensraumtypen „Riff“ und „Sandbank“ mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten ausgeschlossen werden. Die Gebiete liegen weit außerhalb der in der Fachliteratur diskutierten Verdriftungsentfernungen, sodass nicht mit einer Freisetzung von Trübung, Nährstoffen und Schadstoffen zu rechnen ist, die die Naturschutz- und FFH-Gebiete in ihren für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen beeinträchtigen könnten.

### 6.3 Prüfung der Verträglichkeit des ROP im Hinblick auf geschützte Arten

#### 6.3.1 Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“

Gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 3 NSGPBRV ist die Beeinträchtigung der Erhaltungsziele bzw. Schutzzwecke der Naturschutzgebiete durch die Durchführung des Plans zu prüfen.

Die Prüfung der Auswirkungen des Plans erfolgt anhand des Schutzzwecks des Schutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“. Übergreifender Schutzzweck ist nach § 3 Abs. 1 NSGPbrV die Verwirklichung der Erhaltungsziele der Natura2000-Gebiete durch dauerhafte Bewahrung des Meeresgebietes, der Vielfalt seiner für diese Gebiete maßgeblichen Lebensräume, Lebensgemeinschaften und Arten sowie der besonderen Eigenart dieses durch die Oderbank, den Adlergrund, die Rönnebank sowie die Hangbereiche des Arkonabeckens geprägten Teils der Ostsee.

Nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 NSGPbrV umfasst die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung der spezifischen ökologischen Werte und Funktionen des Gebietes, insbesondere der Bestände der Schweinswale, Kegelrobben und Seevogelarten sowie ihrer Lebensräume und der natürlichen Populationsdynamik.

#### Geschützte marine Säugetierarten

Die Verordnung vom 22.09.2017 legt schließlich unter §§ 4 - 6 Abs. NSGPbrV Ziele zur Sicherung des Überlebens und der Fortpflanzung der in § 3 Abs. 2 NSGPbrV genannten marinen Säugetierarten des Anhangs II der FFH-RL Schweinswal und Kegelrobbe sowie zur Erhaltung und Wiederherstellung ihrer Lebensräume fest.

Gemäß § 4 Abs. 3 ist zum Schutz des Schweinswals im Bereich I insbesondere die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung erforderlich

- der natürlichen Bestandsdichten dieser Art mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands, ihrer natürlichen räumlichen und zeitlichen Verbreitung, ihres Gesundheitszustands und ihrer reproduktiven Fitness unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik, der natürlichen genetischen Vielfalt innerhalb des Bestandes im Bereich sowie der genetischen Austauschmöglichkeiten mit Beständen außerhalb des Gebietes,
- des Bereiches als weitgehend störungsfreies und von lokalen Verschmutzungen unbeeinträchtigt Habitat des Schweinswals,
- unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration des Schweinswals - innerhalb der zentralen Ostsee und in die westliche Ostsee und Beltsee sowie
- der wesentlichen Nahrungsgrundlagen der Schweinswale, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster der den Schweinswalen als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen.

Gleiches ist in § 6 Abs. 3 NSGPbrV für den Schweinswal im Bereich III des Schutzgebietes sowie in § 5 Abs. 3 NSGPbrV geregelt.

Schutzzweck im Bereich II ist gemäß § 5 Abs.1 NSGPbrV dabei neben Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands des Schweinswals und zusätzlich Erhaltung oder Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der Kegelrobbe.

Auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 wird verwiesen.

Etwaige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht-Rönnebank“ durch die Realisierung von Vorhaben in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 des gegenständlichen Plans können bei Einhaltung der Anordnungen in den nachgeordneten Einzelzulassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### Geschützte Seevogelarten

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG sowie gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 3 NSGPBRV ist die Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Teilbereichs IV des Naturschutzgebietes durch die Durchführung des Plans zu prüfen.

Die Prüfung der Verträglichkeit erfolgt anhand des Schutzzwecks des Bereiches IV gemäß § 7 der NSGPBRV.

Zu den verfolgten Schutzzwecken des Bereichs IV gehören gemäß § 7 Abs. 1 NSGPBRV die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands

- nach Nr.1, der in diesem Bereich vorkommenden Arten des Anhangs I der Richtlinie 2009/147/EG Sterntaucher (*Gavia stellata*), Prachtaucher (*Gavia arctica*), Ohrentaucher (*Podiceps auritus*),
- nach Nr. 2, der in diesem Bereich regelmäßig auftretenden Zugvogelarten Rothalstauher (*Podiceps grisegena*), Gelbschnabeltaucher (*Gavia adamsii*), Eisente (*Clangula hyemalis*), Trauerente (*Melanitta nigra*), Samtente (*Melanitta fusca*), Sturmmöwe (*Larus canus*), Trottellumme (*Uria algae*), Tordalk (*Alca torda*) und Gryllsteiste (*Cephus grylle*) sowie
- nach Nr. 3 der Funktion dieses Bereiches als Nahrungs-, Überwinterungs-, Mauser-, Durchzugs- und Rastgebiet für die genannten Arten.

Gemäß § 7 Abs. 2 NSGPBRV ist zum Schutz der Lebensräume und zur Sicherung des Überlebens und der Vermehrung der in Absatz 1 aufgeführten Vogelarten und des Bereiches in seinen in Absatz 1 genannten Funktionen insbesondere erforderlich, die Erhaltung oder, soweit erforderlich die Wiederherstellung

- nach Nr. 1, der qualitativen und quantitativen Bestände der Vogelarten mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik und Bestandsentwicklung ihrer biogeographischen Population,
- nach Nr. 2, der wesentlichen Nahrungsgrundlagen der Vogelarten, insbesondere der Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster der den Vogelarten als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen,
- nach Nr. 3, der für das Gebiet charakteristische Merkmale, insbesondere im Hinblick auf den Salzgehalt, die Eisfreiheit auch in strengen Wintern sowie die geo- und hydro-morphologische Beschaffenheit mit ihren artspezifischen ökologischen Funktionen und Wirkungen sowie
- nach Nr. 4, der natürlichen Qualität der Lebensräume mit ihren jeweiligen artspezifischen ökologischen Funktionen, ihrer Unzerschnittenheit und räumlichen Wechselbeziehungen sowie des ungehinderten Zugangs zu angrenzenden und benachbarten Meeresbereichen.

Auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 wird verwiesen.

Etwaige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht-Rönnebank“ durch die Realisierung von Vorhaben in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 des gegenständlichen Plans können bei Einhaltung der

Anordnungen in den nachgeordneten Einzellassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 6.3.2 Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“

Gemäß § 3 NSGFmbV ist die Verträglichkeit durch die Durchführung des Plans mit den Schutzzwecken des Naturschutzgebietes zu prüfen.

Übergreifender Schutzzweck des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ ist nach § 3 Abs. 1 NSGFmbV die Verwirklichung der Erhaltungsziele des Natura2000-Gebietes durch dauerhafte Bewahrung des Meeresgebietes, der Vielfalt seiner für dieses Gebiet maßgeblichen Lebensräume, Lebensgemeinschaften und Arten sowie der besonderen Ausprägung der Sandbank in Form von Mearrippeln.

Der Schutz umfasst gemäß Absatz 2

die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung

- der spezifischen ökologischen Werte und Funktionen des Gebietes, insbesondere, seiner charakteristischen Morphodynamik sowie der durch den Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee geprägten Hydrodynamik, einer natürlichen oder naturnahen Ausprägung der marinen Makrophytenbestände und der artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründe,
- der Bestände von Schweinswalen, Seehunden einschließlich ihrer Lebensräume und der natürlichen Populationsdynamik sowie
- seiner Verbindungs- und Trittsteinfunktion für die Ökosysteme der westlichen und zentralen Ostsee;

Zu den verfolgten Schutzzwecken gehört gemäß § 3 Abs. 3 Nr. 2 NSGFmbV insbesondere die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der Arten Schweinswal und Seehund.

Zum Schutz von Schweinswal und Seehund ist gemäß § 3 Abs. 5 NSGFmbV insbesondere erforderlich die Erhaltung oder die Wiederherstellung

- der natürlichen Bestandsdichten dieser Arten mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands, ihrer natürlichen räumlichen und zeitlichen Verbreitung, ihres Gesundheitszustands und ihrer reproduktiven Fitness unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik, der natürlichen genetischen Vielfalt innerhalb des Bestandes sowie der genetischen Austauschmöglichkeiten mit Beständen außerhalb des Gebietes,
- des Gebietes als möglichst störungsarmes und weitgehend von lokalen Verschmutzungen unbeeinträchtigt Nahrung- und Migrationshabitat der Schweinswale und Seehunde und Fortpflanzungs- und Aufzuchtshabitat für Schweinswale,
- unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration der Schweinswale und Seehunde innerhalb der Ostsee, insbesondere in die angrenzenden und benachbarten Naturschutzgebiete Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns und zu den Liegeplätzen entlang der dänischen (insbesondere Rødsand) und deutschen Küste sowie
- der wesentlichen Nahrungsgrundlagen der Schweinswale und Seehunde, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster der den Schweinswalen und Seehunden als Nahrungsgrundlage dienenden Organismen.

Auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 wird verwiesen.

Etwaige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ durch



die Realisierung von Vorhaben in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 des gegenständlichen Plans können bei Einhaltung der Anordnungen in den nachgeordneten Einzelzulassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 6.3.3 Verträglichkeitsprüfung gemäß der Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“

Gemäß § 3 NSGKdrV ist die Verträglichkeit durch die Durchführung des Plans mit den Schutzzwecken des Naturschutzgebietes zu prüfen.

Übergeordneter Schutzzweck des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ ist nach § 3 Abs. 1 NSGKdrV die Verwirklichung der Erhaltungsziele des Natura2000-Gebietes durch dauerhafte Bewahrung des Meeresgebietes, der Vielfalt seiner für dieses Gebiet maßgeblichen Lebensräume, Lebensgemeinschaften und Arten sowie der besonderen Bedeutung des hier bestehenden Rinnsensystems für den Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee. Der Schutz umfasst

- die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung der spezifischen ökologischen Werte und Funktionen des Gebietes, insbesondere seiner charakteristischen Morphodynamik sowie der durch den Wasseraustausch von Nord- und Ostsee geprägten Hydrodynamik,
- der Bestände der Schweinswale einschließlich ihres Lebensraums und der natürlichen Populationsdynamik sowie
- seiner Verbindungs- und Trittsteinfunktion für die Ökosysteme der westlichen und zentralen Ostsee.

Zu den verfolgten Schutzzwecken gehört gemäß § 3 Abs. 3 Nr. 2 NSGKdrV die Erhaltung oder die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands des Schweinswals, Zum Schutz des Schweinswals ist gemäß § 3 Abs. 5 NSGKdrV insbesondere erforderlich die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung

- der natürlichen Bestandsdichten der Art mit dem Ziel der Erreichung eines günstigen Erhaltungszustands, ihrer natürlichen räumlichen und zeitlichen Verbreitung, ihres Gesundheitszustands und ihrer reproduktiven Fitness unter Berücksichtigung der natürlichen Populationsdynamik, der natürlichen genetischen Vielfalt innerhalb des Bestandes sowie der genetischen Austauschmöglichkeiten mit Beständen außerhalb des Gebietes,
- des Gebietes als möglichst störungsarmes und weitgehend von lokalen Verschmutzungen unbeeinträchtigt Nahrung-, Migrations-, Fortpflanzungs- und Aufzuchtshabitat für Schweinswale,
- unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration der marinen Säugetiere innerhalb der zentralen Ostsee und in die westliche Ostsee sowie
- der wesentlichen als Nahrungsgrundlagen der Schweinswale dienenden Organismen, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster.

Auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 wird verwiesen.

Etwaige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ durch die Realisierung von Vorhaben in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 des gegenständlichen Plans können bei Einhaltung der Anordnungen in den nachgeordneten Einzelzulassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 6.3.4 Natura2000-Gebiete außerhalb der deutschen AWZ

Bei der Verträglichkeitsprüfung werden darüber hinaus auch Fernwirkungen des Plans auf die Schutzgebiete in der angrenzenden 12-Seemeilenzone und in den angrenzenden Gewässern der Nachbarstaaten berücksichtigt. Dies betrifft

auch die Prüfung und Berücksichtigung funktionaler Beziehungen zwischen den einzelnen Schutzgebieten bzw. die Kohärenz des Schutzgebietsnetzes gemäß § 56 Abs. 2 BNatSchG, da sich der Lebensraum mancher Zielarten (z.B. Avifauna, Meeressäuger) aufgrund ihres großen Aktionsradius über mehrere Schutzgebiete erstrecken kann.

Im Einzelnen finden das Vogelschutzgebiet „Westliche Pommersche Bucht“, das FFH- und Vogelschutzgebiet „Plantagenetgrund“, das FFH-Gebiet „Darßer Schwelle“, das Vogelschutzgebiet „Vorpommersche Boddenlandschaft und nördlicher Strelasund“ und das FFH-Gebiet „Greifswalder Boddenrandschwelle und Teile der Pommerschen Bucht“ im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern Berücksichtigung. In den angrenzenden Gebieten der Nachbarstaaten wurden die FFH-Gebiete „Adler Grund og Rønne Banke“ und „Klinteskov kalkgrund“ in dänischen Gewässern, das schwedische FFH-Gebiet „Sydvästskånes utsjövatte“, das polnische Vogelschutzgebiet „Zatoka Pomorska“ und das polnische FFH-Gebiet „Ostoja na Zatoce Pomorskiej“ berücksichtigt.

Die Schutz- und Erhaltungsziele für die Natura2000-Gebiete außerhalb der AWZ wurden den folgenden Dokumenten entnommen:

- Vogelschutzgebiet „Westliche Pommersche Bucht“ (Küstenmeer M-V, DE1649 401): EUNIS factsheet (<https://eunis.eea.europa.eu/sites/DE1649401>)
- FFH- und Vogelschutzgebiet „Plantagenetgrund“ (Küstenmeer M-V, DE 1343 301/ DE 1343 401): FFH-Gebiet [https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/de\\_1343\\_301.pdf](https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/de_1343_301.pdf), Vogelschutzgebiet <https://eunis.eea.europa.eu/sites/DE1343401>
- FFH-Gebiet „Darßer Schwelle“ (Küstenmeer M-V, DE 1540 302): [https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/de\\_1540\\_302.pdf](https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/de_1540_302.pdf)
- Vogelschutzgebiet „Vorpommersche Boddenlandschaft und nördlicher Strelasund“ (Küstenmeer M-V, DE 1542 401): EUNIS factsheet (<https://eunis.eea.europa.eu/sites/DE1542401>)
- FFH-Gebiet „Greifswalder Boddenrandschwelle und Teile der Pommerschen Bucht“ (Küstenmeer M-V, DE 1749-302): EUNIS factsheet (<http://eunis.eea.europa.eu/sites/DE1749302>)
- dänisches FFH-Gebiet „Adler Grund og Rønne Banke“ (DK 00VA 261): EUNIS Factsheet (<http://eunis.eea.europa.eu/sites/DK00VA261>)
- dänisches FFH-Gebiet „Klinteskov kalkgrund“ (DK 00VA 306): EUNIS Factsheet (<http://eunis.eea.europa.eu/sites/DK00VA306>)
- schwedisches FFH-Gebiet „Sydvästskånes utsjövatte“ (SE 0430187): EUNIS Factsheet (<https://eunis.eea.europa.eu/sites/SE0430187>)
- polnisches Vogelschutzgebiet „Zatoka Pomorska“ (PLB 990003): EUNIS Factsheet (<http://eunis.eea.europa.eu/sites/PLB990003>)
- polnisches FFH-Gebiet „Ostoja na Zatoce Pomorskiej“ (PLH 990002): EUNIS Factsheet (<https://eunis.eea.europa.eu/sites/PLH990002>).

Auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 wird verwiesen.

Etwasige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke der Natura2000-Gebiete durch die Realisierung von Vorhaben in den Gebieten EO1, EO2 und EO3 des gegenständlichen Plans können bei Einhaltung der Anordnungen in den nachgeordneten Einzelzulassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

## 6.4 Ergebnis der Verträglichkeitsprüfung

Im Ergebnis kann eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzzwecke der Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Fehmarnbelt“, und „Kadetrinne“ durch die Fortschreibung des Plans unter Berücksichtigung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen für FFH-Lebensraumtypen, marine Säugetiere, Avifauna und sonstige geschützte Tiergruppen mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

Es ist dabei zu beachten, dass die hier durchgeführte FFH-Verträglichkeitsprüfung projektspezifische Eigenschaften, die erst im Rahmen von Planfeststellungsverfahren durch die Entwickler von Projekten konkretisiert und festgelegt werden nicht prüfen konnten.

Die Verträglichkeitsprüfung wird daher im Rahmen von Planfeststellungsverfahren für das jeweilige Vorhaben konkretisierend durchgeführt, mit dem Ziel die erforderlichen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen auf Vorhabensebene abzuleiten und festzulegen.

Eine erhebliche Beeinträchtigung der FFH-Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ kann nach derzeitigem Kenntnisstand auch bei kumulativer Betrachtung des Plans und schon bestehender Projekte für die Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Fehmarnbelt“, und „Kadetrinne“ sowie für Natura2000-Gebiete im Küstenmeer wegen der kleinräumigen Auswirkungen einerseits bzw. der Entfernungen zu den Gebieten andererseits ausgeschlossen werden.

## 7 Gesamtplanbewertung

Zusammenfassend gilt hinsichtlich der Festlegungen des ROP-E, dass durch die geordnete, koordinierte Gesamtplanung die Auswirkungen auf die Meeresumwelt so weit wie möglich minimiert werden. Die Sicherung der per Verordnung festgelegten Naturschutzgebiete als Vorranggebiete Naturschutz dient der Wahrung der Schutzzwecke und der Freiraumsicherung. Unter strenger Einhaltung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, insbesondere zur Schallminderung in der Bauphase, können erhebliche Auswirkungen insbesondere durch die Umsetzung der Festlegungen für Windenergie auf See und Leitungen vermieden werden. In den Vorranggebieten Naturschutz werden keine Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete für Windenergie festgelegt. Auch die Vorbehaltsgebiete für Leitungen verlaufen überwiegend außerhalb von ökologisch bedeutenden Gebieten.

Auf der Grundlage der vorstehenden Beschreibungen und Bewertungen sowie der arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung ist für die Strategische Umweltprüfung abschließend auch hinsichtlich etwaiger Wechselwirkungen festzuhalten, dass durch die geplanten Festlegungen nach derzeitigem Kenntnisstand und auf der vergleichsweise abstrakten Ebene der Raumordnung keine erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt innerhalb des Untersuchungsraums zu erwarten sind.

Viele Umweltauswirkungen, etwa durch die Schifffahrt oder Fischerei ergeben sich unabhängig von der Durchführung des Plans und können durch die Raumordnung nur sehr begrenzt gesteuert werden.

Die meisten Umweltauswirkungen, welche die einzelnen Nutzungen haben, für die Festlegungen getroffen werden, würden – unter Zugrundelegung des gleichen mittelfristen Zeithorizonts – auch bei Nichtdurchführung des Plans entstehen, da nicht erkennbar ist, dass die Nutzungen

bei Nichtdurchführung des Plans nicht oder in erheblichem geringeren Maße stattfinden würden. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen die Festlegungen des Plans im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Umwelt grundsätzlich „neutral“. Zwar ist es grundsätzlich möglich, dass aufgrund der Konzentration/Bündelung einzelner Nutzungen auf bestimmte Flächen / Gebiete einige Planfestlegungen im Bereich dieser konkreten Fläche durchaus negative Umweltauswirkungen haben können, jedoch wäre eine Gesamtbilanz der Umweltauswirkungen aufgrund der Bündelungseffekte eher positiv zu sehen, da die übrigen Flächen / Gebiete entlastet werden und Gefahren für die Meeresumwelt (z. B. das Kollisionsrisiko) verringert werden.

Für die Windenergienutzung sind die potenziellen Auswirkungen häufig kleinräumig und zum Großteil kurzfristig, da sie sich auf die Bauphase beschränken. Für die kumulative Beurteilung der Auswirkungen auf einzelne Schutzgüter wie den Fledermauszug fehlen bislang ausreichende wissenschaftliche Erkenntnisse und einheitliche Bewertungsmethoden. Daher können hierfür die potenziellen Auswirkungen im Rahmen der vorliegenden SUP nicht abschließend bewertet werden bzw. sind mit Unsicherheiten behaftet und bedürfen im Rahmen nachgelagerter Planungsstufen einer genaueren Überprüfung.

## 8 Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Raumordnungsplans auf die Meeresumwelt

### 8.1 Einführung

Gemäß Nr. 2 c) Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG enthält der Umweltbericht eine Darstellung der geplanten Maßnahmen, um erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen durch die Umsetzung des Plans zu verhindern, zu verringern und soweit wie möglich auszugleichen.

Grundsätzlich gilt, dass durch den ROP die Belange der Meeresumwelt besser berücksichtigt werden. Durch die Festlegungen des ROP werden negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt vermieden. Dies liegt insbesondere in der Tatsache begründet, dass nicht erkennbar ist, dass die Nutzungen bei Nichtdurchführung des Plans nicht oder in geringerem Maße stattfinden würden. Die Notwendigkeit zum Ausbau der Offshore-Windenergie und der entsprechenden Anbindungsleitungen besteht in jedem Fall und die entsprechende Infrastruktur müsste auch ohne ROP geschaffen werden (vgl. Kap. 3.2). Im Falle der Nichtdurchführung des Plans würden sich die Nutzungen jedoch ohne die flächensparende und ressourcenschonende Steuerungs- und Koordinierungswirkung des ROP entwickeln.

Darüber hinaus unterliegen die Festlegungen des ROP einem kontinuierlichen Optimierungsprozess, da die fortlaufend im Rahmen der SUP und im Konsultationsprozess gewonnenen Erkenntnisse bei der Erarbeitung des Plans berücksichtigt werden.

Während einzelne Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen bereits auf der Planungsebene ansetzen können, kommen andere

erst bei der konkreten Umsetzung zum Tragen und werden dort im Einzelzulassungsverfahren projekt- und standortspezifisch geregelt.

### 8.2 Maßnahmen auf Ebene

Bezüglich planerischer Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen trifft der ROP räumliche und textliche Festlegungen, die entsprechend den in Kapitel 1.4 dargelegten Umweltschutzzielen dazu dienen, erhebliche negative Auswirkungen der Durchführung des ROP auf die Meeresumwelt zu vermeiden bzw. zu verringern. Dies betrifft im Wesentlichen

- die Festlegung aller per Verordnung festgelegten Naturschutzgebiete in der AWZ als Vorranggebiete Naturschutz,
- die Festlegung des Vorbehaltsgebiets Vogelzug Fehmarn-Lolland,
- den Verzicht der Festlegung von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten Windenergie in Vorranggebieten Naturschutz,
- die Festlegung von Vorbehaltsgebieten Leitungen überwiegend außerhalb von Vorranggebieten Naturschutz,
- den Grundsatz, dass bei der Planung, der Verlegung und dem Betrieb von Leitungen Rücksicht auf bestehende Naturschutzgebiete genommen werden soll,
- den Grundsatz zur Schallminderung bei der Errichtung von Windenergieanlagen,
- den Grundsatz einer zeitlichen Gesamtkoordination von Errichtungsarbeiten von Anlagen zur Energiegewinnung und Verlegearbeiten von Leitungen,
- den Grundsatz, bei der Verlegung von Leitungen ein möglichst schonendes Verlegungsverfahren zu wählen,
- den Grundsatz der weitestgehenden Vermeidung einer Sedimenterwärmung durch stromführende Kabel,

- den Grundsatz, die beste Umweltpraxis gemäß OSPAR-Übereinkommen und den jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen,
- sowie einen geringstmöglichen Flächenverbrauch, sichergestellt durch die folgenden Grundsätze
  - Wirtschaftliche Nutzungen sollen möglichst flächensparend erfolgen.
  - Nach Ende der Nutzung sind feste Anlagen zurückzubauen.
  - Bei der Verlegung von Leitungen soll eine größtmögliche Bündelung im Sinne einer Parallelführung zueinander angestrebt werden. Zudem soll die Trassenführung möglichst parallel zu bestehenden Strukturen und baulichen Anlagen gewählt werden.

### 8.3 Maßnahmen auf der konkreten Umsetzungsebene

Neben den in Kap. 8.2 genannten Maßnahmen auf Planebene gibt es für bestimmte Festlegungen bzw. damit verbundene Nutzungen, wie die Windenergie auf See, Leitungen und die Sand- und Kiesgewinnung, Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von unerheblichen und erheblichen negativen Auswirkungen bei der konkreten Umsetzung des ROP. Diese Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen werden von der jeweils zuständigen Zulassungsbehörde auf Projektebene für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase konkretisiert und angeordnet.

Hinsichtlich der konkreten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Windenergie auf See und Leitungen, jedenfalls die Stromkabel, wird auf die Ausführungen im Umweltbericht Ostsee zum FEP 2019/ Entwurf FEP 2020 verwiesen. Dort sind diese Maßnahmen, etwa zum Schallschutz für Windenergieanlagen auf See, im Kap. 8 im Detail ausgeführt.

Konkrete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Rohrleitungen umfassen beispielsweise Bauzeitenbeschränkungen bei der Verlegung innerhalb von Schutzgebieten, eine Reduzierung der Lichtemissionen während der Bauarbeiten, die weitgehende Vermeidung von Steinschüttungen sowie Maßnahmen zum Schutz von Kultur- und Sachgütern.

Für die Sand- und Kiesgewinnung leiten sich die konkreten Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen aus den Hauptbetriebsplänen ab. Diese Maßnahmen umfassen z.B. eine Beschränkung der Gewinnungsfahrten in für bestimmte Arten sensiblen Zeiten, die Bestimmung, nur Schiffe mit einem bestimmten Schallspektrum einzusetzen, die Anordnung, bestimmte Steinfelder oder Riffotypen vom Abbau sowie von Beeinträchtigungen durch Screening auszunehmen, sowie eine strenge Überwachung durch ein geeignetes Monitoring (vgl. Kap.10).

## 9 Alternativenprüfung

### 9.1 Grundlagen der Alternativenprüfung

#### 9.1.1 Allgemein

Für den ROP-E wird eine abgestufte Alternativenprüfung durchgeführt. In Abhängigkeit von der immer konkreter werdenden Planung reduzieren sich die zu prüfenden Alternativen im Verlauf des Planungsprozesses und werden zunehmend (räumlich) konkreter.

Allgemein enthält der Umweltbericht gemäß Art. 5 Abs. 1 Satz 1 SUP-Richtlinie i.V.m. die Kriterien im Anhang I SUP-Richtlinie und § 40 Abs. 2 Nr. 8 UVPG eine Kurzdarstellung der Gründe für die Wahl der geprüften vernünftigen Alternativen.

Der Bericht enthält bei der Beschreibung und Bewertung der nach § 8 Abs. 1 ROG ermittelten Umweltauswirkungen nach Nr. 2 c Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG Angaben zu den in Betracht kommenden anderweitigen Planungsmöglichkeiten, wobei die Ziele und der räumliche Geltungsbereich des Raumordnungsplans zu berücksichtigen sind. Voraussetzung ist stets, dass diese die Ziele und den räumlichen Geltungsbereich des ROP berücksichtigen.

Gleichzeitig gilt auch für die Ermittlung und Prüfung der in Betracht kommenden Planungsmöglichkeiten bzw. Planalternativen, dass sich diese lediglich darauf beziehen können, was nach Inhalt und Detaillierungsgrad des Raumordnungsplans angemessenerweise verlangt werden kann. Dabei gilt: Je größer die zu erwartenden Umweltauswirkungen und damit das Bedürfnis nach planerischer Konfliktbewältigung sind, desto eher sind auch umfangreiche oder detaillierte Untersuchungen erforderlich.

Anhang 4 Nr. 2 UVPG nennt beispielhaft die Prüfung von Alternativen mit Bezug auf die Ausgestaltung, die Technologie, den Standort, die Größe und den Umfang des Vorhabens, bezieht

sich jedoch ausdrücklich nur auf Vorhaben. Auf Planebene spielen daher vor allem die konzeptionelle/strategische Ausgestaltung und räumliche Alternativen eine Rolle.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sämtlichen Festlegungen in Gestalt von Zielen und Grundsätzen eine Vorprüfung möglicher und denkbarer Planungsmöglichkeiten bereits immanent ist. Wie der Begründung der einzelnen Ziele und Grundsätze, insbesondere derer mit Umweltbezug, zu entnehmen ist, liegt der jeweiligen Festlegung bereits eine Abwägung möglicher betroffener öffentlicher Belange und Rechtspositionen zugrunde, so dass dadurch auch bereits eine „Vorprüfung“ von Planungsmöglichkeiten bzw. Alternativen erfolgt ist. In der AWZ bestehen bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen und rechtlich geschützter Belange.

Im Einzelnen werden im Rahmen des Umweltberichts neben der Nullalternative insbesondere räumliche Planungsmöglichkeiten bzw. Alternativen, soweit für die einzelnen Nutzungen relevant, geprüft.

Die SUP und damit auch die Alternativenprüfung für den ROP-E sind gekennzeichnet von einer größeren Untersuchungsbreite und einer geringeren Detailtiefe, verglichen mit Umweltprüfungen auf nachfolgenden Planungs- und Genehmigungsebenen.

#### 9.1.2 Prozess der Alternativenprüfung

Als Rahmen für die Auswahl und die Bewertung der Alternativen dienen zunächst die übergeordneten Leitlinien, zunächst im frühen Stadium des Planungsprozesses mit jeweils drei Planungsmöglichkeiten als gesamtäumliche Planungslösungen, um dann entsprechend der sich konkretisierenden Planung parallel zur Erarbeitung des 1. Planentwurfes verschiedene ausgewählte sektorale und teilräumliche Planungsmöglichkeiten zu prüfen (vgl. Abbildung 55).

In den abschließenden Planungsphasen - für den überarbeiteten Planentwurf sowie die finale

Fassung - werden die aus den Alternativen ausgewählten, abgewogenen und festgelegten Planungsmöglichkeiten in den Umweltberichten jeweils begründet.

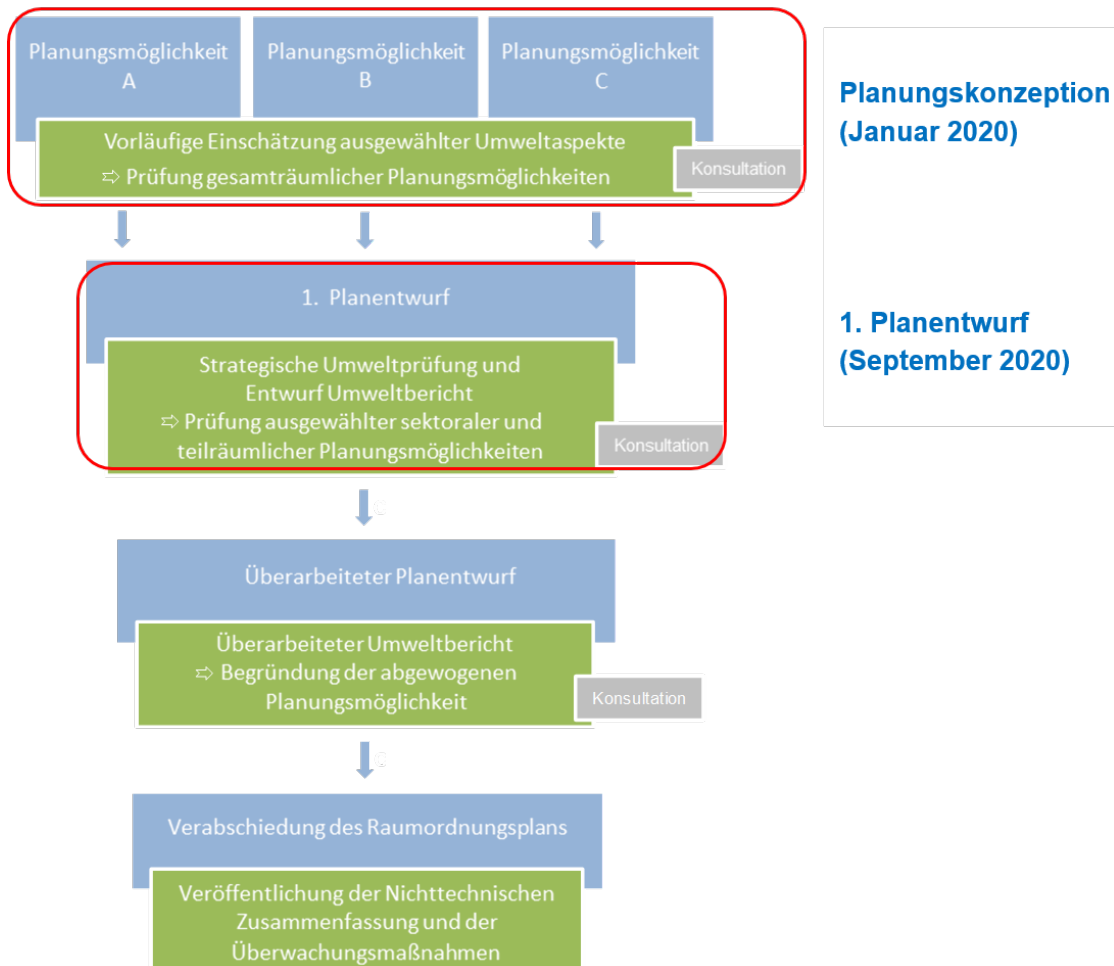


Abbildung 55. Abgestufte Vorgehensweise in der Alternativenprüfung.

Im Kapitel 1 des Planentwurfs werden das Leitbild und darunter Leitlinien für den ROP-E formuliert. Daraus lassen sich folgende übergeordnete Zielsetzungen ableiten, an denen die nachfolgend betrachteten Planungs-Alternativen gemessen werden.

Der ROP-E soll:

- eine kohärente internationale Meeresraumplanung und territoriale Zusammenarbeit mit anderen Ländern sowie auf der Ebene der Regionalmeere unterstützen,
- dabei Land-Meer-Beziehungen und die Planungen im Küstenmeer berücksichtigen,
- die Grundlage für eine nachhaltige Meereswirtschaft im Sinne des Blauen Wachstum schaffen,
- einen Beitrag zum Schutz und zur Verbesserung des Zustandes der Meeresumwelt leisten, und zur Vermeidung und Verminderung von Störungen und Verschmutzungen beitragen.



Diese Zielsetzungen sollen erreicht werden durch:

- die Koordinierung aktueller und zukünftiger Raumansprüche, mit
- der Festlegung geeigneter Gebiete, insb. für wirtschaftliche, wissenschaftliche Nutzungen, aber auch für die Meeresumwelt und sonstige Belange,
- einer Priorisierung meeresspezifischer Nutzungen und Funktionen,
- der Abwägung ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Belange,
- die sparsame und optimierte Nutzung der Gebiete, die den Nutzungen zugeordnet wird, vor allem der Flächen für feste Infrastruktur, die auch die Reversibilität ortsfester Anlagen umfasst,
- die ganzheitliche Betrachtung der unterschiedlichen Aktivitäten im Meer,
- mit ihren Aus- und Wechselwirkungen sowie kumulativen Auswirkungen,
- sowie unter Anwendung des Ökosystemansatzes und des Vorsorgeprinzips.

## 9.2 Alternativenprüfung im Rahmen der Planungskonzeption (Januar 2020)

Die Planungskonzeption wurde als ein erster informeller Planungsschritt erstellt. Die Konzeption zur Fortschreibung der Raumordnungspläne in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee umfasste im frühen Stadium des Fortschreibungsprozesses der Raumordnungspläne jeweils drei Planungsmöglichkeiten (A-C) als gesamtäumliche Planvarianten. Die frühzeitige und umfängliche Betrachtung mehrerer Planungsmöglichkeiten stellt einen wesentlichen Planungs- und Prüfschritt bei der Fortschreibung der Raumordnungspläne dar.

Die Konzeption für die Fortschreibung stellt die Nutzungsansprüche unterschiedlicher Sektoren aus drei verschiedenen Perspektiven dar - im Sinne von Gesamtplanalternativen, die sich alle an den oben beschriebenen generellen Rahmenbedingungen und den nachfolgend aufgeführten Grundannahmen orientieren, und damit als „vernünftige“ Alternativen zu verstehen sind. So wurden räumliche und inhaltliche Abhängigkeiten und Wechselwirkungen sowie entsprechende Planungsprinzipien berücksichtigt und illustriert, welchen Maximalforderungen einzelner Sektoren dabei Grenzen gesetzt werden.

Für diese Konzeption zur Fortschreibung erfolgte bereits vor Erstellung dieses Umweltberichts eine vorläufige Einschätzung ausgewählter Umweltaspekte. Die vorläufige Einschätzung ausgewählter Umweltaspekte im Sinne einer frühzeitigen Varianten- und Alternativenprüfung sollte unterstützend den Vergleich der drei Planungsmöglichkeiten aus umweltfachlicher Sicht erlauben.

Die drei Planungsmöglichkeiten im Überblick:

- (A) Der Schwerpunkt der Planungsmöglichkeit A liegt auf traditionellen Meeresnutzungen, mit besonderer Berücksichtigung der Interessen der Schifffahrt, der Rohstoffgewinnung und der Fischerei.
- (B) Die Planungsmöglichkeit B zeigt eine Klimaschutz-Perspektive auf, bei der einer zukünftigen Nutzung durch Windenergie auf See viel Raum gegeben wird.
- (C) Die Planungsmöglichkeit C legt den Schwerpunkt insbesondere auf die weiträumige und weitgehende Sicherung von Gebieten für den Meeresnaturschutz. Neben den zunächst überwiegend räumlichen Festlegungen stehen einige ergänzende textliche Festlegungen.

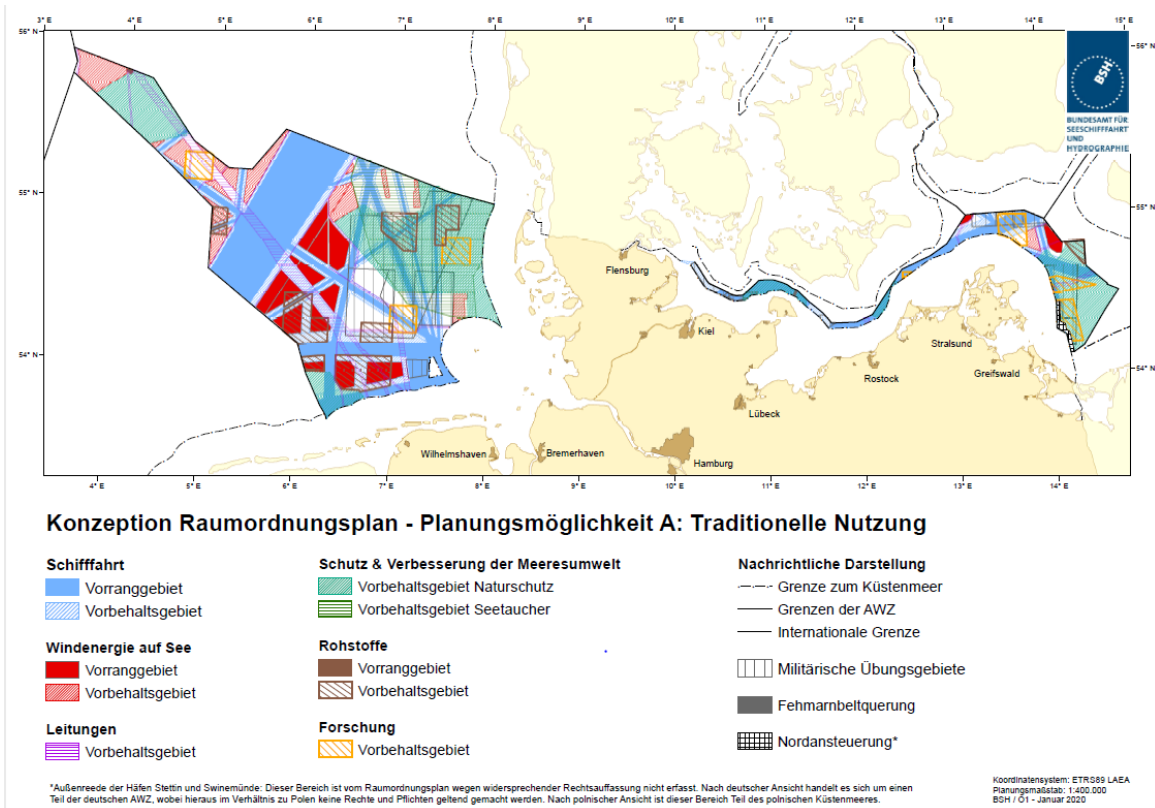


Abbildung 56: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit A „Traditionelle Nutzung“.

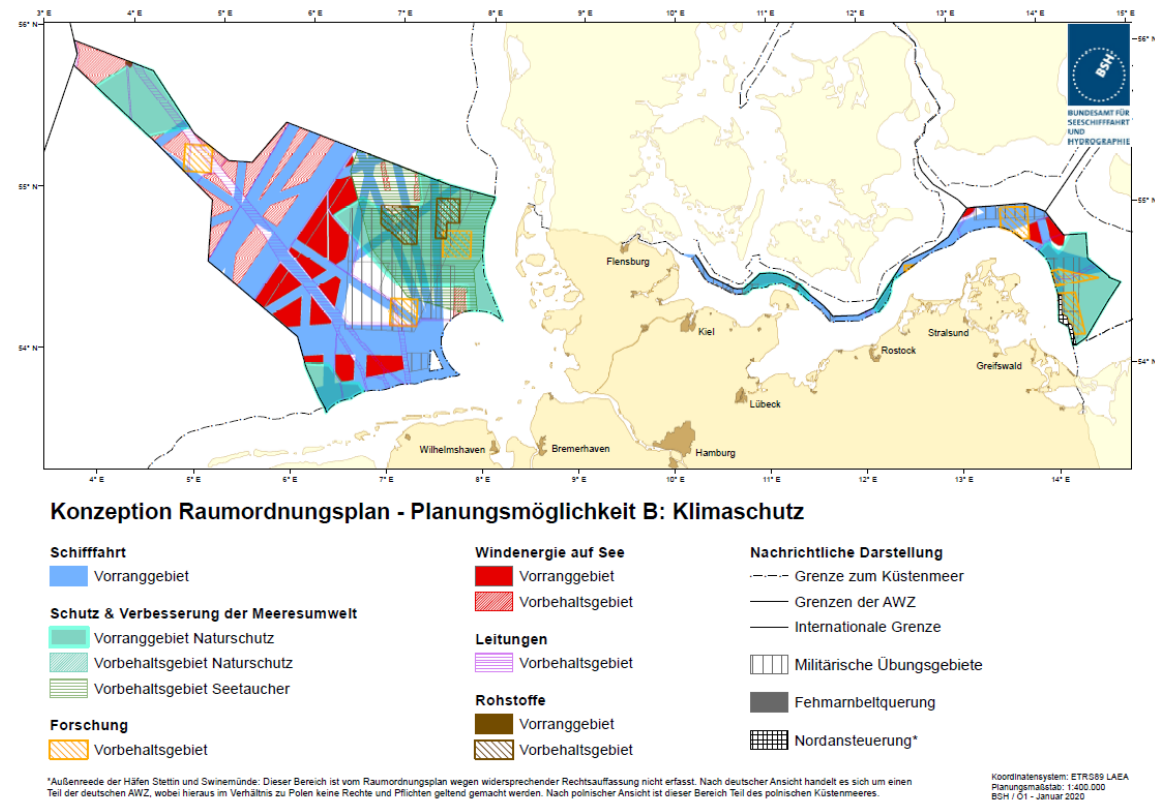


Abbildung 57: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit B „Klimaschutz“.

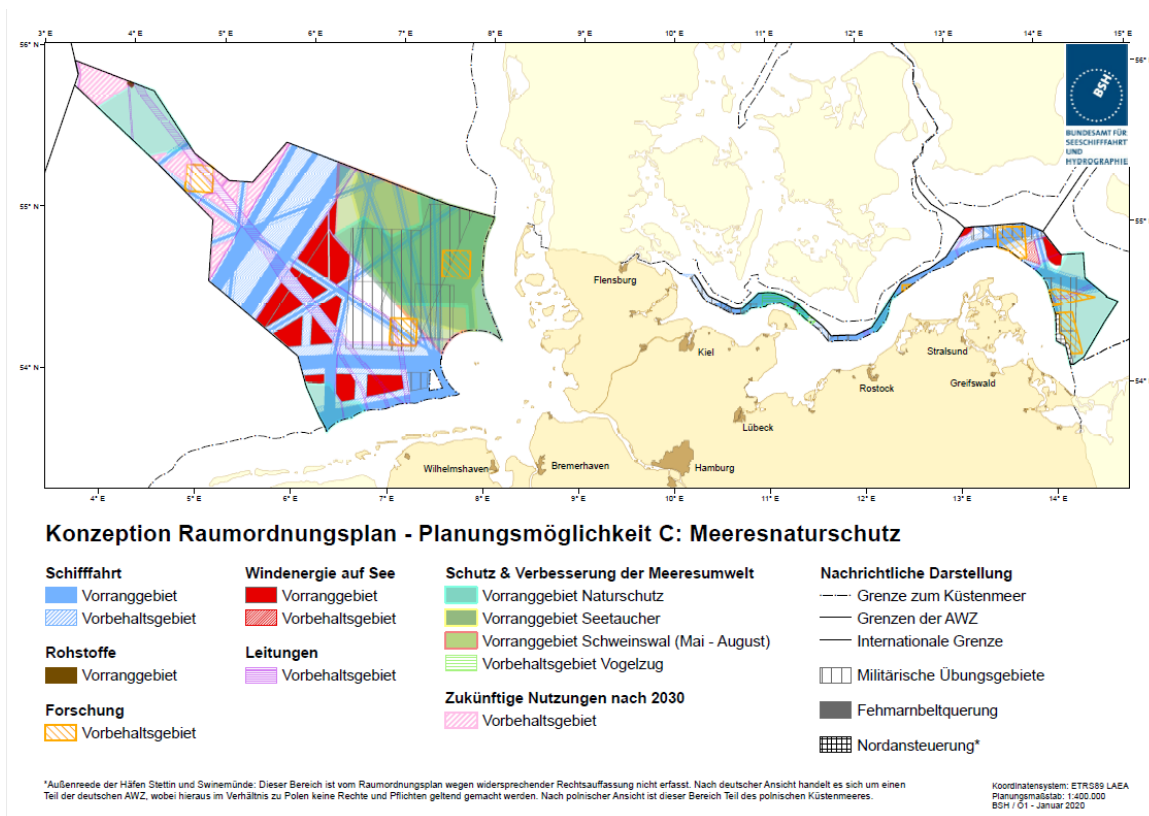


Abbildung 58: Konzeption Raumordnungsplan - Planungsmöglichkeit C „Meeresnaturschutz“.

Neben allgemeinen Grundannahmen und übergeordneten Zielen, die für alle drei Planungsmöglichkeiten galten (vgl. Konzeption), lagen den einzelnen Planungsmöglichkeiten jeweils folgende zusätzliche Zielsetzungen zugrunde.

### Planungsmöglichkeit A

#### Schifffahrt

- Barrierewirkungen sind zu vermeiden, insbesondere auch im Hinblick auf die mögliche Einrichtung zukünftiger VTGe, und hierfür ist langfristig ausreichend Raum zu sichern, insb. in Route SN10.

#### Rohstoffgewinnung

- Die Rohstoffgewinnung soll auch in Verbindung mit anderen Nutzungen sowie in Naturschutzgebieten ermöglicht werden, und in der Abwägung ein besonderes Gewicht erhalten. Erlaubnisgebiete nach

BBergG werden als Vorbehaltsgebiete festgelegt.

#### Fischerei

- Für die Fischerei sollen Möglichkeiten geschaffen werden, einschränkende Wirkungen von Nutzungen, insbesondere durch den weiteren Offshore Windenergie-Ausbau, zu begrenzen, und durch gemeinsame Nutzung in Windparkgebieten Einkommensmöglichkeiten zu generieren – dies wird textlich ausgeführt.

#### Planungsmöglichkeit B

#### Windenergie auf See

- Flächen für den weiteren Ausbau von Windenergie auf See, über 2030 hinaus, mit einer größtmöglichen installierten Kapazität für die Energieerzeugung, sind umfassend zu sichern. Hierfür werden Gebietsfestlegungen für die Schifffahrt

im Verlauf der Route 10 in der Nordsee lediglich für die Bereiche der Hauptverkehrsströme vorgesehen.

- Die zukünftige Gewinnung von Kohlenwasserstoffen, die je nach Standort von Förderanlagen den Ausbau der Windenergie beeinträchtigen könnte, wird nicht durch die Ausweisung von Vorbehaltsgebieten unterstützt, Erlaubnisgebiete für die Sand- und Kiesgewinnung aber berücksichtigt.

### *Planungsmöglichkeit C*

#### Schutz und Verbesserung der Meeresumwelt

- Wirtschaftliche Nutzungen in Gebieten zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt, die mit dem Schutzzweck nicht vereinbar sind, sollen möglichst umfassend ausgeschlossen werden.
- Rohstoffgewinnung von Sand und Kies, aber auch von Kohlenwasserstoffen, soll nicht privilegiert werden, durch den Verzicht auf räumliche Festlegungen für alle Rohstoffe.
- Für den Vogelzug in der Ostsee wird ein Vorbehaltsgebiet im Bereich der Route Fehmarn-Lolland festgelegt.

### **9.2.1 Umweltfachliche Einschätzung der alternativen Festlegungen in der Planungskonzeption**

In der nachfolgenden Tabelle werden nur solche Planungsthemen aufgeführt, für die alternative Planungslösungen in den Planungsmöglichkeiten dargestellt worden sind. Bei der Einschätzung der Umweltaspekte werden v.a. Auswirkungen benannt, die sich auf die räumlichen Festlegungen, und hier insb. auf die Unterschiede zwischen den drei Planungsmöglichkeiten, beziehen.

Allgemein ist festzustellen, dass aus umweltfachlicher Sicht keine eindeutige Präferenz für eine Planungsmöglichkeit ermittelt werden kann.

Für die Schifffahrt sind Unterschiede zwischen den drei Planungsmöglichkeiten in Bezug auf Umweltauswirkungen auf einer so groben Ebene eigentlich nicht ermittelbar. Denn in allen Planvarianten wurden dieselben Grundannahmen wie Verkehrsaufkommen, Schiffstypen und Schiffsklassen zugrunde gelegt. Beispielsweise führt die Tatsache, dass in Planungsmöglichkeit B innerhalb der Naturschutzgebiete breitere Vorranggebiete festgelegt werden, de facto nicht zu einer Erhöhung des Schiffsverkehrs in diesen Bereichen. Für die Windenergie auf See gibt es unterschiedliche räumliche Festlegungen zwischen den Planungsmöglichkeiten. Hier variiert der Umfang der Flächenfestlegungen stark. Das führt unter Klimaschutzaspekten zu einem unterschiedlich hohen CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial. Planungsmöglichkeit B bietet im relativen Vergleich anhand der angenommenen installierten Leistung gegenüber A und C deutlich größere CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale. Auf der anderen Seite führen die drei Planungsmöglichkeiten zu einer unterschiedlichen Flächeninanspruchnahme; sie liegt zwischen 9 und 20 % an der gesamten Nord- und Ostsee-AWZ-Fläche. Das bezieht sich auf die Gesamtfläche der festgelegten Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Windenergie auf See. Tatsächlich versiegelt ist in der Regel aber weniger als 1 % der ausgewiesenen Flächen. Die Naturschutzgebiete machen einen großen Teil der AWZ-Fläche aus. Über ein Drittel der AWZ der Nordsee und über 50 % der AWZ der Ostsee stehen unter Schutz. Das sind relativ große Flächenanteile; das bedeutet aber nicht unbedingt eine Nullnutzung in diesen Gebieten. Die Vorranggebiete Naturschutz tragen zur Freiraumsicherung bei, da in ihnen mit dem Naturschutz nicht vereinbare Nutzungen ausgeschlossen sind. Die quantitativen Unterschiede in Bezug auf Gebietsfestlegungen zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt sind zwischen den drei Planungsmöglichkeiten eher gering. Hier ist eher qualitativ entscheidend, welchem Schutzzweck die Festlegungen dienen; beispielsweise ist in einzelnen Möglichkeiten das

Hauptverbreitungsgebiet Seetaucher und Schweinswale als Vorranggebiet festgelegt. Insofern ist aus dem reinen Blickwinkel des Naturschutzes und des Vorsorgeprinzips Planungsmöglichkeit C der Vorzug zu geben. Hier muss allerdings der Klimaschutzaspekt mitgedacht

werden, der in Planungsmöglichkeit C deutlich schlechter Berücksichtigung findet.

Die Unterschiede in den Gebietsfestlegungen sind nachfolgend im Detail dargestellt.

	Gebietsfestlegungen	Ausgewählte Umweltaspekte
<b>Schifffahrt</b>		
A	Schifffahrtsrouten als Vorranggebiete mit begleitenden Vorbehaltsgebieten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind gewisse Verdrängungs- und Bündelungseffekte zu erwarten.</li> </ul>
B	Alle Schifffahrtsrouten in ganzer Breite Vorranggebiete; Auffächerung von SN10 in drei vielbefahrene Hauptverkehrsrueten, dadurch verbleiben Zwischenräume, die als Vorbehaltsgebiete für Windenergie auf See dargestellt werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglicherweise erhöhtes Kollisionsrisiko mit entsprechenden Umweltrisiken gegenüber Planungsmöglichkeit A und C durch Vorbehaltsgebiete Windenergie innerhalb der Route SN10, und der Konzentration des Verkehrs in den verbleibenden Korridoren, ohne zusätzliche Navigationsräume.</li> </ul>
C	Schifffahrtsrouten als Vorranggebiete mit begleitenden Vorbehaltsgebieten; SN10 entlang der Hauptverkehrsströme als Vorranggebiet Schifffahrt, mit verbleibenden Zwischenräumen als zeitlich befristetes Vorranggebiet bis 2035	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch das zeitlich befristete Vorranggebiet ergeben sich mittelfristig keine zusätzlichen Umweltauswirkungen gegenüber Planungsmöglichkeit A.</li> </ul>

Windenergie auf See / Zukünftige Nutzungen		
A	<p>Flächenausweisungen als Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Windenergie auf See für ca. 35 – 40 GW installierte Leistung;</p> <p>Festlegung der Gebiete EN1 bis EN3, und EN6 bis EN12 sowie EO1 und EO3 als Vorranggebiete für Windenergie auf See.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächeninanspruchnahme ca. 5.000 km<sup>2</sup>, ca. 15 % Anteil AWZ Nord- und Ostsee.</li> </ul>
B	<p>Flächenausweisungen mit umfangreicheren Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Windenergie, auch innerhalb SN10 für ca. 40 – 50 GW;</p> <p>Festlegung der Gebiete EN1 bis EN3, und EN6 bis EN13 sowie EO1 bis EO3 als Vorranggebiete für Windenergie auf See.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächeninanspruchnahme ca. 6.400 km<sup>2</sup>, ca. 20% Anteil AWZ Nord- und Ostsee, deutlich größer als in Planungsmöglichkeit A.</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial unter Klimaschutzaspekten: Im Verhältnis zu Planungsmöglichkeiten A und C sind die CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale unter Berücksichtigung der Kapazitäten für die installierte Leistung deutlich größer.</li> <li>• Möglicherweise kann sich ein höheres Kollisionsrisiko ergeben durch die Lage von Windenergiegebieten innerhalb der Haupt-Schiffahrtsroute 10.</li> </ul>
C	<p>Flächenausweisungen mit geringerer Ausdehnung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Windenergie für ca. 25 - 28 GW installierte Leistung;</p> <p>Festlegung der Gebiete EN1 bis EN3, und EN6 bis EN12 sowie EO1 und EO3 als Vorranggebiete für Windenergie auf See.</p> <p>Im Entenschnabel sind Vorbehaltsgebiete für zukünftige Nutzungen vorgesehen, mit Windenergie als nur einer möglichen Nutzung;</p> <p>Keine Flächenausweisungen für Windenergie in den Vorbehaltsgebieten für Seetaucher und Schweinswale.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Verhältnis zu Planungsmöglichkeit A und B sind die durch die Festlegungen bereits für die Windenergie gesicherten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale deutlich geringer.</li> <li>• Die Flächeninanspruchnahme für die Windenergie ist mit ca. 3.000 km<sup>2</sup>, ca. 9% Anteil AWZ Nord- und Ostsee, deutlich geringer als in den Planungsmöglichkeiten A und B.</li> <li>• Auf einer Fläche von rund 1.600 km<sup>2</sup> bzw. ca. 6% der AWZ Nordsee wird die zukünftige Nutzung offengehalten, dabei aber keine Priorisierung etwa für die Offshore-Windenergie vorgenommen, und so langfristig die Option für Nutzungen mit geringeren Auswirkungen auf die Umwelt aufrechterhalten.</li> <li>• Eine Nachnutzung durch Windenergie an den Standorten der Windparks in den Hauptverbreitungsgebieten der Seetaucher und Schweinswale wird ausgeschlossen, so dass gegenüber dem Status Quo langfristig eine positive Umweltwirkung zu erwarten ist.</li> <li>• Insgesamt ist gegenüber den Planungsmöglichkeiten A und B eine deutlich stärkere Gewichtung der Belange des Meeresnaturschutzes und damit einhergehend eine potentiell geringere Belastung der Meeresumwelt zu erwarten.</li> </ul>

<b>Rohstoffe</b>		
A	Vorbehaltsgebiete für alle Bewilligungen und für Kohlenwasserstoffe, und Gebiete für Sand- und Kiesgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine mögliche Beeinträchtigung kann durch Meideeffekte und potenzielle physische Störung / Verletzung durch Unterwasserschall bei seismischen Untersuchungen erfolgen. Dazu kämen mögliche Auswirkungen durch Bau und Betrieb von Förderplattformen u.a.</li> <li>• Durch den Abbau in den Vorbehaltsgebieten für Sand und Kies, die alle in Naturschutzgebieten liegen, sind folgende Auswirkungen möglich: Beeinträchtigung des Meeresbodens durch physische Störung, Beeinträchtigung und Meideeffekte durch Trübungsfahnen, Veränderung von Habitaten durch Entnahme von Substraten und Lebensraum- und Flächenverluste.</li> </ul>
B	Vorbehaltsgebiete nur für Sand- und Kiesgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weniger Beeinträchtigungen als in Planungsmöglichkeit A sind zu erwarten, weil nur Festlegungen für Sand- und Kiesgewinnung vorgesehen sind, und keine Priorisierung der Gewinnung von Kohlenwasserstoffen durch die Raumordnung erfolgt.</li> </ul>
C	Keine Festlegungen für Rohstoffgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch den Verzicht auf Festlegungen für die Gewinnung von Rohstoffen insgesamt, einschließlich der Schutzgebiete, kann gegenüber den Planungsmöglichkeiten A und B eine geringere Belastung eintreten, da die Raumordnung hier keine Priorisierung gegenüber anderen Nutzungen festlegt. Die Nutzung erfolgt dann allein auf der Basis der Betriebspläne nach bergrechtlicher Genehmigung. Diese können Maßnahmen umfassen, die getroffen werden müssen, um die Umweltauswirkungen der Vorhaben möglichst zu reduzieren und zu begrenzen.</li> </ul>
<b>Naturschutz</b>		
A	<p>Für den Naturschutz werden Vorbehaltsgebiete in der Ausdehnung der bestehenden Naturschutzgebiete dargestellt.</p> <p>Darüber hinaus wird das Hauptkonzentrationsgebiet der Seetaucher in der Nordsee als Vorbehaltsgebiet festgelegt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Vorbehalt Naturschutz in den Naturschutzgebieten umfasst den generellen Ausschluss von Offshore-Windenergie und unterstützt so den Schutzzweck dieser Gebiete. Im Rahmen der weiteren Flächenentwicklung für die Offshore-Windenergie und einer späteren Fortschreibung der Fachplanung würde bei der Abwägung der Belange dem Naturschutz hier durch die Raumordnung nur das Gewicht eines Vorbehalts zugestanden.</li> <li>• Der Vorbehalt für das Gebiet der Seetaucher führt dazu, dass hier eine Nachnutzung bzw. der Ausbau der Windenergie - unter Vorbehalt gestellt wird.</li> </ul>

B	<p>Vorranggebiete Naturschutz sind in der Ausdehnung der bestehenden Naturschutzgebiete festgelegt, mit Ausnahme der Bereiche, die sich mit den Vorbehaltsgebieten Sand- und Kiesgewinnung überlagern.</p> <p>Das Hauptkonzentrationsgebiet für Seetaucher in der Nordsee ist – wie in Planungsmöglichkeit A - als Vorbehaltsgebiet festgelegt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Festlegungen als Vorranggebiete Naturschutz unterstützen die Schutzzwecke der Naturschutzgebiete. Dort, wo sich die Festlegungen für die Sand- und Kiesgewinnung mit dem Naturschutzgebiet überlagern, wird dem Naturschutz allerdings nur ein Vorbehalt zugewiesen.</li> <li>• Windenergienutzung im Vorranggebiet und im Vorbehaltsgebiet Naturschutz bleibt ausgeschlossen.</li> <li>• Der Vorbehalt für das Gebiet der Seetaucher führt dazu, dass hier eine Nachnutzung unter Vorbehalt gestellt wird.</li> <li>• Im Vergleich zu Planungsmöglichkeit A erhält der Naturschutz in der Gesamtschau ein größeres Gewicht.</li> </ul>
C	<p>Vorranggebiete für den Naturschutz werden in der Ausdehnung aller Naturschutzgebiete, sowie für das Hauptkonzentrationsgebiet Seetaucher und das Hauptverbreitungsgebiet Schweinswale (diese begrenzt auf die Monate Mai bis August) festgelegt.</p> <p>Im Bereich zwischen Fehmarn und Lolland wird ein Vorbehaltsgebiet Vogelzug festgelegt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Festlegung der Naturschutzgebiete, sowie der Hauptkonzentrationsgebiete der Seetaucher und Schweinswale, als Vorranggebiete Naturschutz unterstützt die Schutzzwecke der Naturschutzgebiete und weiterer Gebiete von herausragender naturschutzfachlicher Bedeutung. Dadurch erhält der Naturschutz im Rahmen der Abwägung gegenüber anderen Nutzungen innerhalb dieser Gebiete ein größeres Gewicht.</li> <li>• Der Vorrang des Hauptkonzentrationsgebietes der Seetaucher führt hier auch zum Ausschluss einer Nachnutzung der bestehenden Windparkgebiete innerhalb des Gebietes, sowie des Ausschlusses des Windenergieausbaus im Vorranggebiet Schweinswale. Damit könnten langfristig die beobachteten Meideffekte und Habitatverluste der Seetaucher abgemildert bzw. ausgeglichen werden.</li> <li>• Als zusätzliche Festlegung zur Unterstützung der MSRL-Maßnahme zum Schutz wandernder Arten dient das Vorbehaltsgebiet für den Vogelzug Fehmarn-Lolland in der Ostsee.</li> </ul>



### 9.3 Alternativenprüfung im Rahmen der Erarbeitung des 1. Planentwurfes

Die Erstellung des ersten Planentwurfes erfolgte auf der Basis der Planungskonzeption, den hierzu erhaltenen Stellungnahmen und weiteren Erkenntnissen und Anforderungen aus nachfolgenden informellen Fach- sowie Ressortgesprächen.

Die Auswahl erfolgte zum einen auf der Basis der in Kapitel 1.2 dargestellten Einschätzungen der vergleichenden Umweltwirkungen (vgl. hierzu auch Kap.5 der Konzeption), mit einer Übernahme, wie in der jeweiligen Planungsmöglichkeit umgesetzt, z.T. aber auch aufgrund weiterer Erwägungen räumlich angepasst, oder als

Weiterentwicklung einer Kombination verschiedener Aspekte einzelner Planungslösungen.

Es ist der Gesamtkontext des Planes zu betrachten, und in der Wahl der Planlösungen neben der Berücksichtigung der Naturschutzbelange und der Vermeidung oder Reduzierung möglicher negativer Umweltauswirkungen auch ein in der Gesamtschau möglichst weitgehender Ausgleich mit den anderen wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und Sicherheitsbelangen anzustreben. Entscheidend ist, dass auf Ebene dieser SUP für die im ROP-E getroffenen Festlegungen nach derzeitigem Kenntnisstand keine erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu erwarten sind.

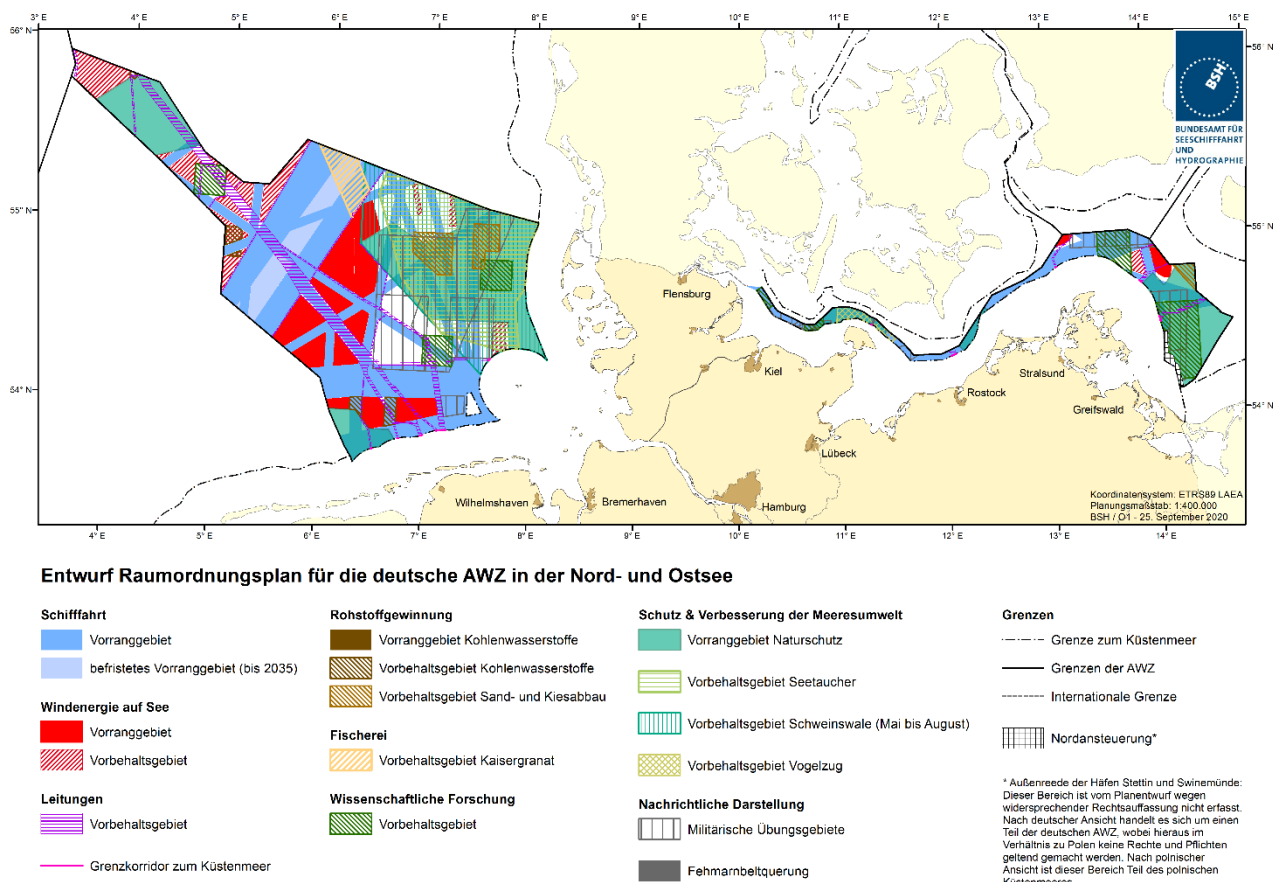


Abbildung 59: Entwurf des Raumordnungsplans für die deutsche AWZ der Nord- und der Ostsee.

### 9.3.1 Nullalternative

Die Nullvariante, d.h. der Verzicht auf eine Fortschreibung der ROP stellt keine vernünftige Alternative dar.

Die übergeordnete und vorausschauende Planung und Koordinierung unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Raumansprüchen führt voraussichtlich zu einer insgesamt vergleichsweise geringeren Flächeninanspruchnahme und damit zu geringeren Umweltauswirkungen (vgl. Kap. 3).

Gegenüber dem ROP 2009 und dem FEP 2019 enthält der Planentwurf eine Festlegung von Vorbehaltsgebieten für Windenergie für den langfristigen Ausbau der Offshore-Windenergie und erfüllt somit eine vorsorgende Steuerung des Ausbaus der Windenergie auf See. Die Aufnahme dieser Gebiete ermöglicht eine räumlich geordnete und flächensparsame Planung unter Berücksichtigung von Umweltbelangen und Belangen anderer Nutzungen. Dies gilt auch für die Festlegung von Vorbehaltsgebieten für Leitungen. Während im ROP 2009 lediglich vorhandene Rohrleitungen als Vorbehaltsgebiete festgelegt sind, umfassen die aktuellen Vorbehaltsgebiete Leitungen darüber hinaus Trassen für zukünftige Anbindungsleitungen und Interkonnektoren. Diese Vorbehaltsgebiete liegen überwiegend außerhalb von Schutzgebieten und entfalten somit eine Steuerungswirkung für eine möglichst gebündelte Trassenführung außerhalb von sensiblen Bereichen.

### 9.3.2 Räumliche Alternativen

Bei der Aufstellung des Planentwurfs wurden folgende Alternativen (gesamträumlich / teilräumlich) berücksichtigt:

#### 9.3.2.1 Schifffahrt

Für die Schifffahrt wird der Ansatz der Planungsmöglichkeit B übernommen:

Alle Schifffahrtsrouten werden als Vorranggebiete festgelegt. Anders als in C wird auf die generelle Festlegung von Vorbehaltsgebieten Schifffahrt entlang aller Schifffahrtsrouten verzichtet (vgl. weitere Begründungen im Entwurf des ROP).

Der Verzicht auf die Differenzierung in Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Schifffahrt hat dabei keinen Einfluss auf potentielle Umweltauswirkungen. Die Festlegung von Vorranggebieten Schifffahrt innerhalb der Naturschutzgebiete bildet die vorhandenen Verkehrsströme ab, und dient der Freihaltung der Routen. Der Schiffsverkehr ändert sich durch die Vorranggebiete Schifffahrt de facto nicht. Die Schifffahrt genießt dabei Vorrang auch in den Vorranggebieten Naturschutz, in den NSG Pommersche Bucht - Rönnebank, Kadettrinne und Fehmarnbelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Schifffahrtsrouten im Norden des NSG Pommersche Bucht-Rönnebank (SO3, im Zuge des VTG Adlergrund), sowie im Bereich der Kadettrinne und im Fehmarnbelt (SO1) um wichtige und sehr stark befahrene Routen handelt. Die Zahl der Schiffsbewegungen im südlichen Bereich des NSG Pommersche Bucht-Rönnebank ist sehr viel geringer – allerdings verläuft hier die Nordansteuerung zu den Häfen von Swinemünde und Stettin (SO2).

<b>Alternative: Schifffahrt</b>	
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Gebiete für Schifffahrt werden in den Naturschutzgebieten in ganzer Breite als Vorbehaltsgebiete festgelegt.</li> </ul>

Darstellung der Alternative im Vergleich zum Planentwurf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Planentwurf sind alle Routen als Vorranggebiete festgelegt, auch in den Naturschutzgebieten.</li> </ul>
Konfliktpunkte mit anderen Nutzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach den gem. § 1 Absatz 4 ROG anzuwendenden Vorgaben des SRÜ ist eine Einschränkung der Schifffahrt in der AWZ nur unter den dort festgelegten Voraussetzungen möglich, so dass es bereits rechtlich zu keinem Abwägungskonflikt kommen kann. Außerdem ist in § 57 Abs. 3 Nr. 1 BNatSchG geregelt, dass in Naturschutzgebieten Beschränkungen der Schifffahrt nicht zulässig sind.</li> <li>• Insbesondere im NSG Pommersche Bucht - Rönnebank würde im VTG Adlergrund der internationale Schifffahrtsweg nicht angemessen durch die Raumordnung gesichert</li> </ul>
Umweltfachliche Einschätzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Umweltauswirkungen durch die Schifffahrt würden sich voraussichtlich keine Änderungen ergeben, da weiterhin die Freiheit der Schifffahrt, bzw. im VTG für die großen Fahrzeuge in der Ansteuerung der Seehäfen die Verpflichtung zu deren Nutzung besteht.</li> <li>• Es können über die Raumordnung keine Regelungen getroffen werden zur Vermeidung bestimmter Gebiete, oder zur veränderten Routenführung in den Naturschutzgebieten. Allerdings ist die Zahl der Schiffsbewegungen außerhalb des VTG, eher gering.</li> <li>• Die Vorranggebiete Schifffahrt dienen vor allem der Freihaltung der wichtigen Schifffahrtsrouten von festen Anlagen und sind daher in ihrem Regelungszweck zur Vermeidung von Unfällen komplementär zu den Vorranggebieten Naturschutz.</li> </ul>

### 9.3.2.2 Windenergie auf See

Für die Windenergie auf See in der Ostsee werden die räumlichen Festlegungen aus Planungsmöglichkeit A bzw. C herangezogen.

Es werden nicht nur die gesetzlich festgelegten 20 GW Ausbau Windenergie auf See für die Festlegung von Vorranggebiete zugrunde gelegt, sondern alle voraussichtlich für den Ausbau der Windenergie auf See bis 2035 (ca. 30 GW) - als mittelfristigem Planungshorizont des Raumordnungsplanes - erforderlichen Gebiete als Vorranggebiete Windenergie vorgesehen.

Für die Ostsee sind dies die Gebiete EO1 und EO3. Als Vorbehaltsgebiet für die Windenergie wird darüber hinaus das Gebiet EO2 festgelegt.

### 9.3.2.3 Leitungen

Die Vorbehaltsgebiete Leitungen entsprechen jenen, die bereits in der Konzeption in allen drei Planungsmöglichkeiten dargestellt wurden. Es wurden nur solche Korridore festgelegt, in denen mindestens zwei Leitungen vorhanden oder geplant sind, bzw. welche für zukünftige Leitungen vorgehalten werden.

Diese

- sind erforderlich für die Kabelsysteme zur Ableitung des Stromes aus den Gebieten für die Erzeugung von Windenergie auf See, auf der Basis der Festlegungen des Flächenentwicklungsplanes,
- sichern den Verlauf bestehender Interkonnektoren und Pipelines,

- sichern Trassen für zukünftige Kabel und Pipelines.

Bei den Festlegungen sind die Naturschutzgebiete so weit wie möglich ausgenommen. Eine Ausnahme bildet nur der Korridor im Verlauf der (bestehenden) Pipelines Nord Stream 1 und 2, die das Naturschutzgebiet Pommersche Bucht – Rönnebank quert. Aufgrund des Abstandes, welcher zwischen den Leitungen verbleibt, können hier zukünftig auch weitere Kabelsysteme (insbesondere Interkonnektoren) vorgesehen werden.

Gegenüber der Planungskonzeption sind ähnlich den Festlegungen des ROP 2009 und in Anlehnung an die Festlegungen des FEP Grenzkorridore am Übergang der Leitungstrassen in das Küstenmeer ergänzt.

Die Vorbehaltsgebiete für die Leitungen können ein Instrument sein, um z.B. in Zulassungsverfahren für Transitrohrleitungen und grenzüberschreitende Seekabel Routenführungen, wo möglich, in diesen gesamträumlich geeigneten Korridoren einzufordern, und damit den Verlauf durch Naturschutzgebiete und damit verbundene Beeinträchtigungen zu vermeiden. Wo derzeit einzelne Kabel oder andere Leitungen durch Naturschutzgebiete geführt werden, kann bei Änderungen oder Neuprojektierung nicht auf einen Vorbehalt aus der Raumordnung verwiesen werden, ggf. aber auf eine naturverträglichere Routenführung, sowie nach Möglichkeit auf die Nutzung der festgelegten Korridore hingewirkt werden.

#### 9.3.2.4 Rohstoffgewinnung

Für die Festlegungen für die Rohstoffgewinnung in der AWZ der Ostsee wird im Entwurf - neben den für alle Planungsmöglichkeiten zugrunde gelegten Annahmen - der Ansatz der Planungsmöglichkeit A aufgenommen:

#### *Sand- und Kiesgewinnung*

Das Erlaubnisgebiet für die Sand- und Kiesgewinnung innerhalb des NSG Pommersche Bucht – Rönnebank wird analog Planungsmöglichkeit A als Vorbehaltsgebiet festgelegt.

Die Alternative keine Gebiete festzulegen, wie in Planungsmöglichkeit B und C vorgesehen, würde voraussichtlich de facto keine Verringerung der Umweltbelastungen bewirken, da die Sand- und Kiesgewinnung als privilegierte Nutzung grundsätzlich im Naturschutzgebiet zulässig ist, und bei einer Bewilligung entsprechende Auflagen zur Minderung und Vermeidung von Beeinträchtigungen der Schutzgüter und –ziele gemacht werden.

#### 9.3.2.5 Schutz und Verbesserung der Meeresumwelt

Mit den räumlichen Festlegungen für den Schutz und die Verbesserung der Meeresumwelt in der AWZ der Ostsee werden die per Verordnung festgelegten Naturschutzgebiete Pommersche Bucht – Rönnebank, Kadetrinne und Fehmarnbelt auch in der Raumordnung gesichert und deren Schutzzwecke unterstützt.

Im Naturschutzgebiet Pommersche Bucht - Rönnebank wird im Bereich des Gebietes für die Sand- und Kiesgewinnung der Vorrang für den Naturschutz nicht zu einem Vorbehalt zurückgestuft (Planungsmöglichkeit B).

Im Bereich zwischen Fehmarn und Lolland wird, wie in Planungsmöglichkeit C, ein Vorbehaltsgebiet Vogelzug festgelegt.

Für die Vorranggebiete Schifffahrt durch diese Gebiete haben die Festlegungen für den Naturschutz keine einschränkende Wirkung. Die Sand- und Kiesgewinnung ist im Adlergrund weiterhin zulässig, kann aber bei Bewilligungen und Erlaubnissen zusätzlich zu den Auflagen der Naturschutzgebietsverordnungen die Berücksichtigung der zu schützenden Belange unterstützen.

## 10 Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Umwelt

### 10.1 Einführung

Nach Nr. 3 b) Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG enthält der Umweltbericht auch eine Beschreibung der geplanten Überwachungsmaßnahmen. Eine Überwachung ist erforderlich, um insbesondere frühzeitig unvorhergesehene erhebliche Auswirkungen zu ermitteln und geeignete Abhilfemaßnahmen ergreifen zu können.

Bezüglich der vorgesehenen Überwachungsmaßnahmen ist zu beachten, dass die eigentliche Überwachung der potenziellen Auswirkungen auf die Meeresumwelt erst in dem Moment einsetzen kann, in dem der Raumordnungsplan umgesetzt wird, also die im Rahmen des Plans erfolgten Festlegungen realisiert werden. Bei der Bewertung von Ergebnissen aus den Überwachungsmaßnahmen darf dennoch die natürliche Entwicklung der Meeresumwelt einschließlich des Klimawandels nicht außer Betracht bleiben. Im Rahmen des Monitorings kann jedoch keine allgemeine Forschung betrieben werden. Daher ist das vorhabenbezogene Monitoring der Auswirkungen der im Plan geregelten Nutzungen von besonderer Bedeutung. Dies betrifft im Wesentlichen Festlegungen für die Windenergie auf See, Leitungen und Gebiete zur Rohstoffgewinnung.

Wesentliche Aufgabe der Überwachung des Plans ist es, die Ergebnisse aus verschiedenen Phasen des Monitorings auf Ebene von einzelnen Projekten oder Clustern von Projekten, die in einem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang entwickelt werden, zusammenzuführen und zu bewerten. Die Bewertung wird sich auch auf die unvorhergesehenen erheblichen Auswir-

kungen der Umsetzung des Plans auf die Meeresumwelt sowie auf die Überprüfung der Prognosen des Umweltberichts beziehen.

Ergänzend sind – auch zur Vermeidung von Doppelarbeit – Ergebnisse aus bestehenden nationalen und internationalen Überwachungsprogrammen zu berücksichtigen. Einzubeziehen sind auch die nach Art. 11 FFH-RL vorgeschriebene Überwachung des Erhaltungszustandes bestimmter Arten und Lebensräume. Anknüpfungspunkte werden sich auch zu den in der MSRL vorgesehenen Maßnahmen ergeben.

### 10.2 Geplante Maßnahmen im Einzelnen

Zusammengefasst lassen sich die geplanten Maßnahmen für die Überwachung der möglichen Auswirkungen des Plans wie folgt darstellen:

- Zusammenführung von Daten und Informationen, die für die Beschreibung und Bewertung des Zustands von Gebieten, Schutzgütern genutzt werden können,
- Entwicklung von Fachinformationsnetzwerken für die Bewertung der möglichen Auswirkungen aus der Entwicklung von einzelnen Vorhaben sowie der kumulativen Auswirkungen auf das marine Ökosystem,
  - MarinEARS (Marine Explorer and Registry of Sound) und Nationales Schallregister,
  - MARLIN (Marine Life Investigator),
- Entwicklung von geeigneten Verfahren und Kriterien für die Bewertung der Ergebnisse aus dem Effektmonitoring von einzelnen Vorhaben,
- Entwicklung von Verfahren und Kriterien für die Bewertung von kumulativen Effekten,
- Entwicklung von Verfahren und Kriterien für die Prognose von möglichen Auswirkungen

des Plans in räumlichem und zeitlichem Kontext,

- Entwicklung von Verfahren und Kriterien für die Evaluierung des Plans und Anpassung oder ggf. Optimierung im Rahmen der Fortschreibung,
- Evaluierung von Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt,
- Entwicklung von Normen und Standards.

Folgende Daten und Informationen sind für die Bewertung der möglichen Auswirkungen des Plans erforderlich:

1. Daten und Informationen, die dem BSH im Rahmen seiner Zuständigkeit zur Verfügung stehen:
  - Datenbestände aus bisherigen UVS und Monitoring von Offshore-Vorhaben, die dem BSH zwecks Prüfung zur Verfügung stehen (nach SeeAnIV),
  - Datenbestände aus dem Eintrittsrecht (nach WindSeeG),
  - Datenbestände aus den Voruntersuchungen (nach WindSeeG),
  - Datenbestände aus dem Bau- und Betriebsmonitoring von Offshore-Windparks und sonstigen Nutzungen
  - Daten aus dem nationalen Monitoring, die vom BSH oder im Auftrag des BSH erhoben werden,
  - Daten aus Forschungsvorhaben des BSH.
2. Daten und Informationen aus den Zuständigkeitsbereichen anderer Behörden des Bundes und der Länder (auf Anfrage):
  - Daten aus dem nationalen Monitoring der Nord- und Ostsee (vormals BLMP),
  - Daten aus Monitoringmaßnahmen im Rahmen der Umsetzung der MSRL,
  - Daten aus dem Monitoring der Natura2000-Gebiete,

- Daten der Länder aus dem Monitoring im Küstenmeer,
- Daten von anderen Behörden, die für die Zulassung von Nutzungen auf See nach anderen rechtlichen Grundlagen zuständig sind, wie z.B. nach BBergG, Überwachung des Seeverkehrs (AIS), Überwachung des Fischereiaufkommens (VMS)

3. Daten und Informationen aus Forschungsvorhaben des Bundes und der Länder, u.a.:
  - HELBIRD / DIVER,
  - Sediment AWZ
4. Daten und Informationen aus Bewertungen im Rahmen von internationalen Gremien und Konventionen:
  - HELCOM
  - ASCOBANS
  - AEWA
  - BirdLife International

Das BSH wird aus Gründen der Praktikabilität und der angemessenen Umsetzung von Vorgaben aus der SUP bei der Durchführung des Monitorings der möglichen Auswirkungen des Plans einen möglichst ökosystemorientierten Betrachtungsansatz verfolgen, der auf die fachübergreifende Zusammenführung von Meeresumweltinformationen abhebt. Um die Ursachen von planbedingten Veränderungen in Teilen oder einzelnen Elementen eines Ökosystems beurteilen zu können, müssen auch die anthropogenen Größen aus der Raumbewertung (z. B. Fachinformationen zu Schiffsverkehren aus den AIS-Datenbeständen) betrachtet und in die Bewertung einbezogen werden.

Bei der Zusammenführung und Auswertung der Ergebnisse aus der Überwachung auf Projektebene und aus anderen nationalen und internationalen Überwachungsprogrammen sowie aus der begleitenden Forschung wird eine Überprüfung der im Umweltbericht dargelegten Kenntnislücken bzw. der mit Unsicherheiten behafteten Prognosen durchzuführen sein. Dies betrifft

insbesondere Prognosen hinsichtlich der Bewertung erheblicher Auswirkungen der im ROP-E geregelten Nutzungen auf die Meeresumwelt. Kumulative Wirkungen von festgelegten Nutzungen sollen dabei regional wie überregional bewertet werden.

Die Untersuchung der potenziellen Umweltauswirkungen von Gebieten für Windenergie hat auf der nachgelagerten Projektebene in Anlehnung an den Standard „Untersuchung von Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen (StUK4)“ und in Abstimmung mit dem BSH zu erfolgen. Das Monitoring während der Errichtung von Fundamenten mittels Rammarbeiten umfasst u.a. Messungen des Unterwasserschalls und akustische Erfassungen der Auswirkungen des Rammschalls auf Meeressäuger unter dem Einsatz von POD-Messgeräten.

Hinsichtlich der konkreten Maßnahmen zur Überwachung der potenziellen Auswirkungen der Windenergienutzung, einschließlich der Auswirkungen durch Stromkabel, wird auf die detaillierten Ausführungen im Umweltbericht zum FEP 2019/ Entwurf des FEP 2020 verwiesen.

Für die Zulassung von Gebieten zur Sand- und Kiesgewinnung gilt z.B., dass vor der nächsten Hauptbetriebsplanzulassung durch ein geeignetes Monitoring nachzuweisen ist, dass die maximal erlaubte Abbautiefe nicht überschritten wird und das Ursprungssubstrat nachweislich erhalten bleibt. Nachzuweisen ist darüber hinaus, dass zwischen den Abbauspuren noch ausreichend nicht abgebaute Bereiche verbleiben, damit das Wiederbesiedlungspotenzial gegeben ist.

Für Rohrleitungen gilt, dass vor der Errichtung ein vorhabenspezifisches Monitoringkonzept für die Bau- und Betriebsphase vorzulegen ist. Monitoringmaßnahmen während der Bauphase umfassen u.a. die Dokumentation von Trübungsfahnen, Hydroschallmessungen und die Erfassung von Meeressäugern und See- und Rastvögeln. Zu den wesentlichen Monitoringmaßnahmen in der Betriebsphase von Rohrleitungen

zählen eine jährliche Dokumentation der Lagestabilität der Rohrleitung und der Überdeckungshöhen sowie eine jährliche Dokumentation der Epifauna auf der aufliegenden Leitung über einen Zeitraum von fünf Jahren nach Inbetriebnahme.

Im Rahmen der SUP für den Plan werden neue Erkenntnisse aus den Umweltverträglichkeitsstudien sowie aus der gemeinsamen Auswertung von Forschungs- und UVS-Daten verwendet. Durch eine gemeinsame Auswertung der Forschungs- und UVS-Daten werden zudem Produkte erstellt, die einen besseren Überblick der Verteilung biologischer Schutzgüter in der AWZ ermöglichen. Die Zusammenführung von Informationen führt zu einer immer solider werdenden Basis für die Auswirkungsprognose.

Allgemein ist beabsichtigt, Daten aus Forschung, Projekten und Überwachung einheitlich zu halten und kompetent ausgewertet zur Verfügung zu stellen. Insbesondere ist hier die Erstellung von gemeinsamen Übersichtsprodukten zur Überprüfung von Auswirkungen des Plans anzustreben. Die im BSH bereits vorhandene Geodaten-Infrastruktur mit Daten aus Physik, Chemie, Geologie und Biologie sowie Nutzungen des Meeres wird als Basis für die Zusammenführung und Auswertung der ökologisch relevanten Daten genutzt und entsprechend weiterentwickelt.

Hinsichtlich der Zusammenführung und Archivierung von ökologisch relevanten Daten aus den vorhabenbezogenen Monitorings und der begleitenden Forschung ist im Einzelnen vorgesehen, auch Daten, die im Rahmen begleitender ökologischer Forschung erhoben werden, im BSH zusammenzuführen und langfristig zu archivieren. Die Daten über biologische Schutzgüter aus den Basisaufnahmen der Offshore-Windenergieprojekte sowie aus dem Monitoring der Bau- und Betriebsphase werden bereits im BSH in einem Fachinformationsnetzwerk für Umweltprüfungen, das so genannte MARLIN (Marine-Life Investigator), gesammelt und archiviert.

## 11 Nichttechnische Zusammenfassung

### 11.1 Gegenstand und Anlass

Die maritime Raumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) liegt nach dem Raumordnungsgesetz (ROG)<sup>8</sup> in der Zuständigkeit des Bundes. Gemäß § 17 Abs. 1 ROG stellt das zuständige Bundesministerium, das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), im Einvernehmen mit den fachlich betroffenen Bundesministerien für die deutsche AWZ einen Raumordnungsplan als Rechtsverordnung auf. Das BSH führt gemäß § 17 Abs. 1 Satz 3 ROG mit der Zustimmung des BMI die vorbereitenden Verfahrensschritte zur Aufstellung des Raumordnungsplans durch. Bei der Aufstellung des ROP erfolgt eine Umweltprüfung nach den Vorschriften des ROG und, soweit anwendbar, nach denen des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)<sup>9</sup>, die sog. Strategische Umweltprüfung (SUP).

Ziel der SUP ist es, nach Art. 1 der SUP-RL 2001/42/EG, zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung ein hohes Umweltschutzniveau sicherzustellen und dazu beizutragen, dass Umwelterwägungen bereits bei der Ausarbeitung und Annahme von Plänen weit vor der konkreten Vorhabenplanung angemessen berücksichtigt werden.

Das inhaltliche Hauptdokument der SUP ist der vorliegende Umweltbericht. Dieser ermittelt, beschreibt und bewertet die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen, die die Durchführung des ROP auf die Umwelt haben wird sowie mögliche und anderweitige Planungsalternativen unter Berücksichtigung der wesentlichen Zwecke

des Plans und des räumlichen Anwendungsbereiches.

Nach § 17 Abs. 1 ROG soll der Raumordnungsplan für die deutsche AWZ unter Berücksichtigung etwaiger Wechselwirkungen zwischen Land und Meer sowie unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten Festlegungen treffen

1. zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs,
2. zu weiteren wirtschaftlichen Nutzungen,
3. zu wissenschaftlichen Nutzungen sowie
4. zum Schutz und zur Verbesserung der Meeresumwelt.

Nach § 7 Abs. 1 ROG sind in Raumordnungsplänen für einen bestimmten Planungsraum und einen regelmäßig mittelfristigen Zeitraum Festlegungen als **Ziele und Grundsätze** der Raumordnung zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums, insbesondere zu den Nutzungen und Funktionen des Raums, zu treffen.

Nach § 7 Abs. 3 ROG können diese Festlegungen auch Gebiete, etwa Vorrang- und Vorbehaltsgebiete, bezeichnen.

Für den Bereich der deutschen AWZ ist für einige Nutzungen, wie zum Beispiel Windenergie auf See und Stromkabel, ein mehrstufiger Planungs- und Zulassungsprozess vorgesehen. Das Instrument der maritimen Raumplanung steht in diesem Zusammenhang auf der obersten und übergeordneten Stufe. Der Raumordnungsplan ist das vorausschauende Planungsinstrument, das verschiedenste Nutzungsinteressen der Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung sowie Schutzansprüche koordiniert.

<sup>8</sup> Vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 159 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

<sup>9</sup> In der Fassung der Bekanntmachung vom 24.02.2010, BGBl. I S. 94, zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749).



Die SUP zum Raumordnungsplan steht im Zusammenhang zu verschiedenen nachgelagerten Umweltprüfungen, insbesondere der direkt nachgelagerten SUP zum Flächenentwicklungsplan (FEP).

Der FEP ist die Fachplanung für den geordneten Ausbau der Windenergie auf See. Im nächsten Schritt werden die im FEP festgelegten Flächen für Windenergieanlagen auf See voruntersucht. Wird die Eignung einer Fläche für die Nutzung von Windenergie auf See festgestellt, kommt die Fläche zur Ausschreibung und der obsiegende Bieter kann einen Antrag auf Zulassung für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf der Fläche stellen. Im Hinblick auf den Charakter des Raumordnungsplans als steuern- des Planungsinstrument ist die Tiefe der Prüfung von voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen durch eine größere Untersuchungsbreite und im Grundsatz eine geringere Untersuchungstiefe gekennzeichnet. Der Schwerpunkt der Prüfung liegt auf der Bewertung kumulativer Effekte und der Prüfung von Alternativen.

Die Aufstellung bzw. Fortschreibung des Raumordnungsplans sowie die Durchführung der SUP erfolgt unter Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes. Diese geben Auskunft darüber, welcher Umweltzustand in Zukunft angestrebt wird (Umweltqualitätsziele). Die Ziele des Umweltschutzes lassen sich in einer Gesamtschau den internationalen, gemeinschaftlichen und nationalen Übereinkommen bzw. Vorschriften entnehmen, die sich mit dem Meeresumweltschutz befassen und aufgrund derer sich die Bundesrepublik Deutschland zu bestimmten Grundsätzen bekannt und zu Zielen verpflichtet hat.

## 11.2 Methodik der Strategischen Umweltprüfung

Im vorliegenden Umweltbericht wird auf die bestehende Methodik der SUP des Flächeneentwicklungsplans aufgebaut und diese mit Blick auf die im Raumordnungsplan zusätzlich getroffenen Festlegungen weiterentwickelt.

Die Methodik richtet sich vor allem nach den zu prüfenden Festlegungen des Plans. Im Rahmen dieser SUP wird für die einzelnen Festlegungen ermittelt, beschrieben und bewertet, ob die Festlegungen voraussichtlich erhebliche Auswirkungen auf die betroffenen Schutzgüter haben. Der Untersuchungsgegenstand des Umweltberichts entspricht den Festlegungen des Raumordnungsplans, wie sie in § 17 Abs. 1 ROG aufgeführt sind. Maßgeblich sind hierbei insbesondere die Auswirkungen der räumlichen Festlegungen. Textliche Ziele und Grundsätze ohne unmittelbare räumliche Festlegung dienen zwar häufig auch der Vermeidung und Verminderung von Umweltauswirkungen, können ihrerseits aber auch zu Auswirkungen führen, so dass eine Prüfung erforderlich ist.

Die Prüfung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans umfasst schutzgutbezogen sekundäre, kumulative, synergetische, kurz-, mittel- und langfristige, ständige und vorübergehende, positive und negative Auswirkungen. Grundlage für die Einschätzung möglicher Auswirkungen ist eine ausführliche Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustandes. Die SUP ist im Hinblick auf die folgenden Schutzgüter durchgeführt worden:

- Fläche
- Boden
- Wasser
- Plankton
- Biotoptypen
- Benthos
- Fische
- Marine Säugetiere
- Avifauna
- Fledermäuse

- Biologische Vielfalt
- Luft
- Klima
- Landschaft
- Kulturgüter und sonstige Sachgüter
- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit
- Wechselwirkungen zw. Schutzgütern

Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen erfolgt für die einzelnen zeichnerischen und textlichen Festlegungen zur Nutzung und zum Schutz der AWZ schutzgutbezogen unter Einbeziehung der Zustandseinschätzung.

Es werden alle Planinhalte untersucht, die potenziell erhebliche Umweltauswirkungen entfalten können. Dabei werden sowohl dauerhafte als auch temporäre, z.B. baubedingte, Auswirkungen betrachtet. Anschließend erfolgt eine Darstellung möglicher Wechselwirkungen, eine Betrachtung möglicher kumulativer Effekte und potenzieller grenzüberschreitender Auswirkungen.

Eine Bewertung der Auswirkungen durch die Festlegungen des Plans erfolgt anhand der Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung und der Funktion und Bedeutung der jeweils festgelegten Gebiete für die einzelnen Schutzgüter einerseits und den von diesen Festlegungen ausgehenden Wirkungen und daraus resultierenden potenziellen Auswirkungen andererseits. Eine Prognose der vorhabenbezogenen Auswirkungen bei Umsetzung des Raumordnungsplans erfolgt in Abhängigkeit der Kriterien Intensität, Reichweite und Dauer der Effekte.

Im Rahmen der Auswirkungsprognose werden als Bewertungsgrundlage, abhängig von den Festlegungen für die jeweilige Nutzung, spezifische Rahmenparameter herangezogen.

Hinsichtlich der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Windenergie auf See werden für eine schutzgutbezogene Betrachtung bestimmte Parameter in Form von Bandbreiten angenommen. Im Einzelnen sind das etwa Leistung pro Anlage, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und Gesamthöhe der Anlagen. Auch für Leitungen, die Sand- und Kiesgewinnung, die Fischerei und Meeresforschung werden bestimmte Rahmenparameter angenommen. Für die Bewertung der Umweltauswirkungen durch die Schifffahrt gilt es zu untersuchen, welche zusätzlichen Auswirkungen auf die Festlegungen im ROP-E zurückzuführen sind.

## 11.3 Zusammenfassung der schutzgutbezogenen Prüfungen

### 11.3.1 Boden/Fläche

Die Ostsee ist ein Nebenmeer des Atlantiks und über den Großen und Kleinen Belt sowie den Øresund mit der Nordsee verbunden. Das Bodenrelief zeichnet sich durch seine charakteristische Becken- und Schwellenstruktur aus. Die Ostseebecken übernehmen die Funktion der Sedimentationsräume mit den charakteristischen Schlicksedimenten. Für das Ökosystem der Ostsee sind jedoch die Schwellen mit ihren tief eingeschnittenen Rinnen von entscheidender Bedeutung, weil sie den Wasseraustausch und folglich die komplexen physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse kontrollieren. So erfolgt 73% des gesamten Wasseraustausches zwischen Nord- und Ostsee über die Darßer Schwelle (Kadettrinne).

Ausgehend von der Becken- und Schwellengliederung der Ostsee wurden anhand geologischer, geomorphologischer und ozeanographischer Kriterien acht Teilgebiete abgegrenzt.

Die Kieler Bucht liegt am Südausgang des Kleinen und Großen Belts in der westlichen Ostsee. Ihre östliche Begrenzung bilden der Fehmarn-Belt und der Fehmarn-Sund. Sie ist eine typische Fördenküste mit schmalen, tiefeingeschnittenen

Buchten. Die Wassertiefen liegen zwischen 5 m auf dem Stoller Grund und 42 m in der Vinds Grav-Rinne bei Fehmarn. Im Hinblick auf die Sedimentverteilung konzentrieren sich die Restsedimentvorkommen in der AWZ auf den Bereich westlich von Fehmarn. Die sandigen Bereiche sind besonders in Nachbarschaft zur Großen Belt-Rinne, wo genügend starke Strömungen Megarippel bilden, auf dem relativ ebenen Meeresgrund in 15 bis 18 m Tiefe zu finden. Schlickige Sande sind u. a. westlich von Fehmarn verbreitet. Mischsedimente treten in den tiefen Rinnen des Großen Belts und des Fehmarn-Belts auf. Unter dieser holozänen Sedimentauflage lagern spätglaziale Sande und Bändertone. Darunter liegen in weiten Teilen der Kieler Bucht saalezeitlicher Geschiebemergel und Schmelzwassersande, die wiederum meist ältere eiszeitliche oder tertiäre Tonen und Sanden überlagern.

Der 18 bis 24 km breite Fehmarn Belt nimmt eine Sonderstellung für den Wasseraustausch der Belte mit den östlich angrenzenden Ostsee-Becken ein, indem der Austausch zwischen Nord- und Ostseewasser überwiegend über das System Großer Belt – Fehmarn-Belt erfolgt. Ausdruck dieser markanten hydrodynamischen Verhältnisse sind mehrere Mega- bzw. Riesenrippelfelder im westlichen Fehmarn Belt. Die Riesenrippel liegen auf einer durchgehenden Lage aus Restsedimenten, die aus Steinen in unterschiedlicher Dichte, die Faustgröße erreichen.

Östlich des Fehmarn-Belt liegt die Mecklenburger Bucht, die etwa entlang der 20 m-Tiefenlinie zur Darßer Schwelle und zum Fehmarn-Belt abgegrenzt wird. Die Mecklenburger Bucht weist eine maximale Wassertiefe von 28 m auf. Die Verteilung der Oberflächensedimente ist charakterisiert durch ein Schlickvorkommen unterhalb der 20 m-Tiefenlinie, das zum Beckenrand allmählich sandiger wird. Die Mächtigkeit des Schlicks liegt im Beckenzentrum zwischen 5 bis 10 m. Zum Beckenrand werden Mittel- bis Grobsande angetroffen. Größere Vorkommen von

Grobsand, Kies und Restsediment (Steine, Blöcke) treten in den Flachwasserzonen südlich von Fehmarn auf. Der geologische Aufbau des Mecklenburger Beckens ist von den Ablagerungen der unterschiedlichen Ostseestadien bestimmt, die auf den Geschiebemergel aus der letzten Eiszeit überlagern.

Die Darßer Schwelle bezeichnet das Seegebiet zwischen der Halbinsel Fischland – Darß und den dänischen Inseln Falster und Møn. Prägendes Element ist ein submariner Geländerrücken aus Geschiebemergel, der vom Steilufer zwischen Wustrow und Ahrenshoop in nordwestlicher Richtung bis zum Gedser Rev verläuft. In diesen Rücken ist das Furchensystem der Kadetrinne bis 32 m tief eingeschnitten. In unregelmäßiger Folge wechseln hier Geschiebemergelrippen von 1 bis 2 m Höhe mit ebenen Feinsand- und Schlickflächen. Auf der Kadetrinne und insbesondere an ihren Flanken kommt eine unterschiedlich dichte Stein- und Blockbedeckung vor. In den Rinnen werden Riesen- bzw. Megarippel mit Kammabständen von etwa 400 m beobachtet. Die nordöstlich angrenzende Falster-Rügen-Platte ist wesentlich reliefärmer und mit Ausnahme des bis in weniger als in 8 m Wassertiefe aufragenden Plantagenet-Grundes sowie einer nördlich davon gelegenen Rinnenstruktur ins Arkona-Becken kaum morphologisch strukturiert. Sie ist überwiegend von Feinsand bedeckt. Die Mächtigkeiten der Sande liegen zwischen 10 m bis 50 m. Der geologische Aufbau dieses Teilgebiets besteht im Wesentlichen aus drei Geschiebemergel-Horizonten. Westlich einer Linie Darßer Ort – Møn taucht seine Oberfläche ins Arkona-Becken ab. Darüber folgen sandige bis schluffige Sedimente der unterschiedlichen Ostsee-Stadien.

Das Arkona-Becken wird zur Falster-Rügen-Platte von der 40 m-Tiefenlinie begrenzt. Im Westen ragt die Erhebung des Kriegers Flak ins Becken hinein. Im Nordosten hat das Arkona-Becken über den Bornholmshgat Verbindung zum Bornholm-Becken; im Osten grenzt es an die

Untiefe der Rønne-Bank mit dem Adlergrund als seinem westlichen Ausläufer. Die maximale Wassertiefe liegt bei über 50 m. Die Sedimentverteilung auf dem Meeresboden besteht fast ausschließlich aus schlickigen Sedimenten. Der geologische Aufbau aus zwei Geschiebemergel-Horizonten, die von spät- und nacheiszeitlichen Tonen und Schluffen überlagert werden.

Der Kriegers Flak (auch als Møn-Bank bezeichnet) ist eine Untiefe am westlichen Rand des Arkonabeckens. Seine Wassertiefen liegen zwischen 16 m im Bereich der dänischen AWZ und 40 m auf deutscher Seite. Morphologisch tritt das Gebiet als Kuppe in Erscheinung, die nach Osten und Süden ins Arkonabecken abtaucht. Die Verteilung der Oberflächensedimente auf dem Meeresboden ist sehr heterogen und weist den typischen Schwellencharakter auf. In der deutschen AWZ ist der Geschiebemergel in der nordwestlichen Ecke verbreitet, der vor allem an den Flanken bis zur 25 m-Tiefenlinie im Süden bzw. bis zur 40 m-Tiefenlinie im Osten direkt am Meeresgrund ansteht. In den flacheren Wassertiefen ist er markant mit Steinen und Blöcken (Findlingen) bedeckt, die stellenweise wallartige Strukturen bilden. An den Geschiebemergel schließt sich im Süden ein Band aus Grobsand und Kies an, das mit zunehmender Wassertiefe von Sanden und Tonen abgelöst wird. Im Osten grenzen die fleckhaft verteilten, geringmächtigen Sanddecken und Tone unmittelbar an den anstehenden Geschiebemergel. Im Bereich der Stein- und Blockvorkommen ist ein ausgeprägter Muschelbewuchs (*Mytilus*) charakteristisch.

Der Adlergrund stellt den westlichen Ausläufer der Rønnebank dar, die sich als Untiefe von Bornholm Richtung Südwesten zieht. Der Meeresboden hat infolge seiner glazialen Bildungsgeschichte und der postglazialen Überprägung ein sehr unruhiges Relief. Die Wassertiefen bewegen sich zwischen 5 und 25 m. In weiten Teilen dominieren Restsedimente (Grobsand, Feinkies und Steine) auf anstehendem Geschiebemergel. Die Steine sind faust- bis kopfgroß und

kommen vereinzelt bis flächendeckend in diesen Arealen vor. Daneben sind Blöcke (Findlinge) mit mehreren Meter Länge verbreitet, die mit Muscheln (*Mytilus*) unterschiedlicher Dichte bewachsen sind. Die geringmächtigen Meeresande treten fleckhaft zwischen den Restsedimenten oder als langgestreckte Bänder auf. Am Nordwestrand gehen die Sande in die Schlickede des Arkonabeckens über. Nach Süden ist ein kontinuierlicher Übergang in die sandigen Flächen der Pommerschen Bucht und Oderbank zu verzeichnen. Der geologische Aufbau des Adlergrundes ist im Wesentlichen bestimmt von Geschiebemergelstauchungen, Schmelzwasser-Ablagerungen in Form von Sanden und Kiesen sowie bis nah an den Meeresboden anstehende Schreibkreide, die aufgrund ihrer glazialtektonischen Beanspruchung Störungszonen sowie Zwischenlagen aus Sanden, Kiesen oder Steinen aufweist.

Das südlich angrenzende Teilgebiet der Oderbank ist eine Erhebung mit Wassertiefen zwischen 7 bis ca. 20 m. Der weitgehend strukturelle Meeresboden besteht überwiegend aus Feinsanden. Restsedimente in Form vereinzelter Steinvorkommen kommen insbesondere nördlich und nordöstlich der Oderbank in der Adlergrund-Rinne vor. Im nordwestlichen Bereich der Oderbank treten neben vereinzelt Steinen mit einem Durchmesser bis zu 1 m auch faustgroße bis mehrere Quadratmeter große Muschelfelder sowie kleinere Rippelfelder aus Grobsand auf. Der geologische Aufbau der Oderbank weist in seinem Kern Geschiebemergel und eiszeitliche Sande auf.

Die Zustandseinschätzung wurde für die Aspekte „Seltenheit/Gefährdung“, „Vielfalt/Eigenart“ und „Vorbelastung“ vorgenommen. Da sich die Sedimenttypen und Bodenformen in der gesamten Ostsee vorfinden, in Teilen jedoch charakteristisch für die südwestliche Ostsee sind, wird der Aspekt der „Seltenheit/Gefährdung“ als mittel bis gering eingeschätzt. In der AWZ der

Ostsee trifft man eine mittlere bis hohe „Vielfalt/Eigenart“ an, die sich in Form einer heterogenen Sedimentverteilung in Kombination ausgeprägter morphologischer Verhältnisse sowie heterogener Sedimentverteilung und fehlender Bodenformen bzw. homogener Sedimentverteilung und ausgeprägter Bodenformen widerspiegelt. Aufgrund der anthropogenen Veränderungen, die jedoch nicht zum Verlust der ökologischen Funktionen führten, wird von einer mittleren „Vorbelastung“ ausgegangen.

Die durch die Schifffahrt emittierten und in den Meeresboden gelangten Schadstoffe wie z.B. Öl ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

Windenergieanlagen haben im Hinblick auf das Schutzgut Boden eine lokal eng begrenzte Umweltauswirkung. Das Sediment ist nur im unmittelbaren Nahbereich permanent durch das Einbringen der Gründungselemente, inkl. ggf. Kolschutz, und die daraus resultierende Flächeninanspruchnahme betroffen.

Baubedingt kommt es bei der Gründung von Windenergieanlagen kurzzeitig zur Aufwirbelung von Sedimenten und zur Ausbildung von Trübungsfahnen. Das Ausmaß der Resuspension hängt im Wesentlichen vom Feinkorngehalt im Boden ab. In den Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch direkt im Bereich des Eingriffs oder in deren unmittelbarer Umgebung absetzen. Der Suspensionsgehalt nimmt durch Verdünnungseffekte und Sedimentation der aufgewirbelten Sedimentpartikel schnell wieder auf die natürlichen Hintergrundwerte ab. Die zu erwartenden Beeinträchtigungen in Bereichen mit höherem Feinkornanteil und der damit einhergehenden erhöhten Trübung bleiben jedoch aufgrund der geringen bodennahen Strömung kleinräumig begrenzt.

Betriebsbedingt kann es durch die Wechselwirkung von Fundament und Hydrodynamik im un-

mittelbaren Umfeld der Anlage zu einer dauerhaften Aufwirbelung und Umlagerung von Sedimenten kommen. Nach den bisherigen Erfahrungen in der Nordsee ist mit strömungsbedingten dauerhaften Sedimentumlagerungen nur im unmittelbaren Umfeld der Windenergieanlagen zu rechnen. Für die Ostsee liegen derartige Erfahrungen zurzeit noch nicht vor. Aber aufgrund der geringen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Anlagen ist auch hier nur ein lokaler Kolk zu erwarten. Aufgrund des prognostizierten räumlich eng begrenzten Umfangs der Auskolkung ist mit keinen nennenswerten Substratveränderungen zu rechnen.

Bei der Verlegung der parkinternen Verkabelung oder Leitungen nimmt aufgrund der Sedimentaufwirbelung die Trübung der Wassersäule zu. Das Ausmaß der Resuspension hängt im Wesentlichen vom gewählten Verlegeverfahren und vom Feinkorngehalt im Boden ab. In den Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch direkt an der Baustelle oder in deren unmittelbarer Umgebung absetzen. Dabei nimmt der Suspensionsgehalt durch Verdünnungseffekte und Sedimentation der aufgewirbelten Sedimentpartikel wieder auf die natürlichen Hintergrundwerte ab. Die zu erwartenden Beeinträchtigungen durch erhöhte Trübung bleiben lokal kleinräumig begrenzt.

In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten wird sich das freigesetzte Sediment deutlich langsamer wieder absetzen. Da die bodennahen Strömungen jedoch relativ gering sind, ist davon auszugehen, dass auch hier die auftretenden Trübungsfahnen eine eher lokale Ausprägung haben und sich das Sediment relativ in der näheren Umgebung wieder absetzen wird. Eine substantielle Änderung in der Sedimentzusammensetzung ist nicht zu erwarten.

Kurzfristig können Schad- und Nährstoffe aus dem Sediment in das Bodenwasser freigesetzt werden. Die mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus dem sandigen Sediment ist aufgrund des relativ geringen Feinkornanteils (Schluff und Ton) und der geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. Im Bereich der schluffigen und tonigen Meeresböden kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i. d. R. an herabsinkende Partikel, die wegen der geringen Strömungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben. Mittelfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schllickigen Becken abgesetzt.

Auswirkungen in Form mechanischer Beanspruchung des Bodens durch Verdrängung, Kompaktion und Erschütterungen, die im Zuge der Bauphase zu erwarten sind, werden wegen ihrer Kleinräumigkeit als gering eingeschätzt.

Die beschriebenen Auswirkungen durch die Windenergie auf See sowie der Leitungen sind räumlich begrenzt und mit Ausnahme der Flächenversiegelung durch das Einbringen von Gründungsstrukturen temporär. Die Auswirkungen ergeben sich unabhängig von der Durchführung oder Nichtdurchführung des Plans.

Im Allgemeinen erfolgt die Gewinnung von Kiessanden und Sanden flächenhaft mit einem Schleppkopf-Saugbagger (suction trailer hopper dredging). Dadurch entstehen i. d. R. etwa 2 bis 4 m breite Furchen zwischen denen unbeanspruchter Meeresboden stehen bleibt. Im Fall von selektiver Sedimentgewinnung werden die Kiessande an Bord gesiebt und die nicht benötigte Fraktion (Sand oder Kies) wieder vor Ort rückgeleitet. Die Ausdehnung der bei Materialrückleitung entstehenden Trübungsfahnen ist abhängig von der Korngröße und der Menge des rückgeleiteten Materials sowie der Strömung und deren Richtungsstabilität. Aufgrund der ge-

ringen Strömungsgeschwindigkeiten in der Ostsee ist eher eine lokal begrenzte Ausdehnung der Trübungsfahnen zu erwarten.

Bei einer selektiven Gewinnung kann es zu einer Veränderung des Substrats kommen; je nach rückgeleiteter Fraktion findet eine Verfeinerung bzw. Vergröberung des ursprünglichen Sedimenttyps statt, wodurch es zu Auswirkungen auf die physikochemischen Parameter und dadurch zu einer Mobilisierung von Schadstoffen kommen kann. Aufgrund der eher geringen Schadstoffbelastung der Sedimente und den geringen Auswirkungen auf die physikochemischen Parameter ist insgesamt von keiner nennenswerten Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment auszugehen.

Eine Förderung von Kohlenwasserstoffen findet derzeit in der AWZ der Ostsee nicht statt. Im Allgemeinen ist mit folgenden Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden bzw. Fläche zu rechnen:

Baubedingt kann es durch die Einleitung von Bohrklein/Bohrspülung zu Trübungsfahnen bzw. stofflichen Veränderungen der Sedimente kommen. Anlagenbedingt kann es durch Gründungsstrukturen zur Versiegelung und/oder Verdichtung des Meeresbodens kommen. Betriebsbedingt kann es zu Schadstoffeinträgen durch Korrosionsschutzanstriche oder Einleitung von Produktionswasser oder anderen Abwässern kommen, die Auswirkungen auf den Meeresboden haben könnten.

Die beschriebenen Auswirkungen hinsichtlich der Rohstoffgewinnung würden sowohl bei Durchführung wie bei Nichtdurchführung des Plans bestehen. Durch die Festlegung von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten wird der Nutzung Rohstoffgewinnung zukünftig jedoch mehr Bedeutung bei raumordnerischen Abwägungen zugewiesen. Eine Beeinflussung des Schutzgutes Boden in den Vorrang- und Vorbehaltsgebieten ist somit bei Durchführung des Plans wahrscheinlicher als bei der Nichtdurchführung.

Für fischereiliche Zwecke werden in der AWZ der Ostsee Schlepp- und Stellnetze eingesetzt. Die Scherbretter der Grundsleppnetze dringen i.d.R. wenige Millimeter bis Zentimeter tief in den sandigen bis schlickigen Meeresboden der Ostsee ein. In sandigen Meeresböden und einer entsprechenden Sedimentdynamik kann von einer relativ raschen Regenerierung innerhalb von Tagen oder wenigen Wochen ausgegangen werden. In größeren Wassertiefen und hier insbesondere in den Ostseebecken bleibe die Schleppspuren aufgrund der geringen Sedimentdynamik über längere Zeiträume erhalten.

Die bodennahe Bildung von Trübungsfahnen und mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus den sandigen Sedimenten ist in Bereichen mit relativ geringem Feinkornanteil und geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. Bei Meeresböden mit höherem Feinkornanteil wie z.B. den Ostseebecken kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i.d.R. an herabsinkenden Partikeln, die wegen der geringen Strömungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben.

Die Auswirkungen der Fischerei auf das Schutzgut Boden ergeben sich unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Insgesamt haben die im ROP dargestellten Festlegungen keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden bzw. Fläche.

### 11.3.2 Benthos und Biotope

Das Arteninventar der AWZ der Ostsee ist mit seinen ca. 250 Makrozoobenthosarten als durchschnittlich anzusehen. Auch die Benthoslebensgemeinschaften sind typisch für die AWZ der Ostsee und weisen größtenteils keine Besonderheiten auf. Nach den aktuell vorliegenden Untersuchungen wird das Makrozoobenthos der

AWZ der Ostsee auch aufgrund der nachgewiesenen Anzahl Rote-Liste-Arten als durchschnittlich angesehen. Untersuchungen des Makrozoobenthos im Rahmen der Genehmigungsverfahren der Offshore-Windparks und Netzanbindungen aus den Jahren 2002 bis 2015 haben diese Einschätzung bestätigt. Das vorgefundene Arteninventar und die Anzahl der Rote-Liste-Arten weisen auf eine durchschnittliche Bedeutung des Untersuchungsraums für Benthosorganismen hin.

Bei der Tiefgründung der Windenergieanlagen und Plattformen kommt es kleinräumig und kurzfristig zu Störungen des Meeresbodens, Sedimentaufwirbelungen und einer Ausbildung von Trübungsfahnen. Durch die Resuspension von Sediment und die anschließende Sedimentation kann es für die Dauer der Bautätigkeiten in der unmittelbaren Umgebung der Fundamente zu einer Beeinträchtigung oder Schädigung des Benthos und Inanspruchnahme von Biotopen kommen. Diese Beeinträchtigungen werden sich voraussichtlich jedoch nur kleinräumig auswirken und sind zeitlich eng begrenzt. Anlagebedingt kann es durch die lokale Flächenversiegelung und das Einbringen von Hartsubstraten im unmittelbaren Umfeld des Bauwerks zu Veränderungen der Artenzusammensetzung kommen. Da die Besiedlung der künstlichen Hartsubstrate mit einer Anreicherung von organischem Material verbunden ist, kann durch den biologischen Abbauprozess lokal Sauerstoffmangel auftreten.

Durch die Verlegung der Seekabelsysteme sind ebenfalls nur kleinräumige Störungen des Benthos und Biotope durch Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen im Bereich der Kabeltrasse zu erwarten. Mögliche Auswirkungen auf das Benthos und Biotope sind abhängig von den eingesetzten Verlegeverfahren und den geologischen und hydrographischen Bedingungen. Bei der vergleichsweise schonenden Verlegung mittels Einspülverfahren sind nur geringfügige Störungen im Bereich der Kabeltrasse zu erwar-

ten. Für die Dauer der Verlegung der Seekabelsysteme ist mit lokalen Sedimentumlagerungen und Trübungsfluten zu rechnen. In bindigeren Böden werden die Kabelsysteme eingefräst oder mit einem schweren Pflug verlegt. Diese Verfahren gehen ebenfalls mit einer Störung des Sediments und der Benthosfauna sowie Sedimentaufwirbelungen einher.

In Bereichen mit einem geringeren Feinkornanteil wird sich der größte Teil des freigesetzten Sediments relativ rasch in unmittelbarer Umgebung der Kabeltrasse absetzen. In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten sind die bodennahen Strömungen relativ gering, so dass auch für diese Gebiete nur vorübergehende, lokale Effekte zu erwarten sind. Kurzfristig können Schad- und Nährstoffe aus dem Sediment in das Bodenwasser freigesetzt werden. Die mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus dem sandigen Sediment ist zu vernachlässigen. Im Bereich der schluffigen und tonigen Meeresböden kann es zu einer deutlichen Freisetzung von Schadstoffen aus dem Sediment in das Bodenwasser kommen. Die Schadstoffe haften sich i. d. R. an herabsinkende Partikel, die wegen der geringen Strömungen in den Ostseebecken kaum über größere Distanzen verdriftet werden und in ihrem angestammten Milieu verbleiben. Mittelfristig wird dieses remobilisierte Material wieder in den schlammigen Becken abgesetzt.

Im Bereich erforderlicher Steinschüttungen für Kabelkreuzungen oder für den Fall, dass es lokal erforderlich sein sollte, Kabelabschnitte auf dem Meeresboden zu verlegen, werden benthische Lebensräume direkt überbaut. Der dadurch bedingte Lebensraumverlust ist dauerhaft, aber kleinräumig. Es entsteht ein standortfremdes Hartsubstrat, das kleinräumig Veränderungen der Artenzusammensetzung hervorrufen kann. Erhebliche Auswirkungen durch diese kleinräumigen Bereiche auf Benthos und Biotope sind nicht zu erwarten. Zudem ist die Gefahr einer ne-

gativen Beeinflussung der benthischen Weichbodengemeinschaft durch gebietsuntypische Arten gering, da die Rekrutierung der Arten mit großer Wahrscheinlichkeit aus den natürlichen Hartsubstrathabitaten erfolgen wird.

Betriebsbedingt kann direkt über dem Kabelsystem eine Erwärmung der obersten Sedimentschicht des Meeresbodens auftreten, die zu Beeinträchtigungen benthischer Lebensgemeinschaften führen kann. Der ROP trifft einen Planungsgrundsatz zur weitestgehenden Vermeidung von Beeinträchtigungen durch die Sedimentenerwärmung. Auf Ebene der Fachplanung (FEP) wird mit dem Planungsgrundsatz zur Sedimentenerwärmung konkretisierend fest, dass das 2 K-Kriterium einzuhalten ist. Dieser Vorsorgewert stellt nach Einschätzung des BfN nach derzeitiger Kenntnis mit hinreichender Wahrscheinlichkeit sicher, dass erhebliche negative Auswirkungen der Kabelerwärmung auf die Meeresumwelt vermieden werden.

Durch die geplanten Seekabeltrassen sind nach derzeitigem Stand bei Einhaltung des 2 K-Kriteriums keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Benthos und Biotope zu erwarten. Es werden lediglich sehr kleinräumige Bereiche außerhalb von Schutzgebieten in Anspruch genommen. Wegen der meist schnellen Regenerationsfähigkeit der vorkommenden Populationen von Benthosorganismen mit kurzen Generationszyklen und ihrer weiträumigen Verbreitung in der deutschen Ostsee ist eine schnelle Wiederbesiedlung sehr wahrscheinlich.

Bezüglich der Festlegung des Gebiets SKO1 als Vorbehaltsgebiet für Sand- und Kiesgewinnung ist deren Lage innerhalb des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ zu berücksichtigen.

Konkrete Informationen zum Gebiet SKO1 liegen nicht vor. Für die vergleichbare Kiessandlagerfläche „OAM III“ in der AWZ der Nordsee, die ebenfalls im Naturschutzgebiet liegt, gibt es al-



lerdings derzeit keine Hinweise, dass die bisherigen Abbauaktivitäten zu einer grundlegenden Veränderung der Sedimentstruktur oder -zusammensetzung im Abbaug Gebiet geführt haben. Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass das Ursprungssubstrat in der Fläche erhalten werden konnte und eine Regenerationsfähigkeit insbesondere für artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe gegeben ist. Unter ähnlichen Voraussetzungen kann davon ausgegangen werden, dass erhebliche Beeinträchtigungen von benthischen Lebensräumen und deren Gemeinschaften durch die Festlegung des Gebietes SKO1 nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden können.

Hinsichtlich der Nutzungen Schifffahrt, Meeresforschung und sonstigen Nutzungen sind aufgrund der Festlegungen des ROP keine erheblichen Auswirkungen auf Benthos und Biotope zu erwarten, die über die allgemeinen Effekte der Nutzungen ohne Festlegung hinausgehen würden.

Die Festlegung der ausgewiesenen Naturschutzgebiete der AWZ der Ostsee als Vorranggebiete Naturschutz unterstützt die auf Grundlage von geeigneten Managementmaßnahmen der Naturschutzgebiete zu erwartenden positiven Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften und Biotope.

### 11.3.3 Fische

Nach bisherigen Erkenntnissen kommen die habitattypischen Fischgemeinschaften in der deutschen AWZ vor. Die pelagische Fischgemeinschaft, vertreten durch Hering, Sprotte, Lachs und Meerforelle, wurde ebenso nachgewiesen wie die demersale Fischgemeinschaft, bestehend aus großen Fischarten wie Dorsch, Scholle, Flunder und Kliesche. Aufgrund der habitattypischen Fischgemeinschaften hat die Fischfauna bezüglich der Eigenart eine durchschnittliche Bedeutung. Im östlichen Teil der AWZ wurden im Rahmen verschiedener Untersuchungen

insgesamt 45 Fischarten nachgewiesen, darunter 6 Rote-Liste-Arten. Die Vorranggebiete für Windenergie stellen nach derzeitigem Kenntnisstand für keine der geschützten Fischarten ein bevorzugtes Habitat dar. Demzufolge hat der Fischbestand im Planungsbereich im Vergleich zu angrenzenden Meeresgebieten keine ökologisch herausgehobene Bedeutung. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung des Schutzgutes Fische durch den geplanten Bau von Windparks und der dazugehörigen Plattformen und Seekabeltrassen zu rechnen. Die Auswirkungen beim Bau der Windparks, Plattformen und Seekabelsysteme auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich begrenzt. Während der Bauphase der Gründungen, der Plattformen und der Verlegung der Seekabelsysteme kann es durch Sedimentaufwirbelungen sowie die Bildung von Trübungsfahnen kleinräumig und vorübergehend zu Beeinträchtigungen der Fischfauna kommen. Aufgrund der vorherrschenden Sediment- und Strömungsbedingungen wird die Trübung des Wassers voraussichtlich schnell wieder abnehmen. Somit bleiben die Beeinträchtigungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand kleinräumig und vorübergehend. Insgesamt ist für adulte Fische von geringen kleinräumigen Beeinträchtigungen auszugehen. Zudem ist die Fischfauna an die hier typischen, von Stürmen verursachten natürlichen Sedimentaufwirbelungen angepasst. Ferner kann es während der Bauphase zur vorübergehenden Vergrämung von Fischen durch Lärm und Vibrationen kommen. Geräusche der Bauphase sind durch geeignete Maßnahmen zu mindern. Weitere lokale Auswirkungen auf die Fischfauna können von den zusätzlich eingebrachten Hartsubstraten infolge einer möglichen Veränderung des Benthos ausgehen.

Die Festlegung der Vorranggebiete Naturschutz können sich nach aktuellem Kenntnisstand erheblich positiv auf die Fischfauna auswirken

und der Übernutzung einiger Fischbestände der Ostsee entgegenwirken. Durch die Festlegungen weiterer Nutzungen im ROP-E, wie Rohstoffgewinnung oder Schifffahrt, ergeben sich nach bisherigen Erkenntnissen keine erheblichen Auswirkungen auf die Fischfauna.

#### 11.3.4 Marine Säuger

Die deutsche AWZ der Ostsee gehören, wie die gesamte westliche Ostsee, zum Lebensraum der Schweinswale. Nach aktuellem Kenntnisstand werden die im Plan festgelegten Vorranggebiete für Windenergiegewinnung EO1, EO2 und EO3 von Schweinswalen als Durchzugs- und Nahrungsgebiete genutzt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass diese Gebiete besondere Funktionen als Aufzuchtgebiete für Schweinswale haben. Seehunde und Kegelrobben nutzen die drei Gebiete EO1 bis EO3 nur sporadisch als Durchzugsgebiete. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem Monitoring der Natura2000-Gebiete und aus Untersuchungen für Offshore-Windparks kann derzeit eine mittlere bis saisonal hohe Bedeutung der Gebiete EO1 und EO2 für Schweinswale abgeleitet werden. Die saisonal hohe Bedeutung des Gebietes ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des Schweinswals in den Wintermonaten. Für Seehunde und Kegelrobben haben diese Flächen keine besondere Bedeutung.

Gefährdungen können für marine Säuger durch Lärmemissionen während der Installation der Fundamente von Umspann- bzw. Sammelplattformen verursacht werden. Ohne den Einsatz von schallmindernden Maßnahmen können erhebliche Beeinträchtigungen mariner Säuger während der Rammungen in einzelnen Teilräumen nicht ausgeschlossen werden. Die Rammung von Pfählen der Umspann- bzw. Sammelplattformen wird deshalb im konkreten Zulassungsverfahren nur unter dem Einsatz wirksamer Schallminderungsmaßnahmen gestattet

werden. Hierzu legt der Plan Grundsätze und Ziele fest.

Diese besagen, dass die Installation der Fundamente nur unter Einhaltung strenger Schallminderungsmaßnahmen durchzuführen ist. Im konkreten Zulassungsverfahren werden zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte (Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re 1 $\mu$ Pa<sup>2</sup>s und Spitzenpegel von 190 dB re 1 $\mu$ Pa in 750 m Entfernung um die Ramm- bzw. Einbringstelle) umfangreiche Schallminderungsmaßnahmen und Überwachungsmaßnahmen angeordnet. Durch geeignete Maßnahmen ist dabei sicherzustellen, dass sich im Nahbereich der Rammstelle keine marinen Säugetiere aufhalten. Erhebliche Auswirkungen auf marine Säugetiere durch den Betrieb der Umspann- bzw. Sammelplattformen können nach aktuellem Kenntnisstand ausgeschlossen werden.

Die Festlegung von Vorranggebieten für Windenergiegewinnung außerhalb von Naturschutzgebieten trägt zu einer Reduzierung der Gefährdung von Schweinswalen in wichtigen Nahrungs- und Aufzuchtgebieten bei. Durch die Errichtung und den Betrieb der Windenergieanlagen und Plattformen ist nach Umsetzung der im Einzelverfahren anzuordnenden Minderungsmaßnahmen gemäß Planungsgrundsatz und entsprechender Einhaltung geltender Lärmschutzwerte derzeit nicht mit erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger zu rechnen. Auch durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen sind keine erheblichen Auswirkungen auf marine Säugetiere zu erwarten.

Im Ergebnis können erheblichen Auswirkungen der Festlegungen im ROP-E auf das Schutzgut marine Säugetiere mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 11.3.5 See- und Rastvögel

Die AWZ der Ostsee kann in unterschiedliche Teilbereiche untergliedert werden, die ein für die jeweiligen herrschenden hydrographischen Bedingungen, den Entfernungen zur Küste, bestehenden Vorbelastungen und artspezifischen Habitatansprüchen zu erwartendes Seevogelvorkommen aufweisen.

Von den im ROP-E berücksichtigten Nutzungen gehen verschiedenen Auswirkungen auf See- und Rastvögel aus, die überwiegend sowohl räumlich als auch zeitlich begrenzt auf den Bereich bzw. für die Dauer der Aktivität wirken. Für störempfindliche Arten wie Stern- und Prachtttaucher gehen von Offshore-Windparkvorhaben Störwirkungen aus, die zu einem Meideverhalten führen. Erkenntnisse über Gewöhnungseffekte liegen bisher nicht vor.

Durch die Freiraumsicherung bzw. Nichtfestlegung von Gebieten für Windenergie in den Meeresnaturschutzgebieten werden Auswirkungen wie Habitatverlust in diesen wichtigen Lebensräumen reduziert. Der ROP-E legt zudem die Naturschutzgebiete als Vorranggebiete für Naturschutz fest. Grundsätze des ROP-E sehen zudem eine zeitliche und räumliche Koordination beim Bau von Offshore-Windparkvorhaben vor.

Mit der räumlichen Festlegung weiterer Nutzungen, wie z. B. Schifffahrt und Rohstoffgewinnung (insbesondere Sand- und Kiesabbau) gehen nicht automatisch gesteigerte Nutzungsintensitäten einher. Vielmehr handelt es sich bei diesen räumlichen Festlegungen um eine Nachzeichnung bisheriger Aktivitäten.

Im Ergebnis gehen keine erheblichen Auswirkungen der Festlegungen im ROP-E auf das Schutzgut See- und Rastvögel mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 11.3.6 Zugvögel

Für den Vogelzug hat die AWZ der Ostsee eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Es ziehen alljährlich bis zu einer Milliarde Vögel über die Ostsee. Für Meerestenten und Gänse aus Nordeuropa und Russland (bis Westsibirien) ist die Ostsee ein wichtiges Durchzugsgebiet, wobei ein Großteil des Zuges im Herbst in Ost-West-Richtung in Küstennähe erfolgt. Die westliche Ostsee wird von mehreren besonders zu schützenden Arten (z. B. Weißwangengans, Singschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) in teilweise hohen Intensitäten überflogen. Thermiksegler und andere tagziehende Landvögel ziehen vorzugsweise entlang der „Vogelfluglinie“ (Inseln Fehmarn, Falster, Møn und Seeland, Falsterbo). Östlich dieser Hauptroute ziehen diese Vögel in wesentlich geringerer Dichte. Für den Kranichzug hat die westliche Ostsee eine überdurchschnittliche Bedeutung.

Mögliche Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf Zugvögel können darin bestehen, dass diese eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Durch die Freiraumsicherung in Naturschutzgebieten werden Kollisions- und Barrierewirkungen in wichtigen Lebensräumen reduziert. Zudem wird auf Grund das Gebiet EO2 u.a. auf Grund seiner Lage in einem wichtigen Vogelzugbereich nur als Vorbehaltsgebiet für die Offshore-Windenergie festgelegt. Die weiteren im ROP-E berücksichtigten Nutzungen stellen keine vertikalen Hindernisse im Raum dar.

Nach derzeitigem Kenntnisstand gehen keine erheblichen Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen auf Zugvögel aus.

### 11.3.7 Fledermäuse

Zugbewegungen von Fledermäusen über die Ostsee sind verschiedentlich dokumentiert, allerdings fehlen bislang konkrete Informationen über ziehende Arten, Zugkorridore, Zughöhen und Zugkonzentrationen. Bisherige Erkenntnisse bestätigen lediglich, dass Fledermäuse,

insbesondere langstreckenziehende Arten, über die Ostsee ziehen.

Auf Grund der Vertikalität im Luftraum kann auch für Fledermäuse ein Risiko bestehen, mit Offshore-Windenergieanlagen zu kollidieren. Erkenntnisse über mögliche erhebliche Beeinträchtigungen des Fledermauszuges über der AWZ der Nordsee liegen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht vor. Weitere im ROP-E berücksichtigte Nutzungen stellen keine vergleichbaren Hindernisse im Luftraum dar.

Nach bisherigen Erkenntnissen gehen keine erheblichen Auswirkungen von den räumlichen Festlegungen des Raumordnungsplans auf Fledermäuse aus.

### 11.3.8 Luft

Durch die Festlegungen im ROP-E und deren Umsetzung ergeben sich keine messbaren Auswirkungen auf die Luftqualität. Die Schadstoffemissionen der Schifffahrt ergeben sich unabhängig von der Durchführung des Plans.

### 11.3.9 Klima

Durch die mit den Festlegungen zu Windenergie auf See verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen ist langfristig mit positiven Auswirkungen auf das Klima zu rechnen.

### 11.3.10 Landschaft

Die Beeinträchtigung der Landschaft an der Küste durch die geplanten Windenergieanlagen in der deutschen AWZ kann als gering eingestuft werden. Durch die koordinierte und aufeinander abgestimmte Gesamtplanung können die Festlegungen des ROP-E den erforderlichen Flächenbedarf für den Ausbau der Windenergie auf See minimieren und somit – im Vergleich zur Nichtumsetzung des Plans – auch die Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft reduzieren.

Für die Leitungen sind aufgrund der Verlegung im bzw. auf dem Meeresboden negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild auszuschließen.

### 11.3.11 Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Mit dem weiteren Ausbau der Windenergie in der deutschen AWZ können bekannte wie bislang unentdeckte Kulturgüter und Siedlungsspuren in größerem Maße gefährdet werden. Durch umfassende Koordinierungs- und Abstimmungsmaßnahmen mit den Fachbehörden kann diese Gefahr aber reduziert werden, gleichzeitig ist ein großer Erkenntnisgewinn für die Unterwasserarchäologie im Hinblick auf Unterwasserkulturgüter und sonstige Kulturspuren zu erwarten.

### 11.3.12 Biologische Vielfalt

Die biologische Vielfalt umfasst die Vielfalt an Lebensräumen und Lebensgemeinschaften, die Vielfalt an Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb der Arten (Art. 2 Convention on Biological Diversity, 1992). Im Blickpunkt der Öffentlichkeit steht die Artenvielfalt.

Hinsichtlich des derzeitigen Zustandes der biologischen Vielfalt in der Ostsee ist festzustellen, dass es zahllose Hinweise auf Veränderungen der Biodiversität und des Artengefüges in allen systematischen und trophischen Niveaus der Ostsee gibt. Diese gehen im Wesentlichen auf menschliche Aktivitäten, wie Fischerei und Meeresverschmutzung, bzw. auf Klimaveränderungen zurück. Rote Listen gefährdeter Tier- und Pflanzenarten besitzen in diesem Zusammenhang eine wichtige Kontroll- und Warnfunktion, da sie den Zustand der Bestände von Arten und Biotopen in einer Region aufzeigen. Mögliche Auswirkungen auf die biologische Vielfalt werden im Umweltbericht im Zusammenhang mit den einzelnen Schutzgütern behandelt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Festlegungen des ROP keine erheblichen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu erwarten sind.

### 11.3.13 Wechselwirkungen

Allgemein führen Auswirkungen auf ein Schutzgut zu verschiedenen Folge- und Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern. Die wesentliche Verflechtung der biotischen Schutzgüter besteht über die Nahrungsketten. Mögliche Wirkzusammenhänge in der Bauphase ergeben sich aus Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen sowie Geräuschemissionen. Diese Wechselwirkungen treten jedoch nur sehr kurzfristig auf und sind auf wenige Tage bzw. Wochen beschränkt.

Anlagebedingte Wechselwirkungen, z. B. durch das Einbringen von Hartsubstrat, sind zwar dauerhaft, aber nur lokal zu erwarten. Dies könnte zu einer kleinräumigen Änderung des Nahrungsangebots führen.

Wegen der Variabilität des Lebensraumes lassen sich Wechselwirkungen insgesamt nur sehr ungenau beschreiben. Grundsätzlich ist festzustellen, dass nach derzeitigem Kenntnisstand keine Wechselwirkungen erkennbar sind, die eine Gefährdung der Meeresumwelt zur Folge haben könnten.

### 11.3.14 Kumulative Auswirkungen Boden/ Fläche, Benthos und Biotope

Ein wesentlicher Teil der Umweltwirkungen durch die Gebiete für Windenergie auf See und Vorbehaltsgebiete Leitungen auf Boden, Benthos und Biotope wird ausschließlich während der Bauzeit (Entstehung von Trübungsfahnen, Sedimentumlagerung etc.) und auf einem räumlich eng begrenzten Bereich stattfinden. Aufgrund der schrittweisen Umsetzung der Bauvorhaben sind baubedingte kumulative Umweltwirkungen wenig wahrscheinlich. Mögliche kumulative Auswirkungen auf den Meeresboden, die sich auch unmittelbar auf das Schutzgut Benthos und besonders geschützte Biotope auswirken könnten, ergeben sich aus der dauerhaften direkten Flächeninanspruchnahme der Fundamente der Anlagen sowie durch die verlegten

Leitungen. Die Einzelauswirkungen sind grundsätzlich kleinräumig und lokal.

Im Bereich des Verlegegrabens von Leitungen wird die Beeinträchtigung des Sediments und der Benthosorganismen im Wesentlichen temporär sein. Im Falle der Querung von besonders empfindlichen Biototypen wie Riffen oder artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründen wäre von einer dauerhaften Beeinträchtigung auszugehen.

Hinsichtlich einer Bilanzierung der Flächeninanspruchnahme wird auf den Umweltbericht zum FEP 2019 bzw. FEP-Entwurf 2020 verwiesen. Dort erfolgt eine Abschätzung der direkten Flächeninanspruchnahme durch die Windenergie und Stromkabel anhand modellhafter Annahmen.

Zur Inanspruchnahme besonders geschützter Biotope nach § 30 BNatSchG kann mangels einer belastbaren naturwissenschaftlichen Grundlage keine Aussage gemacht werden. Eine derzeit in Ausführung befindliche flächendeckende Sediment- und Biotopkartierung der AWZ wird hier zukünftig eine belastbarere Bewertungsgrundlage erbringen.

Neben der direkten Inanspruchnahme des Meeresbodens und damit des Lebensraums der dort angesiedelten Organismen führen Anlagenfundamente, aufliegende Rohrleitungen und erforderliche Kreuzungsbauwerke zu einem zusätzlichen Angebot an Hartsubstrat. Dadurch können sich standortfremde hartsubstratliebende Arten ansiedeln und die Artzusammensetzung ändern. Dieser Effekt kann durch die Errichtung mehrerer Offshore-Bauwerke, Rohrleitungen oder Steinschüttungen in Kreuzungsbereichen von Leitungen zu kumulativen Wirkungen führen. Durch das eingebrachte Hartsubstrat geht der an Weichböden adaptierten Benthosfauna zudem Lebensraum verloren. Da sich jedoch sowohl bei der Netzinfrastuktur als auch bei den Windparks die Flächeninanspruchnahme im ‰-Bereich bewegen wird, sind nach derzeitiger

Kenntnis auch in der Kumulation keine erheblichen Beeinträchtigungen zu erwarten, die zu einer Gefährdung der Meeresumwelt in Bezug auf den Meeresboden und das Benthos führen.

### Fische

Die Auswirkungen auf die Fischfauna durch die Festlegungen sind wohl am stärksten durch die Realisierung von zunächst 20 GW Windenergie in den Vorbehaltsgebieten der Nord- und Ostsee beeinflusst. Dabei konzentrieren sich die Auswirkungen der OWPs einerseits auf die regelmäßig angeordnete Schließung des Gebiets für die Fischerei, andererseits auf die Veränderung des Habitats und dessen Wechselwirkung.

Die voraussichtlichen fischereifreie Zonen innerhalb der Windparkflächen könnten sich durch den Entfall der negativen Fischereieffekte, wie Störung oder Zerstörung des Meeresbodens sowie Fang und Beifang vieler Arten, positiv auf die Fischzönose auswirken. Durch den fehlenden Fischereidruck könnte sich die Altersstruktur der Fischfauna wieder zu einer natürlicheren Verteilung entwickeln, sodass die Anzahl älterer Individuen steigt. Der OWP könnte sich zu einem Aggregationsort für Fische entwickeln, wenngleich bislang nicht abschließend geklärt ist, ob Windparks Fische anlocken.

Neben dem Fehlen der Fischerei wäre auch eine verbesserte Nahrungsgrundlage für Fischarten mit unterschiedlichster Ernährungsweise denkbar. Der Bewuchs der Windenergieanlagen mit sessilen Wirbellosen könnte benthosfressende Arten begünstigen und den Fischen eine größere und diversere Nahrungsquelle zugänglich machen (Glarou et al. 2020). Die Kondition der Fische könnte sich dadurch verbessern, was sich wiederum positiv auf die Fitness auswirken würde. Derzeit besteht Forschungsbedarf, um derartige kumulative Auswirkungen auf Populationsebene der Fische zu übertragen.

Ferner könnten die Windparks der südlichen Nordsee additiv und über ihren unmittelbaren Standort hinaus wirken, indem die massenhafte und messbare Produktion von Plankton durch Strömungen verbreitet werden und so die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Zooplanktons beeinflussen könnten (FLOETER et al. 2017). Dies wiederum könnte sich auf planktivore Fische auswirken, darunter pelagische Schwarmfische wie Heringe und Sprotten, die Ziel einer der größten Fischereien der Nordsee sind. Auch könnte sich die Artenzusammensetzung direkt verändern, indem Arten mit anderen Habitatpräferenzen als die etablierten Arten, z. B. Riffbewohner, günstigere Lebensbedingungen vorfinden und häufiger vorkommen. Im dänischen Windpark Horns Rev wurde 7 Jahre nach dem Bau ein horizontaler Gradient des Vorkommens hartsubstrataffiner Arten zwischen den umliegenden Sandflächen und nahe der Turbinengründungen festgestellt: Klippenbarsch, Aalmutter und Seehase kamen wesentlich häufiger nahe der Windradfundamente als auf den umliegenden Sandflächen vor (LEONHARD et al. 2011). Zu den kumulativen Effekten infolge eines umfangreichen Ausbaus der Offshore-Windenergie könnten gehören

- eine Erhöhung der Anzahl älterer Individuen,
- bessere Konditionen der Fische durch eine größere und diversere Nahrungsgrundlage,
- eine weitergehende Etablierung und Verbreitung von an Riffstrukturen adaptierte Fischarten,
- die Wiederbesiedelung vorher stark befischter Gebiete,
- bessere Lebensbedingungen für territoriale Arten wie kabeljauartige Fische.

Der natürliche Mechanismus zur Begrenzung von Populationen sind neben der Prädation die inner- und zwischenartliche Konkurrenz, die auch Dichtelimitierung genannt wird. Es ist nicht auszuschließen, dass innerhalb einzelner Windparks lokale Dichtelimitierung einsetzt, bevor sich die günstigen Effekte der Windparks räumlich fortpflanzen, z. B. durch die Abwanderung „überschüssiger“ Individuen. In diesem Fall wären die Effekte lokal und nicht kumulativ. Welche Auswirkungen Veränderungen der Fischfauna auf andere Elemente des Nahrungsnetzes, sowohl unterhalb als auch oberhalb ihres trophischen Niveaus haben könnten, kann zum derzeitigen Kenntnisstand nicht prognostiziert werden.

Zusammen mit den Festlegungen der Naturschutzgebiete könnten Windparkflächen zu positiven Bestandsentwicklungen und damit zur Erholung von Fischbeständen in der Ostsee beitragen.

### **Marine Säuger**

Kumulative Auswirkungen auf marine Säuger, insbesondere Schweinswale, können vor allem durch die Lärmbelastung während der Installation von tiefgegründeten Fundamenten auftreten. So können marine Säuger dadurch erheblich beeinträchtigt werden, dass – wenn an verschiedenen Standorten innerhalb der AWZ gleichzeitig gerammt wird – nicht ausreichend gleichwertiges Habitat zur Verfügung steht, um auszuweichen und sich zurückzuziehen.

Die bisherige Realisierung von Offshore-Windparks und Plattformen erfolgte relativ langsam und schrittweise. Bis heute wurden Rammarbeiten in drei Windparks in der deutschen AWZ der Ostsee durchgeführt. Seit 2011 erfolgen alle Rammarbeiten unter dem Einsatz von technischen Schallminderungsmaßnahmen. Seit 2014 werden die Lärmschutzwerte durch den erfolgreichen Einsatz von Schallminderungssystemen verlässlich eingehalten und sogar unterschritten. Es gab soweit keine zeitliche Überlappung der

drei Baustellen, so dass es nicht zu Überschneidungen von schallintensiven Rammarbeiten gekommen ist, die zu kumulativen Auswirkungen hätten führen können. Lediglich im Falle der Errichtung des Windparks „EnBW Baltic 2“ war es erforderlich aufgrund der Installation mit zwei Errichterschiffen, die Rammarbeiten einschließlich der Vergrämuungsmaßnahmen zu koordinieren.

Die Auswertung der Schallergebnisse im Hinblick auf die Schallausbreitung und die möglicherweise daraus resultierende Kumulation hat gezeigt, dass die Ausbreitung des impulshaften Schalls bei Anwendung von effektiven schallminimierenden Maßnahmen stark eingeschränkt wird (BRANDT et al. 2018, DÄHNE et al., 2017).

Zur Vermeidung und Verminderung von kumulativen Auswirkungen auf den Bestand des Schweinswals in der deutschen AWZ wird in den Anordnungen des nachgelagerten Zulassungsverfahrens eine Einschränkung der Beschallung von Habitaten auf maximal erlaubten Flächenanteilen der AWZ und der Naturschutzgebiete festgelegt. Danach, darf die Ausbreitung der Schallemissionen definierte Flächenanteile der deutschen AWZ und der Naturschutzgebiete nicht überschreiten. Es wird dadurch sichergestellt, dass den Tieren zu jeder Zeit ausreichend hochwertige Habitate zum Ausweichen zur Verfügung stehen. Die Anordnung dient vorrangig dem Schutz mariner Habitate durch Vermeidung und Minimierung von Störungen durch impulsartigem Schalleintrag. Die Anordnung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen in den Gebieten EO1 und EO2 wird sich insbesondere auch auf den Schutz von Tieren der stark gefährdeten Population der zentralen Ostsee konzentrieren.

Im Ergebnis bleibt festzustellen, dass die Durchführung des Plans zu einer Vermeidung und Verminderung von kumulativen Auswirkungen führen wird. Diese Einschätzung gilt auch im Hinblick auf kumulative Auswirkungen der verschiedenen Nutzungen auf marine Säuger.

### See- und Rastvögel

Von den im ROP-E berücksichtigten Nutzungen können insbesondere von der Nutzung Offshore-Windenergie durch die Vertikalstrukturen wie Plattformen oder Offshore-Windenergieanlagen unterschiedliche Auswirkungen auf See- und Rastvögel ausgehen, wie Habitatverlust, ein erhöhtes Kollisionsrisiko oder eine Scheuch- und Störwirkung. Diese Effekte werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung standort- und projektspezifisch betrachtet und im Rahmen des anschließenden Monitorings der Bau- und Betriebsphase von Offshore-Windparkvorhaben überwacht. Für See- und Rastvögel kann insbesondere der Habitatverlust durch kumulative Auswirkungen von mehreren Bauwerken bzw. Offshore-Windparks bedeutend sein. Durch die Freiraumsicherung in den Meeresnaturschutzgebieten werden die mit OWPs einhergehenden Auswirkungen auf See- und Rastvögel in diesen wichtigen Lebensräumen reduziert. Zwar trifft der ROP-E auch Festlegungen für andere Nutzungen innerhalb der Naturschutzgebiete, doch werden durch die raumordnerischen Festlegungen keine Intensitätszunahmen erwartet. Vielmehr handelt es sich hierbei um Nachzeichnungen bereits bestehender Nutzungen bzw. Nutzungsintensitäten.

Im Ergebnis der SUP sind erhebliche kumulative Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen auf das Schutzgut See- und Rastvögel nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

### Zugvögel

Von den im ROP-E berücksichtigten Nutzungen können insbesondere von der Nutzung Offshore-Windenergie durch die Vertikalstrukturen der Offshore-Windenergieanlagen unterschiedliche Auswirkungen auf Zugvögel, wie Barrierewirkung und Kollisionsrisiko, ausgehen. Diese Effekte werden im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung standortspezifisch betrachtet

und im Rahmen des anschließenden Monitorings der Bau- und Betriebsphase von Offshore-Windparkvorhaben überwacht.

Durch die Festlegungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Offshore-Windenergie in einem räumlichen Zusammenhang zueinander und die Freiraumsicherung in den Naturschutzgebieten werden Barrierewirkungen und Kollisionsrisiken in wichtigen Nahrungs- und Rasthabitaten reduziert. Die Festlegung des Gebiets EO2 als Vorbehaltsgebiete für Offshore-Windenergie trägt zudem der Bedeutung dieses Bereiches für den Vogelzug Rechnung. Die Auswirkungen der weiteren Nutzungen bzw. ihrer Festlegungen sind vergleichsweise weniger raumgreifend hinsichtlich der Vertikalität im Luftraum.

Nach derzeitigem Kenntnisstand können erhebliche kumulative Auswirkungen der raumordnerischen Festlegungen aller berücksichtigten Nutzungen auf Zugvögel mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### 11.3.15 Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die vorliegende SUP kommt zu dem Schluss, dass nach derzeitigem Stand durch die im ROP getroffenen Festlegungen keine erheblichen Auswirkungen auf die an die deutsche AWZ der Ostsee angrenzenden Gebiete der Nachbarstaaten erkennbar sind.

Für die Schutzgüter Boden und Wasser, Plankton, Benthos, Biotoptypen, Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter und Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit, können erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen grundsätzlich ausgeschlossen werden. Mögliche erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen könnten sich allenfalls bei kumulativer Betrachtung im Bereich der deutschen Ostsee für die hochmobilen biologischen Schutzgüter Fische, marine Säuger, See- und Rastvögel, sowie Zugvögel und Fledermäuse ergeben.



Für das Schutzgut Fische kommt die SUP zu dem Ergebnis, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Umsetzung des ROP keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf das Schutzgut zu erwarten sind, da die erkennbaren und prognostizierbaren Effekte kleinräumiger und temporärer Natur sind.

Das gilt ebenfalls für die Schutzgüter Marine Säuger sowie See- und Rastvögel. Diese nutzen die Gebiete überwiegend als Durchzugsgebiete. Es ist nicht von einem erheblichen Habitatverlust für streng geschützte See- und Rastvogelarten auszugehen. Nach aktuellem Kenntnisstand und unter Berücksichtigung auswirkungsminimierender und schadensbegrenzender Maßnahmen können erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen ausgeschlossen werden. So wird die Installation der Fundamente von Windenergieanlagen und Plattformen im konkreten Zulassungsverfahren nur unter dem Einsatz wirksamer Schallminderungsmaßnahmen gestattet. Vor dem Hintergrund der besonderen Gefährdung der separaten Ostseepopulation des Schweinswals sind im Rahmen des Vollzugs intensive Überwachungsmaßnahmen durchzuführen und ggf. die Schallminderungsmaßnahmen anzupassen oder die Bauarbeiten zu koordinieren, um etwaige kumulative Effekte auszuschließen.

Für Zugvögel können insbesondere errichtete Windenergieanlagen eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Durch die Freiraumsicherung in den Meeresnaturschutzgebieten werden diese Auswirkungen in wichtigen Rastgebieten einiger Zugvogelarten reduziert. Desweiteren wird das Gebiet EO2 insbesondere auf Grund des Konflikts mit dem Vogelzug nur als Vorbehaltsgebiet für Offshore-Windenergie ausgewiesen. Von den übrigen, im ROP-E berücksichtigten Nutzungen gehen keine vergleichbaren raumgreifenden

## 11.4 Artenschutzrechtliche Prüfung

Im Rahmen der vorliegenden artenschutzrechtlichen Prüfung wird untersucht, ob der Plan die Vorgaben des § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG für besonders und streng geschützten Tierarten erfüllt. Es wird insbesondere geprüft, ob der Plan gegen artenschutzrechtliche Verbotstatbestände verstößt.

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG ist eine Tötung oder Verletzung wild lebender Tiere der besonders geschützten Arten, das heißt u. a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL sowie des Anhangs I der V-RL, untersagt. Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG bezieht sich stets auf die Tötung und Verletzung von Individuen.

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist es zudem verboten, wildlebende Tiere der streng geschützten Arten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderzeiten erheblich zu stören, wobei eine erhebliche Störung vorliegt, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert.

Nach aktuellem Wissenstand kommen in den deutschen Gewässern der Ostsee zwei separate Populationen des Schweinswals vor: die Belt-See Population in der westlichen Ostsee –Kattegat, Beltsee, Sund - bis hin zum Bereich nördlich Rügen und die Population der zentralen Ostsee ab dem Bereich nördlich Rügen vor.

Die Grenze der als gefährdet eingestuften Population des Schweinswals der zentralen Ostsee liegt unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus akustischen, morphologischen, genetischen sowie aus satellitengestützten Untersuchungen auf Höhe Rügen bei 13°30' Ost. (SVEEGARD et al. 2015).

Die Abundanz der separaten Population der zentralen Ostsee wurde dabei anhand der akustischen Daten auf 447 Individuen.

Die separate Population der zentralen Ostsee wurde u.a. aufgrund der sehr geringen Anzahl von Individuen und des räumlich bedingt eingeschränkten genetischen Austausches von der IUCN und von der HELCOM als stark gefährdet eingestuft.

In der AWZ der Ostsee wurden 2017 drei Naturschutzgebiete, „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (NSGPBRV), „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV), und „Kadetrinne“ (NSGKdrV) mit Schutzzweck die Erhaltung und soweit erforderlich Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustands der Arten nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG Schweinswal, Seehund und Kegelrobbe, festgesetzt. Dem Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ kommt im Winter eine hohe Bedeutung für Schweinswale zu. In dieser Zeit wird das Naturschutzgebiet und seine Umgebung bis zu Rügen auch von Tieren der stark gefährdeten Population des Schweinswals der zentralen Ostsee. Westlich einer Länge von 13° 30' kommen keine Tiere der Population der zentralen Ostsee vor. Das Naturschutzgebiet „Kadetrinne“ weist den Grenzbereich der Population des Schweinswals aus Skagerrak, Kattegat und Beltsee mit höheren Dichten des Schweinswals westlich des NSG und stark abnehmenden Dichten in östlicher Richtung mit abnehmenden Dichten auf. Das Schutzgebiet „Fehmarnbelt“ und seine Umgebung weisen die höchste Dichte des Schweinswals in den deutschen Gewässern der Ostsee auf.

Die Gebiete EO1 und EO2 werden von Schweinswalen zwar regelmäßig, aber in sehr geringem Umfang genutzt. Das Vorkommen des Schweinswals in beiden Gebieten ist gering im Vergleich zum Vorkommen westlich der Darßer Schwelle. Eine Nutzung der beiden Gebiete als Aufzuchtgründe ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht nachgewiesen. Für Schweinswale haben die Gebiete EO1 und EO2 eine geringe bis mittlere Bedeutung. In den Wintermonaten ist jedoch aufgrund der möglichen Nutzung durch

Tiere der stark gefährdeten Population der zentralen Ostsee von einer hohen Bedeutung auszugehen. Für Kegelrobben und Seehunde haben diese Gebiete eine geringe Bedeutung.

Das Gebiet EO3 wird von Schweinswalen unregelmäßig und in sehr geringem Umfang genutzt. Insgesamt ist das Vorkommen des Schweinswals in dem Gebiet EO3 gering im Vergleich zum Vorkommen in der Kadetrinne und weiter westlich. Eine Nutzung des Gebietes als Aufzuchtgebiet ist nach aktuellem Wissensstand nicht gegeben. Für Schweinswale hat Gebiet EO3 eine geringe Bedeutung. Für Kegelrobben und Seehunde liegt dieses Gebiet am Rande des Verbreitungsgebietes.

Zu den wesentlichen Gefährdungen mit Todesfolgen für den Schweinswal in dem Abkommensgebiet der ASCOBANS, zu dem auch die deutsche AWZ in der Nordsee gehört zählen der Beifang in Stellnetzen aber auch in Schleppnetzen, Angriffe von Delphinen, Erschöpfung der Nahrungsressourcen, physiologische Effekte auf die Reproduktionsfähigkeit sowie infektiöse Erkrankungen, möglicherweise als Folge von Kontamination mit Schadstoffen.

Hinweise von Kollisionen mit Schiffen gibt es für große Walarten, wie u.a. der Finnwal oder der Buckelwal. Bei kleinen Walartigen dagegen, wie wie der Schweinswal sind Kollisionen mit Schiffen äußerst selten.

Nach aktuellem Wissensstand sind Tötung oder Verletzung von einzelnen Tieren als Folge der im Plan festgelegten Nutzungen durch den Eintrag von Impulsschall bei Rammarbeiten für die Gründung von Anlagen möglich.

Für marine Säuger und insbesondere für die streng geschützte Art Schweinswal wären Verletzungen oder sogar Tötungen durch Rammarbeiten zwecks Gründung der Fundamente von Offshore Windenergieanlagen, Umspannwerke oder sonstige Plattformen zu erwarten, wenn keine Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen getroffen würden.

Bei Einhaltung der in den nachgeordneten Zulassungsverfahren festgelegten Grenzwerte von 160 dB für den Schallereignispegel ( $SEL_{05}$ ) und von 190 dB für den Spitzenpegel in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle, bezogen auf den Schweinswal kann nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommen.

Dabei wird mit geeigneten Mitteln, wie z. B. Vergrämung und Soft-start-Prozedur sichergestellt wird, dass sich innerhalb des 750 m Radius um die Rammstelle keine Schweinswale aufhalten.

Im Plan werden Ziele und Grundsätze aufgeführt, die einen Rahmen für nachgelagerte Planungsebenen und Einzelzulassungsverfahren setzen. In den nachgelagerten Verfahren werden Vorgaben, Anordnungen und Maßgaben hinsichtlich der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen und sonstigen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen getroffen, mittels derer die Verwirklichung des Verbotstatbestandes ausgeschlossen werden kann. Die Maßnahmen werden durch das vorgegebene Monitoring streng überwacht, um mit der erforderlichen Sicherheit zu gewährleisten, dass es nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt.

Von dem Vorliegen einer erheblichen Störung der Schweinswale i.S.d § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist durch die temporäre Durchführung der Rammarbeiten nicht auszugehen.

Nach aktuellem Wissenstand ist nicht davon auszugehen, dass Störungen, welche durch schallintensive Baumaßnahmen auftreten können und unter der Voraussetzung der Durchführung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, den Erhaltungszustand der lokalen Population verschlechtern würden.

Durch ein effektives Schallschutzmanagement, insbesondere durch die Anwendung von geeigneten Schallminderungssystemen im Sinne der Grundsätze und Ziele in der Fortschreibung des

Plans sowie späterer Anordnungen im Einzelzulassungsverfahren des BSH und unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem Schallschutzkonzept des BMU (2013) sind negative Auswirkungen der Rammarbeiten auf die Schweinswale nicht zu erwarten.

Die Planfeststellungsbeschlüsse des BSH werden konkretisierende Anordnungen, die ein effektives Schallschutzmanagement durch geeignete Maßnahmen gewährleisten, enthalten.

Dem Prinzip der Vorsorge folgend werden Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung der Auswirkungen von Lärm während der Errichtung nach dem Stand der Wissenschaft und Technik festgelegt. Die Vorgaben in den nachgeordneten Verfahren und insbesondere die in den Planfeststellungsbeschlüssen angeordneten Maßnahmen zur Gewährleistung der Anforderungen des Artenschutzes werden im Laufe des Vollzugs mit dem BfN abgestimmt und ggf. angepasst. Folgende schallmindernde und umweltschützende Maßnahmen werden regelmäßig im Rahmen der Planfeststellungsverfahren angeordnet:

- Erstellung einer Schallprognose unter Berücksichtigung der standort- und anlagenspezifischen Eigenschaften (Basic Design) vor Baubeginn,
- Auswahl des nach dem Stand der Technik und den vorgefundenen Gegebenheiten schallärmsten Errichtungsverfahrens,
- Erstellung eines konkretisierten, auf die gewählten Gründungsstrukturen und Errichtungsprozesse abgestimmten Schallschutzkonzeptes zur Durchführung der Rammarbeiten grundsätzlich zwei Jahre vor Baubeginn, jedenfalls vor dem Abschluss von Verträgen bezüglich der schallbetreffenden Komponenten,
- Einsatz von schallmindernden begleitenden Maßnahmen, einzelne oder in Kombination, pfahlfernen (Blasenschleiersystem) und

wenn erforderlich auch Pfahlnahen Schallminderungssystemen nach dem Stand der Wissenschaft und Technik,

- Berücksichtigung der Eigenschaften des Hammers und der Möglichkeiten der Steuerung des Rammprozesses in dem Schallschutzkonzept,
- Konzept zur Vergrämung der Tiere aus dem Gefährdungsbereich (mindestens im Umkreis von 750 m Radius um die Rammstelle),
- Konzept zur Überprüfung der Effizienz der Vergrämungs- und der schallmindernden Maßnahmen,
- betriebsschallmindernde Anlagenkonstruktion nach Stand der Technik.

Wie oben bereits dargestellt, sind Vergrämungsmaßnahmen und ein „soft-start“ Verfahren anzuwenden, um sicherzustellen, dass Tiere, die sich im Nahbereich der Ramarbeiten aufhalten, Gelegenheit finden, sich zu entfernen bzw. rechtzeitig auszuweichen.

In den Gebieten EO1 bis EO3 kommen, wie bereits dargelegt geschützte VArten vor. Hierzu gehören Arten des Anhangs I der V-RL, Arten, deren Habitate und Lebensräume in den Naturschutzgebieten geschützt werden sowie charakteristische Arten und regelmäßig auftretende Zugvogelarten.

Der Bereich der Gebiete EO1 bis EO3 wird von Seetauchern überwiegend als Durchzugsgebiet während der Zugzeiten und im Winter genutzt. Nach aktuellem Kenntnisstand liegt diese Fläche und ihre Umgebung außerhalb von Vorkommensschwerpunkten in der Pommerschen Bucht.

Auch für andere Vogelarten haben die Gebiete EO1 bis EO3 eine geringe bis höchstens mittlere Bedeutung.

Abschließend wird für die Errichtung und den Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen nebst

Nebenanlagen (Umspannwerk, parkinterne Verkabelung) in den Gebieten des Plans nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von einer Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ausgegangen.

Im Rahmen der Einzelzulassungsverfahren ist allerdings eine Aktualisierung der Prüfung der Erfüllung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ggf. unter Berücksichtigung von weiteren Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen, in jedem Fall aber unter Berücksichtigung der konkreten technischen Ausführungen, erforderlich.

Für Fledermäuse gelten artenschutzrechtlich im Grundsatz die gleichen Erwägungen, die auch bereits im Rahmen der Beurteilung der Avifauna ausgeführt wurden.

Es ist darüber hinaus davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Fledermäuse durch dieselben Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen vermieden werden, die zum Schutz des Vogelzuges vorgesehen sind.

Erfahrungen und Ergebnisse aus Forschungsvorhaben bzw. aus Windparks, die sich bereits in Betrieb befinden, werden auch in weiteren Verfahren angemessen Berücksichtigung finden.

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist eine Tötung oder Verletzung (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) anderer besonders geschützter Arten, wie z.B. Fledermäuse, durch Offshore-Windparks ausgeschlossen. Auch die Verwirklichung des artenschutzrechtlichen Verbotstatbestandes einer erheblichen Störung (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) anderer streng geschützter Arten, wie Fledermäuse ist nicht zu erwarten.

## 11.5 Verträglichkeitsprüfung

Soweit ein Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung oder ein europäisches Vogelschutzgebiet in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden kann, sind nach § 7 Abs. 6 i.V. Abs. 7 ROG bei der Änderung und Ergänzung von Raumordnungsplänen die Vorschriften des Bundesnaturschutzgesetzes über die Zulässigkeit und Durchführung von derartigen Eingriffen einschließlich der Einholung der Stellungnahme der Europäischen Kommission anzuwenden.

In der deutschen AWZ der Ostsee befinden sich die durch Verordnung vom 22.09.2017 festgelegten Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ vom 22. September 2017, NSGPBRV, BGBl. I S. 3415), „Fehmarnbelt“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ vom 22. September 2017, NSGFmbV, BGBl. I S. 3405) sowie „Kadetrinne“ (Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ vom 22. September 2017, BGBl. I S. 3410, NSGKdrV).

Die Gesamtfläche der drei Naturschutzgebiete beläuft sich auf 2.472 km<sup>2</sup>, das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ umfasst eine Fläche von 2.092 km<sup>2</sup>, das Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ beinhaltet eine Fläche von 280 km<sup>2</sup> und das Naturschutzgebiet „Kadetrinne“ von 100 km<sup>2</sup>.

Schutzgüter sind die Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke“ nach Anhang I FFH-RL, bestimmte Fischarten (Stör, Finte) und Meeressäugtiere nach Anhang II FFH-RL (Schweinswal, Kegelrobbe, Seehund) sowie verschiedene Seevogelarten nach Anhang I der V-RL (Sterntaucher, Prachtttaucher, Ohrentaucher) und regelmäßig auftretende Zugvogelarten (Rothalstau-

cher, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk, Gryllteiste).

Die hier durchgeführte Verträglichkeitsprüfung findet auf übergeordneter Ebene der Raumordnung statt, und setzt einen Rahmen für nachgeordnete Planungsebenen, soweit diese vorhanden sind. Sie ersetzt daher nicht die Prüfung auf der Ebene des konkreten Vorhabens. Je nach Festlegungen des ROP für die jeweilige Nutzung wird die Prüfung abgeschichtet. Bei der Windenergie existiert ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess. Das bedeutet, dass die Prüfungen der nachgelagerten Planungsebenen im Rahmen dieses ROP Berücksichtigung finden. Soweit im Rahmen nachgeordneter Planungsebenen noch keine Prüfung erfolgte, erfolgt die Prüfung im Rahmen dieser SUP zum ROP auf Grundlage der vorhandenen Daten und Kenntnisse.

Auch bei der Rohstoffgewinnung besteht ein gestufter Planungs- und Zulassungsprozess. Soweit Daten und Kenntnisse vorhanden sind, erfolgt eine Verträglichkeitsprüfung im Rahmen dieser SUP, im Übrigen bleiben die Prüfungen den nachgelagerten Planungsebenen vorbehalten.

Der ROP enthält für die Verträglichkeitsprüfung relevante Festlegungen zu Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Windenergie, Vorbehaltsgebiete Leitungen und Vorbehaltsgebiete für Kohlenwasserstoffe sowie Sand- und Kiesgewinnung. Gleiches gilt für Leitungen.

Im Hinblick auf Windeenergiegewinnung wird auf die Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung zum FEP 2019/Entwurf FEP 2020 verwiesen.

Die Prüfung hat ergeben, dass etwaige Beeinträchtigungen der Schutzzwecke der Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Kadetrinne“ und Fehmarnbelt“ durch die Realisierung des gegenständlichen Plans und-

bei Einhaltung der Anordnungen in den nachgeordneten Einzelzulassungsverfahren mit Sicherheit ausgeschlossen werden können.

### **11.6 Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt**

Gemäß Nr. 2 c) Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG enthält der Umweltbericht eine Darstellung der geplanten Maßnahmen, um erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen durch die Umsetzung des Plans zu verhindern, zu verringern und soweit wie möglich auszugleichen.

Grundsätzlich gilt, dass durch den ROP die Belange der Meeresumwelt besser berücksichtigt werden. Durch die Festlegungen des ROP werden negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt vermieden. Dies liegt insbesondere in der Tatsache begründet, dass nicht erkennbar ist, dass die Nutzungen bei Nichtdurchführung des Plans nicht oder in geringerem Maße stattfinden würden. Die Notwendigkeit zum Ausbau der Offshore-Windenergie und der entsprechenden Anbindungsleitungen etwa besteht in jedem Fall und die entsprechende Infrastruktur müsste auch ohne ROP geschaffen werden. Im Falle der Nichtdurchführung des Plans würden sich die Nutzungen jedoch ohne die flächensparende und ressourcenschonende Steuerungs- und Koordinierungswirkung des ROP entwickeln.

Darüber hinaus unterliegen die Festlegungen des ROP einem kontinuierlichen Optimierungsprozess, da die fortlaufend im Rahmen der SUP und im Konsultationsprozess gewonnenen Erkenntnisse bei der Erarbeitung des Plans berücksichtigt werden.

Während einzelne Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen bereits auf der Planungsebene ansetzen können, kommen andere erst bei der konkreten Umsetzung zum Tragen

und werden dort im Einzelzulassungsverfahren projekt- und standortspezifisch geregelt.

Bezüglich planerischer Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen trifft der ROP-E räumliche und textliche Festlegungen, die entsprechend den Umweltschutzziele dazu dienen, erhebliche negative Auswirkungen der Durchführung des ROP-E auf die Meeresumwelt zu vermeiden bzw. zu verringern. Dies betrifft u.a. räumliche Festlegungen zu Vorranggebieten Naturschutz und des Vorbehaltsgebietes Vogelzug, den Ausschluss von Nutzungen in Vorranggebieten Naturschutz, die nicht mit dem Naturschutz vereinbar sind, den Grundsatz zur Schallminderung bei der Errichtung von Windenergieanlagen, den Grundsatz der weitestgehenden Vermeidung einer Sedimenterwärmung durch stromführende Kabel sowie den Grundsatz, bei wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Nutzungen die beste Umweltpraxis gemäß OSPAR-Übereinkommen und den jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen.

Ein möglichst geringer Flächenverbrauch wird durch die folgenden Grundsätze sichergestellt:

- Wirtschaftliche Nutzungen sollen möglichst flächensparend erfolgen.
- Nach Ende der Nutzung sind feste Anlagen zurückzubauen.
- Bei der Verlegung von Leitungen soll eine größtmögliche Bündelung im Sinne einer Parallelführung zueinander angestrebt werden. Zudem soll die Trassenführung möglichst parallel zu bestehenden Strukturen und baulichen Anlagen gewählt werden.

Neben den vorgenannten Maßnahmen auf Planenebene gibt es für bestimmte Festlegungen bzw. damit verbundene Nutzungen, wie die Windenergie auf See, Leitungen und die Sand- und Kiesgewinnung, Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von unerheblichen und er-

heblichen negativen Auswirkungen bei der konkreten Umsetzung des ROP-E. Diese Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen werden von der jeweils zuständigen Zulassungsbehörde auf Projektebene für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase konkretisiert und angeordnet.

### 11.7 Alternativenprüfung

Der Umweltbericht enthält gemäß Art. 5 Abs. 1 Satz 1 SUP-RL i.V.m. den Kriterien im Anhang I SUP-RL und § 40 Abs. 2 Nr. 8 UVPG eine Kurzdarstellung der Gründe für die Wahl der geprüften vernünftigen Alternativen im Rahmen der Erarbeitung des Entwurfes des Raumordnungsplanes. Auf Ebene spielen vor allem die konzeptionelle/strategische Ausgestaltung und räumliche Alternativen eine Rolle.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sämtlichen Festlegungen in Gestalt von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung eine Vorprüfung möglicher und denkbarer Planungsmöglichkeiten bereits immanent ist. Wie der Begründung der einzelnen Ziele und Grundsätze, insbesondere derer mit Umweltbezug zu entnehmen ist, liegt der jeweiligen Festlegung bereits eine Abwägung möglicher betroffener öffentlicher Belange und Rechtspositionen zugrunde, so dass dadurch auch bereits eine „Vorprüfung“ möglicher Planungsmöglichkeiten bzw. Alternativen erfolgt ist.

Im Einzelnen werden im Rahmen der Umweltprüfung neben der Nullalternative insbesondere räumliche Planungsmöglichkeiten bzw. Alternativen geprüft, soweit für die einzelnen Nutzungen relevant.

Die Grundlage für die zu prüfenden Planungslösungen und die Alternativenprüfung setzen das Leitbild und die Leitlinien der Planung (ROP, Kap. 1). Wurden zunächst drei Gesamtplanalternativen im Rahmen der Erstellung der Planungskonzeption anhand ausgewählter Umweltpunkte insbesondere einzelner Gebietsfestlegungen geprüft, so wurden für die Erarbeitung des 1. Planentwurfes weitere (teil-)räumliche Alternativen

oder unterschiedliche Raumordnungsgebiete (wie Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiete) in Betracht gezogen und umweltfachlich bewertet. Gebietsfestlegungen für Windenergie in der äußeren AWZ werden unter den Vorbehalt einer detaillierten Umweltprüfung auf nachgeordneten Planungsebenen gestellt.

Die Nullalternative wird für die Fortschreibung des Raumordnungsplanes nicht als vernünftige Alternative bewertet, da sich seit Inkrafttreten der ROP 2009 Anforderungen und Raumansprüche stark verändert haben, und die Notwendigkeit weitergehender Festlegungen insbesondere für den Naturschutz deutlich wurde. Der Planentwurf führt durch umfassendere übergeordnete und vorausschauende Planung und Koordination unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Raumansprüchen voraussichtlich zu einer insgesamt vergleichsweise geringeren Flächeninanspruchnahme und damit zu geringeren Umweltauswirkungen.

Nicht in allen Fällen hat die aus Umweltsicht zu präferierende Planungslösung in den Planentwurf Eingang gefunden. Vielmehr war der Gesamtkontext des Planes zu betrachten, und in der Wahl der Planlösungen neben der Berücksichtigung der Naturschutzbelange und der Vermeidung oder Reduzierung möglicher negativer Umweltauswirkungen auch ein in der Gesamtschau möglichst weitgehender Ausgleich mit den anderen wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und Sicherheitsbelangen anzustreben. Entscheidend ist, dass auf Ebene dieser SUP für die im ROP-E getroffenen Festlegungen nach derzeitigem Kenntnisstand keine erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu erwarten sind.

## 11.8 Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Umwelt

Nach Nr. 3 b) Anlage 1 zu § 8 Abs. 1 ROG enthält der Umweltbericht auch eine Beschreibung der geplanten Überwachungsmaßnahmen. Eine Überwachung ist erforderlich, um insbesondere frühzeitig unvorhergesehene erhebliche Auswirkungen zu ermitteln und geeignete Abhilfemaßnahmen ergreifen zu können.

Das Monitoring dient darüber hinaus der Überprüfung der im Umweltbericht dargelegten Kenntnislücken bzw. der mit Unsicherheiten behafteten Prognosen. Die Ergebnisse des Monitorings sind gemäß § 45 Abs. 4 UVPG bei der Fortschreibung des ROP zu berücksichtigen.

Die eigentliche Überwachung der potenziellen Auswirkungen auf die Meeresumwelt kann erst dann einsetzen, wenn die im Rahmen des Plans geregelten Nutzungen realisiert werden. Daher kommt dem vorhabensbezogenen Monitoring der Auswirkungen von Offshore-Windparks, Leitungen und der Rohstoffgewinnung eine besondere Bedeutung zu. Wesentliche Aufgabe des Monitorings ist es, die Erkenntnisse aus den verschiedenen Monitoringergebnissen auf Projektebene zusammenzuführen und auszuwerten. Ergänzend sind, auch zur Vermeidung von Doppelarbeit, bestehende nationale und internationale Überwachungsprogramme zu berücksichtigen.

Die Untersuchung der potenziellen Umweltauswirkungen von Gebieten für Windenergie hat auf der nachgelagerten Projektebene in Anlehnung an den Standard „Untersuchung von Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen (StUK4)“ und in Abstimmung mit dem BSH zu erfolgen.

Hinsichtlich der konkreten Maßnahmen zur Überwachung der potenziellen Auswirkungen der Windenergienutzung, einschließlich der Aus-

wirkungen durch Stromkabel, wird auf die detaillierten Ausführungen im Umweltbericht zum FEP 2019/ Entwurf des FEP 2020 verwiesen.

Für die Zulassung von Gebieten zur Sand- und Kiesgewinnung gilt z.B., dass vor der nächsten Hauptbetriebsplanzulassung durch ein geeignetes Monitoring nachzuweisen ist, dass die maximal erlaubte Abbautiefe nicht überschritten wird, das Ursprungssubstrat erhalten bleibt und ausreichend nicht abgebaute Bereiche verbleiben, damit das Wiederbesiedlungspotenzial gegeben ist.

Für Rohrleitungen umfassen Monitoringmaßnahmen während der Bauphase u.a. die Dokumentation von Trübungsfahnen, Hydroschallmessungen und die Erfassung von Meeressäugern und See- und Rastvögeln. Zu den wesentlichen Monitoringmaßnahmen in der Betriebsphase von Rohrleitungen zählen eine jährliche Dokumentation der Lagestabilität der Rohrleitung und der Überdeckungshöhen sowie eine jährliche Dokumentation der Epifauna auf der aufliegenden Leitung für einen Zeitraum von fünf Jahren nach Inbetriebnahme.

Das BSH führt im Rahmen der begleitenden Forschung der möglichen Auswirkungen der Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt eine ganze Reihe von Projekten durch. Dazu zählen u.a. das Projekt ANKER „Ansätze zur Kostenreduzierung bei der Erhebung von Monitoringdaten für Offshore-Windparks“, die F&E-Studie BeMo „Bewertungsansätze für Unterwasserschallmonitoring im Zusammenhang mit Offshore-Genehmigungsverfahren, Raumordnung und MSRL“ sowie verschiedene Teilprojekte im Rahmen des F&E-Verbundes NavES „Naturverträgliche Entwicklungen auf See“. Die Ergebnisse aus den laufenden Projekten des BSH werden unmittelbar in die Fortentwicklung von Standards und Normen einfließen, wie u.a. die Entwicklung des StUK5.

Die Zusammenführung von Informationen schafft eine immer solider werdende Basis für



die Auswirkungsprognose. Die Forschungsvorhaben dienen der kontinuierlichen Weiterentwicklung einer einheitlichen qualitätsgeprüften Basis an Meeresumweltinformationen zur Bewertung möglicher Auswirkungen von Offshore-Anlagen und bilden eine wichtige Grundlage für die Fortschreibung des ROP.

### 11.9 Gesamtplanbewertung

Zusammenfassend gilt hinsichtlich der Festlegungen des Raumordnungsplans, dass durch die geordnete, koordinierte Gesamtplanung die Auswirkungen auf die Meeresumwelt so weit wie möglich minimiert werden. Die Sicherung der per Verordnung festgelegten Naturschutzgebiete als Vorranggebiete Naturschutz dient der Wahrung der Schutzzwecke und der Freiraumsicherung. Die Vorbehaltsgebiete für Leitungen verlaufen überwiegend außerhalb von ökologisch bedeutenden Gebieten. Unter strenger Einhaltung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen können erhebliche Auswirkungen insbesondere durch die Umsetzung der Festlegungen für Windenergie auf See und Leitungen vermieden werden.

Auf der Grundlage der vorstehenden Beschreibungen und Bewertungen sowie der arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung ist für die Strategische Umweltprüfung abschließend auch hin-

sichtlich etwaiger Wechselwirkungen festzuhalten, dass durch die geplanten Festlegungen nach derzeitigem Kenntnisstand und auf der vergleichsweise abstrakten Ebene der Raumordnung keine erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt innerhalb des Untersuchungsraums zu erwarten sind.

Die meisten Umweltauswirkungen, welche die einzelnen Nutzungen haben, für die Festlegungen getroffen werden, würden – unter Zugrundelegung des gleichen mittelfristen Zeithorizonts – auch bei Nichtdurchführung des Plans entstehen, da nicht erkennbar ist, dass die Nutzungen bei Nichtdurchführung des Plans nicht oder in erheblich geringerem Maße stattfinden würden. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen die Festlegungen des Plans im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die Umwelt grundsätzlich „neutral“. Zwar ist es grundsätzlich möglich, dass aufgrund der Konzentration/Bündelung einzelner Nutzungen auf bestimmte Flächen/Gebiete einige Planfestlegungen im Bereich dieser konkreten Fläche durchaus negative Umweltauswirkungen haben können, jedoch wäre eine Gesamtbilanz der Umweltauswirkungen aufgrund der Bündelungseffekte eher positiv zu sehen, da die übrigen Flächen/Gebiete entlastet werden und Gefahren für die Meeresumwelt (z. B. das Kollisionsrisiko) verringert werden.

## 12 Quellenangaben

- Abt K (2004) Robbenzählungen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Bericht an das Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Tönning, Germany. 34 Seiten.
- Abt KF, Hoyer N, Koch L & Adelung D (2002) The dynamics of grey seals (*Halichoerus grypus*) off Amrum in the south-eastern North Sea - evidence of an open population. *Journal of Sea Research* 47: 55–67.
- Abt KF, Tougaard S, Brasseur SMJM, Reijnders PJH, Siebert U & Stede M (2005) Counting harbour seals in the wadden sea in 2004 and 2005 - expected and unexpected results. *Waddensea Newsletter* 31: 26–27.
- Adams J., Van Holk, A. F., Maarleveld, T. , (1990): Dredgers and Archaeology. Shipfinds from the Slufter. Alphen aan den Rijn.
- AK Seehunde (2005) Protokoll Arbeitskreis Seehunde vom 27.10.2005. Arbeitskreis Seehunde, Hotel Fernsicht, Tönning, 27.10.2005. Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Tönning. 6 Seiten.
- Almqvist G, Strandmark AK & Appelberg M (2010) Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes* 89: 79–93.
- Altwater, S. (2019). EBA in MSP – a SEA inclusive handbook. Projektbericht Pan Baltic Scope. Retrieved from [http://www.panbalticscope.eu/wp-content/uploads/2019/12/EBAinMSP\\_FINAL-1.pdf](http://www.panbalticscope.eu/wp-content/uploads/2019/12/EBAinMSP_FINAL-1.pdf)
- Andersin A-B, Lassig J, Parkkonen L & Sandler H (1978) The decline of macrofauna in the deeper parts of the Baltic proper and the Golf of Finland. *Kieler Meeresforschungen, Sonderheft* 4: 23–52.
- Andren, T. and E. Andren, (2001): Did the Second Storegga Slide Affect the Baltic Sea? *Baltica*, 14, 115-122.
- Andrulewicz, E., Napierska, D. and Z. Otembra, (2003): The Environmental Effects of the Installation and Functioning of the Submarine SwePol Link HVDC Transmission Line: a Case Study of the Polish Marine Area of the Baltic Sea. *Journal of Sea Research*, 49, 337-345.
- Anton, C., Belasus, M., Bernecker, R., Breuer, C., Jöns, H., Schorlemer, S. von, (2020): Spuren unter Wasser: Das kulturelle Erbe in Nord- und Ostsee erforschen und schützen. Halle: Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina.
- Armonies W (1999) Drifting benthos and long-term research: why community monitoring must cover a wide spatial scale. *Senckenbergiana Maritima* 29: 13–18.
- Armonies W (2000) What an introduced species can tell us about the spatial extension of benthic populations. *Marine Ecology Progress Series* 209: 289–294.
- Armonies W, Herre E & Sturm M (2001) Effects of the severe winter 1995/96 on the benthic macrofauna of the Wadden Sea and the coastal North Sea near the island of Sylt. *Helgoland Marine Research* 55: 170–175.

- Armonies W & Asmus H (2002) Fachgutachten Makrozoobenthos im Rahmen der UVS und FFH-VP für den Offshore-Bürgerwindpark „Butendiek“ westlich von Sylt. Im Auftrag der OSB-Offshore Bürgerwindpark „Butendiek“ GmbH und Co. KG.
- Arntz WE & Rumohr H (1986) Fluctuations of Benthic Macrofauna during Succession and in an Established Community. *Meeresforschung* 31: 97–114.
- Arntz, W. and W. Weber, (1970): *Cyprina islandica* L. (Molluska, Bivalvia) als Nahrung für Dorsch und Kliesche in der Kieler Bucht. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung*, 21, 193-209.
- Arntz WE (1970) Das Makrobenthos der Kieler Bucht im Jahre 1968 und seine Ausnutzung durch die Kliesche (*Limanda limanda* L.). Dissertation Universität Kiel. 167 Seiten.
- Arntz WE (1971) Biomasse und Produktion des Makrobenthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht im Jahr 1968. *Kieler Meeresforschung* 27: 36–72.
- Arntz WE, Brunswig D & Sarnthein M (1976) Zonierung von Mollusken und Schill im Rinnensystem der Kieler Bucht (Westliche Ostsee). *Senckenbergiana maritima* 8: 189–269.
- Arntz WE (1978) Zielsetzung und Probleme struktureller Benthosuntersuchungen in der Marinen Ökosystemforschung. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*: 35–51.
- Ascobans (2005) Workshop on the Recovery Plan for the North Sea Harbour Porpoise, 6.–8. Dezember 2004, Hamburg, Report released on 31.01.2005, 73 Seiten.
- Atkinson, C. M., (2012): Impacts of Bottom Trawling on Underwater Cultural Heritage (Masters Thesis), Texas A&M University.
- Atzler, R., (1995): Der pleistozäne Untergrund der Kieler Bucht und angrenzender Gebiete nach reflexionsseismischen Messungen. *Berichte – Reports, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel*, 70, 116 S.
- Auer, J., (2004): Fregatten Mynden: a 17th-century Danish Frigate Found in Northern Germany. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 33.2, 264–280.
- Auer, J., (2010): Fieldwork Report: Princessan Hedvig Sophia 2010. *Esbjerg Maritime Archaeology Reports* 3. Esbjerg
- Auer, J., Jantzen, D., Heumüller, M., Klooß, S., (2020): Kulturerbe unter Wasser: Leitfaden für Baumaßnahmen im Küstenmeer. Schleswig.
- Baerens, C. und P. Hupfer, (1999): Extremwasserstände and der deutschen Ostseeküste nach Beobachtungen und in einem Treibhausgasszenario. *Die Küste*, 61, 47-72.
- Balla, S., K. W.-J. (2009, April). Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP). *Texte 08/09*. Dessau-Roßlau, Sachsen-Anhalt, Deutschland: Umweltbundesamt.
- Ballin, T. (2017). Rising waters and processes of diversification and unification in material culture: the flooding of Doggerland and its effect on north-west European prehistoric populations between ca. 13 000 and 1500 cal BC
- Barz K & Zimmermann C (Hrsg.) *Fischbestände online*. Thünen-Institut für Ostseefischerei. Elektronische Veröffentlichung auf [www.fischbestaende-online.de](http://www.fischbestaende-online.de), Zugriff am 12.03.2018.

- Beaugrand G (2009) Decadal changes in climate and ecosystems in the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Deep Sea Research II* 56: 656–673.
- Behre K.-E., (2003): Eine neue Meeresspiegelkurve für die südliche Nordsee, Probleme der Küstentforschung in südlichen Nordseegebiet 28, 9-63.
- Bell, C. (2015). *Nephrops norvegicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T169967A85697412
- Bellmann M. A., Brinkmann J., May A., Wendt T., Gerlach S. & Remmers P. (2020) Underwater noise during the impulse pile-driving procedure: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values. Supported by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)), FKZ UM16 881500. Commissioned and managed by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)), Order No. 10036866. Edited by the itap GmbH.
- Bernem, K.-H. van, (2003): Einfluss von Ölen auf marine Organismen und Lebensräume. In: Lozan, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. und H. von Westernhagen. Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 229-233.
- Betke K & Matuschek R (2011) Messungen von Unterwasserschall beim Bau der Windenergieanlagen im Offshore-Testfeld „alpha ventus“. Abschlussbericht zum Monitoring nach StUK3 in der Bauphase.
- Betke (2012) Messungen von Unterwasserschall beim Betrieb der Windenergieanlagen im Offshore-Windpark alpha ventus.
- Beukema JJ (1992) Expected changes in the Wadden Sea benthos in a warmer world: lessons from periods with mild winters. *Netherlands Journal of Sea Research* 30: 73–79.
- BFAFi Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei Rostock (2007) Dorsch/Kabeljau-Fänge durch die deutsche Freizeitfischerei der Nord- und Ostsee 2004-2006. Bericht einer Pilotstudie im Rahmen des Nationalen Fischerei-Datenerhebungsprogrammes gemäß der Verordnung der Kommission. No 1581/2004, 7. Appendix XI (Section E), para. 3.
- BfN, Bundesamt für Naturschutz (2006) Naturschutzfachlicher Planungsbeitrag des Bundesamtes für Naturschutz zur Aufstellung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee, Februar 2006.
- BfN, Bundesamt für Naturschutz (2012a) Mariner Biototyp „Seegrasswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“. (<http://www.bfn.de/habitatmare/de/marine-biototypen.php>, Stand: 14.05.2013).
- BfN, Bundesamt für Naturschutz (2012b) Kartieranleitung „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Küsten- und Meeresbereich“.
- BfN. (2017). Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee - Beschreibung und Zustandsbewertung

- 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.
- BfN, Bundesamt für Naturschutz (2020) Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Ostsee – Beschreibung und Zustandsbewertung – 498 Seiten.
- BfN (2020) Naturschutzfachlicher Planungsbeitrag des Bundesamtes für Naturschutz zur Fortschreibung der Raumordnungspläne für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone in der Nord- und Ostsee, August 2020.
- BIO/CONSULT AS (2004) Hard bottom substrate monitoring, Horns Rev offshore wind farm - Annual Status Report 2003. - (Gutachten i. A. von Elsam Engineering) 40 S. + Anhang.
- BioConsult SH & Co.KG (2018) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Rastvögel. 3. Untersuchungsjahr März 2016 – Februar 2017. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH und E.ON Climate & Renewables GmbH, Husum, Oktober 2018.
- BioConsult SH & Co.KG (2019) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Rastvögel. 4. Untersuchungsjahr März 2017 – Februar 2018. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH und E.ON Climate & Renewables GmbH, Husum, Februar 2019.
- Bijkerk R (1988) Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogte sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek – NIOZ Rapport 2005–6, 18 Seiten.
- Björdal, C. G., Manders, M., Al-Hamdani, Z., Appelqvist, C., Haverhand, J. Dencker, J., (2012): Strategies for Protection of Wooden Underwater Cultural Heritage in the Baltic Sea Against Marine Borers. The EU Project ‚WreckProtect‘. In: Conservation and Management of Archaeological Sites 14.1-4, 201–214.
- 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).
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018) Zustand der deutschen Ostseegewässer 2018. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Referat WR I 5, Meeresumweltschutz, Internationales Recht des Schutzes der marinen Gewässer. 194 Seiten.
- BMU. (2019). Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013
- BMU. (2020). Seeverkehr. Retrieved from <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/seeverkehr>
- BMUB. (2016). MSRL-Maßnahmenprogramm zum Meeresschutz der deutschen Nord- und Ostsee. Bonn
- Bobertz, B., Harff, J., Kramarska, R., Lemke, W., Przewdziecki, P., Uscinowicz, S. and J. Zachowicz, (2004): Map of Surface Sediments of the Pomeranian Bight. International Borders Geoenvironmental Concerns, 7-8.

- Bochert R & Zettler ML (2004) Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25:498–502.
- Bock, G. M., (2003): Quantifizierung und Lokalisierung der entnommenen Hartsubstrate vor der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. Eine historische Aufarbeitung der Steinfischerei. Studie im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU), 52 S.
- Bock, G. M., Thiermann, F., Rumohr, H. und R. Karez, (2004): Ausmaß der Steinfischerei an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, Jahresbericht Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU) 2003, 111-116.
- Borkenhagen K, Guse N, Markones N, Mendel B, Schwemmer H, Garthe S (2017) Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2016. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- Borkenhagen K, Guse N, Markones N, Schwemmer H, Garthe S (2018) Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2017. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- Borkenhagen K, Guse N, Markones N, Schwemmer H, Garthe S (2019) Monitoring von Seevögeln in der deutschen Nord- und Ostsee 2018. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN)
- Borrmann, R., Rehfeldt, D. K., Wallasch, A.-K., & Lüers, S. (2018). Approaches and standards for the determination of the capacity density of offshore wind farms. in Veröffentlichung
- Bosselmann A (1989) Entwicklung benthischer Tiergemeinschaften im Sublitoral der Deutschen Bucht. Dissertation Universität Bremen, 200 Seiten.
- Brandt MJ, Höschle C, Diederichs A, Betke K, Matuschek R & Nehls G (2013) Seal Scarers as a tool to deter harbour porpoises from offshore construction sites. *Marine Ecology Progress Series* 421: 205–216.
- Brandt M, Dragon AC, Diederichs A, Schubert A, Kosarev V, Nehls G, Wahl V, Michalik A, Braasch A, Hinz C, Ketzner C, Todeskino D, Gauger M, Laczny M & Piper W (2016) Effects of offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight. Study prepared for Offshore Forum Windenergie. Husum, June 2016, 246 Seiten.
- Brandt MJ, Dragon AC, Diederichs A, Bellmann M, Wahl V, Piper W, Nabe-Nielsen J & Nehls G (2018) Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series* 596: 213–232.
- Breuer, G. and W. Schramm, (1988): Changes in Macroalgal Vegetation of Kiel Bight (Western Baltic Sea) During the Past 20 Years. *Kieler Meeresforschungen, Sonderheft* 6, 241-255.
- Brey T (1984) Gemeinschaftsstrukturen, Abundanz, Biomasse und Produktion des Makrobenthos sandiger Böden der Kieler Bucht in 5-15 m Wassertiefe. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel* Nr. 186: 248 Seiten.
- BSH, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie / IOW, Institut für Ostseeforschung Warnemünde, (2012): Digitaler Kartensatz zur Sedimentverteilung für das deutsche Ostseegebiet.
- BSH, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2019a), Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche Nord- und Ostsee

- BSH, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2019b) Umweltbericht Ostsee zum Flächenentwicklungsplan 2019. Hamburg/ Rostock.
- BSH. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2020a). Konzeption zur Fortschreibung der Raumordnungspläne für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Nord- und Ostsee.
- BSH, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2020b) Entwurf Umweltbericht Ostsee zum Flächenentwicklungsplan 2020. Hamburg/ Rostock.
- Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2020) Die Meeresschutzgebiete in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Ostsee - Beschreibung und Zustandsbewertung – BfN-Skript 553; 498 S.
- Bundesregierung (2020) Gemeinsam gegen Müll in Nord- und Ostsee. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/gemeinsam-gegen-muell-in-nord-und-ostsee-323816>, zuletzt aufgerufen am 20.08.2020.
- Burchard, H. und H. U. Lass, (2004): Einschätzung einiger Risiken durch Offshore-Windkraftanlagen im Bereich Kriegers Flak und Adlergrund auf das marine Ökosystem der Ostsee. Schreiben des IOW an das BSH vom 2.1.2004.
- Burchard, H., Lass, H. U., Mohrholz, V., Umlauf, L., Sellschopp, J., Fiekas, V., Bolding, K. and L. Arneborg, (2005): Dynamics of medium-intensity dense water plumes in the Arkona Basin, Western Baltic Sea. *Ocean Dynamics*, 55, 391-402 (DOI: 10.1007/s10236-005-0025-2).
- Bureau Waardenburg (1999) Falls of migrant birds – An analysis of current knowledge. Report prepared for the Directoraat-Generaal Rijksluchtvaartdienst, Postbus 90771, 2509 LT Den Haag, Programmadirectie Ontwikkeling Nationale Luchthaven, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Carstensen D., Froese R., Opitz S. & Otto T. (2014) Ökologischer und ökonomischer Nutzen fischerlicher Regulierungen in Meeresschutzgebieten. GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.
- Cederwall H & Elmgren R (1980) Biomass increase of benthic macrofauna demonstrates eutrophication of the Baltic Sea. In Proceedings of the 6th Symposium of the Baltic Marine Biologists: relationship and exchange between the pelagic and benthic biota.
- Couperus AS, Winter HV, van Keeken OA, van Kooten T, Tribuhl SV & Burggraaf D (2010) Use of high resolution sonar for near-turbine fish observations (didson)-we@ sea 2007-002 IMARES Report No. C0138/10, Wageningen, 29 Seiten.
- Cushing DH (1990) Plankton Production and Year-class Strength in Fish Populations: an Update of the Match/Mismatch Hypothesis. *Advances in Marine Biology* 26: 249–293.
- Crumlin-Pedersen, O., (1996): Viking-Age Ships and Shipbuilding in Hedeby/Haithabu and Schleswig. Roskilde: Vikingeskibsmuseet.
- Crumlin-Pedersen, O. & Olsen O., (2002): The Skuldelev Ships I: Topography, Archaeology, History, Conservation and Display. Roskilde: Vikingeskibsmuseet.

- Daan N, Bromley PJ, Hislop JRG & Nielsen NA (1990) Ecology of North Sea fish. *Netherlands Journal of Sea Research* 26 (2–4): 343–386.
- Dähne M, Tougaard J, Carstensen J, Rose A & Nabe-Nielsen J (2017) Bubble curtains attenuate noise levels from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. *Marine Ecology Progress Series* 580: 221–237.
- Dähnhardt A & Becker PH (2011) Herring and sprat abundance indices predict chick growth and reproductive performance of Common Terns breeding in the Wadden Sea. *Ecosystems* 14: 791–803.
- Danish Energy Agency. (2017). Master data register for wind turbines at end of December 2017. Retrieved from <https://ens.dk/en/our-services/statistics-data-key-figures-and-energy-maps/overview-energy-sector>
- Davis N, van Blaricom G & Dayton PK (1982) Man-made structures: effects on adjacent benthic communities. *Marine Biology* 70: 295–303.
- De Backer A, Debusschere E, Ranson J & Hostens K (2017) Swim bladder barotrauma in Atlantic cod when in situ exposed to pile driving. In: DEGRAER S, BRABANT R, RUMES B & VIGIN L (Hrsg.) (2017) Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: A continued move towards integration and quantification. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management Section.
- de Jong K., Forland T.N., Amorim M.C.P., Rieucou G., Slabbekoorn H. & Siyle L.D. (2020) Predicting the effects of anthropogenic noise on fish reproduction. *Rev Fish Biol Fisheries*. <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09598-9>.
- de Robertis A. & Handegard N. O. (2013) Fish avoidance of research vessels and the efficacy of noise-reduced vessels: a review. – *ICES Journal of Marine Science*, 70: 34–45.
- Denkmalschutzbehörden der Küstenbundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2020) Beitrag zum kulturellen Erbe für den Umweltbericht des BSH-Raumordnungsplanes in der Ausschließlichen Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee, Gemeinsame fachliche Empfehlung der für die Archäologie zuständigen Denkmalschutzbehörden der Küstenbundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein
- Dickey-Collas M, Heessen H & Ellis J (2015) 20. Shads, herring, pilchard, sprat (Clupeidae) In: Heessen H, Daan N, Ellis JR (Hrsg.) *Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea: based on international research-vessel surveys*. Academic Publishers, Wageningen, Seite 139–151.
- Diesing, M. und K. Schwarzer, (2003): Erforschung der FFH-Lebensraumtypen Sandbank und Riff in der AWZ der deutschen Nord- und Ostsee. 2. Zwischenbericht, Institut für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 62 S. mit Anhang.
- Durant JM, Hjermmann DØ, Ottersen G & Stenseth NC (2007) Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research* 33: 271–283.



- Durinck J, Skov H, Danielsen F, Christensen KD (1994) Vinterføden hos Rødstrubet Lom *Gavia stellata* i Skagerak. Dansk Ornitologisk Forenings Tidskrift 88: 39–41.
- EEA European Environment Agency (2015) State of the Europe's seas. EEA Report No 2/2015. European Environment Agency. Publications Office of the European Union, Luxembourg (Webseite der European Environment Agency).
- Ehlers, P. (2016). Kommentar zu § 1 . In P. Ehlers, Kommentar zum Seeaufgabengesetz (p. § 1). Baden-Baden: Nomos.
- Ehrich S., Adlerstein S., Götz S., Mergardt N. & Temming A. (1998) Variation in meso-scale fish distribution in the North Sea. ICES C.M. 1998/J, S.25 ff.
- Ehrich S. & Stransky C. (1999) Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. VI. Gale effects on vertical distribution and structure of a fish assemblage in the North Sea. Fisheries Research 40: 185–193.
- Ehrich S, Kloppmann MHF, Sell AF & Böttcher U (2006) Distribution and Assemblages of Fish Species in the German Waters of North and Baltic Seas and Potential Impact of Wind Parks. In: Köller W, Köppel J & Peters W (Hrsg.) Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts. 372 Seiten.
- Ehrich S, Adlerstein S, Brockmann U, Floeter JU, Garthe S, Hinz H, Kröncke I, Neumann H, Reiss H, Sell AF, Stein M, Stelzenmüller V, Stransky C, Temming A, Wegner G & Zauke GP (2007) 20 years of the German Small-scale Bottom Trawl Survey (GSBTS): a review. Senckenbergiana Maritima 37: 13–82.
- Elmer K-H, Betke K & Neumann T (2007) Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen. „Schall II“, Leibniz Universität Hannover.
- Emeis, K.-C., Struck, U., Leipe, T., Pollehne, F., Kunzendorf, H. and C. Christiansen, (2000): Changes in the C, N, P burial rates in some Baltic Sea sediments over the last 150 years – relevance to P regeneration rates and the phosphorus cycle. Marine Geology, 167, 43-59.
- EMEP (2016) European monitoring and evaluation programme. Unpublished modelling results on the projected effect of Baltic Sea and North Sea NECA designations to deposition of nitrogen to the Baltic Sea area. Available at the HELCOM Secretariat.
- Englert, A. & Trakadas, A., (2009): Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard. Maritime Culture of the North, Band 2. Roskilde: Vikingskibsmuseet.
- ENTSO-E AISBL. (2018). European Power System 2040, Completing the map, The Ten-Year Network Development Plan 2018 System Needs Analysis. Brüssel.
- Erbe, C., A.A. Marley, R.P.Schoeman, J.N. Smith, L.E. Trigg & C.B. Embling (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals – A Review. Frontiers in Marine science, doi:10.3389/fmars.2019.0060
- Eriksson N. & Rönby, J., (2012): The ‚Ghost Ship‘. An Intact Fluyt from c. 1650 in the Middle of the Baltic Sea. In: The International Journal of Nautical Archaeology 41.2, 350–361.

- EuGH, Kommission./Vereinigtes Königreich, C-6/04 (EuGH Oktober 20., 2005).
- Evans, P. (2020) *European Whales, Dolphins, and Porpoises: Marine Mammal Conservation in Practice*, ASCOBANS. Academic Press, ISBN: 978-0-12-819053-1
- Fabi G, Grati F, Puletti M & Scarcella G (2004) Effects on fish community induced by installation of two gas platforms in the Adriatic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 273: 187–197.
- Fauchald P (2010) Predator-prey reversal: a possible mechanism for ecosystem hysteresis in the North Sea. *Ecology* 91: 2191–2197.
- Fennel W & Seifert T (2008) Oceanographic processes in the Baltic Sea. *Die Küste* 74: 77–91.
- Finck P, Heinze S, Raths U, Riecken U & Ssymank A (2017) Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands: dritte fortgeschriebene Fassung 2017. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 156.
- Firth, A., Mcaleese, L., Anderson R, R., Smith, R. & Woodcock, T., (2013): Fishing and the historic environment. (EH6204. Prepared for English Heritage). Wessex Archaeology, Salisbury.
- Fließbach KL, Borkenhagen K, Guse N, Markones N, Schwemmer P & Garthe S (2019) A Ship Traffic Disturbance Vulnerability Index for Northwest European Seabirds as a Tool for Marine Spatial Planning. *Frontiers in Marine Science* 6: 192.
- Fluit, C. C. J. M. and S. J. M. H. Hulscher, (2002): Morphological Response to a North Sea Bed Depression Induced by Gas Mining. *Journal of Geophysical Research*, 107, C3, 8-1 – 8-10.
- Frazão Santos, C. A. (2020). Integrating climate change in ocean planning. *Nat Sustain* 3, pp. 505-516. doi:<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0513-x>
- Freyhof J (2009) Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). In: Haupt H, Ludwig G, Gruttke H, Binot-Hafke M, Otto C & Pauly A (Red.) *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (1): 291–316.
- Fricke R, Rechlin O, Winkler H, Bast H-D & Hahlbeck E (1996) Rote Liste und Artenliste der Rundmäuler und Meeresfische des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee. In: Nordheim H von & Merck T (Hrsg.) *Rote Listen und Artenlisten der Tiere und Pflanzen des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee*. Landwirtschaftsverlag Münster, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 48: 83–90.
- Froese R & Pauly D (HRSG) (2000) *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. ICLARM, Los Baños, Laguna, Philippines. 344 Seiten. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), Zugriff am 14.03.2018.
- Gill A.B. & Bartlett M. (2010) Literature review on the potential effects of electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments on Atlantic salmon, sea trout and European eel. *Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.401*
- Gilles A et al. (2006) MINOSplus – Zwischenbericht 2005, Teilprojekt 2, Seiten 30–45.
- Gilles A, Viquerat S & Siebert U (2014a) Monitoring von marinen Säugetieren 2013 in der deutschen Nord- und Ostsee, itaw im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.

- Gilles, A, Dähne M, Ronnenberg K, Viquerat S, Adler S, Meyer-Klaeden O, Peschko V & Siebert U (2014b) Ergänzende Untersuchungen zum Effekt der Bau- und Betriebsphase im Offshore-Testfeld „alpha ventus“ auf marine Säugetiere. Schlussbericht zum Projekt Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH StUKplus.
- Gilles A, Viquerat S, Becker EA, Forney KA, Geelhoed SCV, Haelters J, Nabenielsen J, Scheidat M, Siebert U, Sveegaard S, van Beest FM, van Bemmelen R & Aarts G (2016) Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7(6): e01367. 10.1002/ecs2.1367.
- Gimpel A, Stelzenmüller V, Haslob H, Berkenhagen J, Schupp MF, Krause G, Buck BH (2020) Offshore-Windparks: Chance für Fischerei und Naturschutz. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 6 p, DOI:10.3220/CA1580724472000
- Glarou M., Zrust M. & Svendsen J.C. (2020) Using Artificial-Reef Knowledge to Enhance the Ecological Function of Offshore Wind Turbine Foundations: Implications for Fish Abundance and Diversity
- Glockzin M & Zettler ML (2008) Spatial macrozoobenthic distribution patterns and responsible major environmental factors - a case study from the Pomeranian Bay (southern Baltic Sea), *Journal of Sea Research* 59 (3): 144–161.
- Gogina M, Nygard H, Blomqvist M, Daunys D, Josefson AB, Kotta J, Maximov A, Warzocha J, Yermakov V, Gräwe U & Zettler ML (2016) The Baltic Sea scale inventory of benthic faunal communities. *ICES Journal of Marine Science* 73(4): 1196–1213.
- Gollasch S (2003) Einschleppung exotischer Arten mit Schiffen. In: Lozan JL, Rachor E, Reise K, Sündermann J & von Westernhagen H (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 309-312.
- Gosselck F & Georgi F (1984) Benthic recolonization of the Lübeck Bight (Western Baltic) in 1980/1981. *Limnologica* 15: 407–414.
- Gosselck F, Doerschel F & Doerschel T (1987) Further developments of macrozoobenthos in Lübeck Bay, following recolonisation in 1980/81. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 72: 631–638.
- Gosselck F (1992) Zwischen Artenreichtum und Tod. Die Tiere des Meeresbodens der Lübecker Bucht als Maßstab ihrer Umwelt. *Ber. Ver. Natur Heimat Kulturhist. Mus. Lübeck* 23/24: 41–61.
- Gosselck F, Arlt G, Bich A, Bönsch R, Kube J, Schroeren V & Voss J (1996) Rote Liste und Artenliste der benthischen wirbellosen Tiere des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee. In: Nordheim H von & Merck T (Hrsg) (1996): Rote Listen und Artenlisten der Tiere und Pflanzen des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 48: 41–51.
- Gosselck, F., Lange, D. und N. Michelchen, (1996): Auswirkungen auf das Ökosystem Ostsee durch den Abbau von Kies und Kiessanden vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt und Natur M-V.

- Hagmeier A (1925) Vorläufiger Bericht über die vorbereitenden Untersuchungen der Bodenfauna der Deutschen Bucht mit dem Petersen-Bodengreifer. – Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission Meeresforschung, Band 1: 247–272.
- Hammond PS, Berggren P, Benke H, Borchers DL, Collet A, Heide-Jorgensen MP, Heimlich-Boran, S, Hiby AR, Leopold MF & Oien N (2002) Abundance of harbour porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39: 361–376.
- Hammond PS & Macleod K (2006) Progress report on the SCANS-II project, Paper prepared for ASCOBANS Advisory Committee, Finland, April 2006.
- Hammond PS, Lacey C, Gilles A, Viquerat S (2017) Estimates of cetacean abundance in European Atlantic Waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. <https://synergy.st-andrews.ac.uk/scans3/files/2017/04/SACANS-III-design-based-estimates-2017-0428-final.pdf>.
- Hartz, S., Jöns, H., Lübke, H., Schmölcke, U., Von Carnap-Bornheim, C., Heinrich, D. Klooß, S., Lüth F., Wolters, S., (2014): Prehistoric settlements in the southwestern Baltic Sea area and development of the regional Stone Age economy. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 92, 77–210
- Heessen HJL (2015) 56. Goatfishes (Mullidae). In: Heessen H, Daan N, Ellis JR (Hrsg.) *Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea: based on international research-vessel surveys*. Academic Publishers, Wageningen, Seite 344–348.
- HELCOM (2009) *Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region*. Helsinki Commission. *Balt. Sea Environ. Proc.* No.115B.
- HELCOM (2013a) *Red List of Baltic Sea underwater biotopes, habitats and biotope complexes*. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 138.
- HELCOM (2013b) *HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct*. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 140.
- HELCOM/VASAB. (2016). *Guideline for the implementation of ecosystem-based approach in Maritime Spatial Planning (MSP) in the Baltic Sea area*.
- Hermann C. & Krause J.C. (2000) *Ökologische Auswirkungen der marinen Sand- und Kiesgewinnung*. In: H. von Nordheim und D. Boedeker. *Umweltvorsorge bei der marinen Sand- und Kiesgewinnung*. BLANO-Workshop 1998. BfN-Skripten 23. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.). Bonn Bad Godesberg, 2000. 20–33.
- Hiddink JG, Jennings S, Kaiser MJ, Queirós AM, Duplisea DE & Piet GJ (2006) Cumulative impacts of sea-bed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63(4), 721–736.
- Hirth, L., & Müller, S. (2016). System-friendly wind power – How advanced wind turbine design can increase the economic value of electricity generated through wind power. *Energy Economics* 56.

- Hislop J, Bergstad OA, Jakobsen T, Sparholt H, Blasdale T, Wright P, Kloppmann MHF, Hillgruber N & Heessen H (2015) 32. Cod fishes (Gadidae). In: Heessen H, Daan N, Ellis JR (Hrsg.) Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea: based on international research-vessel surveys. Academic Publishers, Wageningen, S 186–194.
- Höft, D., Feldens, A., Tauber, F., Schwarzer, K., Valerius, J., Thiesen, M., Mulckau, A., in prep.: Map of sediment distribution in the German EEZ (1:10.000), Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- Höft, D., Richter, P., Valerius, J., Schwarzer, K. Meier, F., Thiesen, M., Mulckau, A., in prep.: Map of boulder distribution in the German EEZ, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- Hollowed AB, Barange M, Beamish RJ, Brander K, Cochrane K, Drinkwater K, Foreman MGG, Hare JA, Holt J, Ito S, Kim S, King JR, Loeng H, Mackenzie BR, Muetre FJ, Okey TA, Peck MA, Radchenko VI, Rice JC, Schirippa MJ, Yatsu A & Yamanaka Y (2013) Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries. ICES Journal of Marine Science 70:1023–1037.
- Houde ED (1987) Fish early life dynamics and recruitment variability. American Fisheries Society Symposium 2: 17–29.
- Houde ED (2008) Emerging from Hjort's Shadow. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science 41: 53–70.
- Huber, F., Knepel, G., (2015): Wrackplünderer in der Nordsee. Schutz für archäologische Fundstücke unter Wasser. In: Sporttaucher 6, 18.
- Huber, F., Witt, J. M., (2018): Das Seegefecht bei Helgoland. Schiffswracks in Gefahr. In: Leinen Los 1-2, 48–50.
- Hüppop, O., Michalik, B., Bach, L., Hill, R., Pelletier, S. K. (2018): Migrating birds and bats – barriers and collisions. In Perrow MR (ed.): Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions. Vol. 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, UK: in press.
- Hyder, K., Weltersbach, M. S., Armstrong, M., Ferter, K., Townhill, B., Ahvonen, A., ... & Borch, T. (2018) Recreational sea fishing in Europe in a global context—Participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment. *Fish and Fisheries*, 19(2), 225-243.
- Hygum, B., 1993: Miljøparvirkninger ved ral og sandsugning. Et litteraturstudie om de biologiske effekter ved rastofindvining i havet. (Environmental effects of gravel and sand suction. A literature study on the biological effects of raw material extraction in marine environments.) DMU-Report no. 81 (The Danish Environmental Investigation Agency and the Danish National Forest and Nature Agency).
- IBL Umweltplanung GmbH (2016b) Cluster „Nördlich Helgoland“, Jahresbericht 2015. Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der E.on Climate & Renewable GmbH, RWE International SE und WindMW GmbH, 30.06.2016. 847 Seiten.
- ICES, Internationaler Rat für Meeresforschung (1992) Effects of Extraction of Marine Sediments on Fisheries. ICES Cooperative Reserach Report No. 182, Kopenhagen.
- ICES, Internationaler Rat für Meeresforschung WGEXT (1998) Cooperative Research Report, Final Draft, April 24, 1998.

- ICES, (2001) Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem. ICES Cooperative Research Report, No. 247, 80 S.
- ICES (2016) Effects of extraction of marine sediments on the marine environment 2005-2011.
- ICES, Internationaler Rat für Meeresforschung (2017a) Fisheries overview – Baltic Sea Ecoregion. 24 Seiten, DOI: 10.17895/ices.pub.4389.
- ICES, Internationaler Rat für Meeresforschung (2017b) Report of the Working Group on Bycatch of Protected Species (WGBYC), 12–15 June 2017, Woods Hole, Massachusetts, USA. ICES CM 2017/ACOM: 24, 82 Seiten.
- ICES, Internationaler Rat für Meeresforschung (2019) Baltic Sea Ecoregion – Fisheries overview. 29 Seiten, DOI: <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5566>
- Ickerodt, U., (2014): Was ist ein Denkmal wert? Was ist der Denkmalwert? Archäologische Denkmalpflege zwischen Öffentlichkeit, denkmalrechtlichen Anforderungen und wissenschaftlichem Selbstanspruch. Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege 68, Heft 3/ 4, 294–309.
- IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (2005b) BENTHOS – Bestandsaufnahme und Monitoring benthischer Lebensgemeinschaften des Sublitorals vor der Außenküste Mecklenburg-Vorpommerns – Teilvorhaben „Monitoring Makrozoobenthos“, Bericht für das Jahr 2004. Unveröffentlichtes Gutachten des Instituts für Angewandte Ökologie im Auftrag des LUNG M-V, 192 S. (zitiert in SORDYL et al., 2010).
- IFAÖ, (2009): Wirkungen durch erhöhte Trübungen, Resuspension und Sedimentation bei submarinen Baggerungen, Pflug-Trenchen sowie Verklappungen. Literaturstudie. Anhang 8 der Umweltverträglichkeitsstudie zur Nord Stream Pipeline.
- IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (2015) Spezielle biotopschutzrechtliche Prüfung (BRP) für das 1. und 2. Untersuchungsjahr der Basisaufnahme zum Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „Windanker“. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Iberdrola Renovables Deutschland GmbH. Stand 27.11.2015. 15 Seiten.
- IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (2015a) Fachgutachten „Benthos“ für das Offshore-Windparkprojekt „EnBW Baltic 2“. Baubegleitendes Monitoring. Betrachtungszeitraum: Herbst 2014.
- IfAÖ (2019) FFH-Verträglichkeitsuntersuchung (FFH-VU) zur Entnahme von Kies und Sand aus dem Feld „OAM III“, Antragsfläche 2019-2023. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der OAM-DEME Mineralien GmbH, Großhansdorf, 22.02.2019.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2001) Third Assessment Report. Climate Change 2001.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007) Fourth Assessment Report. Climate Change 2007.
- IPCC. (2019). Summary for Policymakers. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/srocc/download-report>

- IUCN, International Union for the Conservation of Nature (2014) IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)).
- Janssen F., Schrumm, C. and J. O. Backhaus, 1999: A Climatological Data Set of Temperature and Salinity for the Baltic Sea and the North Sea, German Journal of Hydrographic, Supplement 9, 245pp
- Jensen, J. & SH. Müller-Navarra, (2008): Storm surges on the German Coast. *Die Küste* 74: 92–124.
- Karez, R. und D. Schories, (2005): Die Steinfischerei und ihre Bedeutung für die Wiederansiedlung von *Fucus vesiculosus* in der Tiefe. *Rostocker Meeresbiologische Mitteilungen*, 14, 95-107.
- Karlson AML, Almqvist G, Skora KE & Appelberg M (2007) Indications of competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64: 479–486.
- Katzung, G., (2004): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 580 S.
- Kenny, A. J. and H. L. Rees, (1996): The Effects of Marine Gravel Extraction on the Macrobenthos: Results 2 Years Post-Dredging, *Mar. Pollut. Bull.* 32, 615-622.
- Ketten DR (2004) Marine mammal auditory systems: a summary of audiometric and anatomical data and implications for underwater acoustic impacts. *Polarforschung* 72: S. 79–92.
- Kloppmann MHF, Böttcher, U, Damm U, Ehrich S, Mieske B, Schultz N & Zumholz K (2003) Erfassung von FFH-Anhang-II-Fischarten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee. Studie im Auftrag des BfN, Bundesforschungsanstalt für Fischerei. Endbericht, Hamburg, 82 Seiten.
- Knorr, K., Horst, D., Bofinger, S., & Hochloff, P. (2017). Energiewirtschaftliche Bedeutung der Offshore-Windenergie für die Energiewende. Varel: Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
- Knust R., Dalhoff P., Gabriel J., Heuers J., Hüppop O. & Wendeln H. (2003) Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore-Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee („offshore WEA“). Abschlussbericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens Nr. 200 97 106 des Umweltbundesamts, 454 Seiten mit Anhängen.
- Kock M (2001) Untersuchungen des Makrozoobenthos im Fehmarnbelt, einem hydrographisch besonders instabilen Übergangsbereich zwischen zentraler und westlicher Ostsee. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 103 S. und Anhang.
- Kölmel R (1979) The annual cycle of macrozoobenthos: its community structures under the influence of oxygen deficiency in the Western Baltic. In *Cyclic phenomena in marine plants and animals*, Seite 19–28. Pergamon.
- Kolp, O., (1965): Paläogeographische Ergebnisse der Kartierung des Meeresgrundes der westlichen Ostsee zwischen Fehmarn und Arkona. *Beiträge zur Meereskunde*, 12-14, 19-65.

- Kolp, O., (1966): Die Sedimente der westlichen und südlichen Ostsee und ihre Darstellung. Beiträge zur Meereskunde, 17/18, 9-60.
- Kolp, O., (1976): Die submarinen Uferterrassen der südlichen Ostsee und Nordsee und ihre Beziehung zum eustatischen Meeresspiegelanstieg. Beiträge zur Meereskunde, 35, 6-47.
- Koop, B. (2004): Vogelzug über Schleswig-Holstein. Der Fehmarn-Belt – Ein „bottle neck“ im europäischen Vogelzugsystem. Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.: 7.
- Krägefsky S. (2014) Effects of the alpha ventus offshore test site on pelagic fish. In: Beiersdorf A, Radecke A (Hrsg) Ecological research at the offshore windfarm alpha ventus – challenges, results and perspectives. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Springer Spektrum, 201 Seiten.
- Kramarska, R., (1998): Origin and Development of the Odra Bank in the Light of the Geologic Structure and Radiocarbon Dating. Geological Quarterly, 42, 277-288.
- Kröncke I (1995) Long-term changes in North Sea benthos. Senckenbergiana maritima 26 (1/2): 73–80.
- Krost, P., Bernhard, M., Werner, W. and W. Hukriede, (1990): Otter Trawl Tracks in Kiel Bay (Western Baltic) Mapped by Side-Scan Sonar. Meeresforschung, 32, 344-353.
- Kühlmorgen-Hille G (1963) Quantitative Untersuchungen der Bodenfauna in der Kieler Bucht und ihrer jahreszeitlichen Veränderungen. Kieler Meeresforschung 19: 42–103.
- Kühlmorgen-Hille G (1965) Qualitative und quantitative Veränderungen der Bodenfauna der Kieler Bucht in den Jahren 1953-1965. Kieler Meeresforschung 21: 167–191.
- Kunc H, McLaughlin K, & Schmidt R. (2016) Aquatic noise pollution: implications for individuals, populations, and ecosystems. Proc. Royal Soc. B: Biological Sciences 283:20160839. DOI: 10.1098/rspb.2016.0839.
- Ladich F. (2013) Effects of noise on sound detection and acoustic communication in fishes. In Animal communication and noise (pp. 65-90). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Landmann/Rohmer. (2018). Umweltrecht Band I - Kommentar zum UVPG. München: C.H. Beck.
- Landmann/Rohmer Umweltrecht Band I - Kommentar zum BNatSchG, §. 4. (2018). München: C.H. Beck
- Lang T., Kotwicki L., Czub M., Grzelak K., Weirup L. & Straumer K. (2017) The health status of fish and Benthos communities in chemical munitions dumpsites in the Baltic Sea. In: Beldowski J, Been R, Turmus EK (eds) Towards the monitoring of dumped munitions threat (MODUM). Dordrecht: Springer Netherlands, pp 129-152.
- Lange, W., Mittelstaedt, E. und H. Klein, (1991): Strömungsdaten aus der westlichen Ostsee. Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Reihe B, Nr. 24, 129pp.



- Lass, H. U.: (2003): Über mögliche Auswirkungen von Windparks auf den Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee. In: Meeresumwelt-Symposium 2002. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. S. 121-130.
- LBEG (2019) Erlaubnis- und Bewilligungsfelder in der dt. AWZ der Ostsee (Stand September 2019).
- Lemke, W., Kuijpers, A., Hoffmann, G., Milkert, D. and R. Atzler, (1994): The Darss Sill, Hydrographic Threshold in the Southwestern Baltic: Late Quarternary Geology and Recent Sediment Dynamics. *Continental Shelf Research*, 14, 847-870.
- Lemke, W. und F. Tauber, (1997): Bericht zur Auswertung von Sidescan-Sonar-Aufzeichnungen von bathymetrischen Daten von Munitionsverdachtsflächen in der Pommerschen Bucht. Interner Bericht, Institut für Ostseeforschung Warnemünde, 19 S.
- Lemke, W., (1998): Sedimentation und paläogeographische Entwicklung im westlichen Ostseeraum (Mecklenburger Bucht bis Arkona-Becken) vom Ende der Weichselvereisung bis zur Litorinatransgression. *Meereswissenschaftliche Berichte, Warnemünde*, 31, 156 S. mit Anhang.
- Leonhard SB, Stenberg C & Støttrup J (2011) Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities Follow-up Seven Years after Construction DTU Aqua Report No 246-2011 ISBN 978-87-7481-142-8 ISSN 1395-8216.
- Lester S.E. & Halpern B.S. (2008) Biological responses in marine no-take reserves versus partially protected areas. In *Mar Ecol Prog Ser Vol. 367*: 49 – 56.
- Lippert, H., Weigelt, R., Bastrop, R., Bugenhagen, M., Karsten, U., (2013): Schiffsbohrmuscheln auf dem Vormarsch? In: *Biologie in unserer Zeit* 43.1, 46–53.
- LLUR Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2014). Neobiota in deutschen Küstengewässern. Eingeschleppte und kryptogene Tier- und Pflanzenarten an der deutschen Nord- und Ostseeküste. 216 Seiten.
- Løkkeborg S, Humborstad OB, Jørgensen T & Soldal AV (2002) Spatio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platforms. *ICES Journal of Marine Science* 59 (Suppl): 294–S299.
- Lucke K, Sundermeyer J & Siebert U (2006) MINOSplus Status Seminar, Stralsund, Sept. 2006, Präsentation.
- Lucke K, Lepper P, Hoeve B, Everaarts E, Elk N & Siebert U (2007) Perception of low-frequency acoustic signals by harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the presence of simulated wind turbine noise. *Aquatic mammals* 33:55–68.
- Lucke K, Lepper PA, Blanchet M-A & Siebert U (2009) Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli. *Journal of the Acoustical Society of America* 125(6): 4060–4070.
- MacDonald A., Heath M.R., Greenstreet S.P.R. & Speirs D.C. (2019) Timing of Sandeel Spawning and Hatching Off the East Coast of Scotland. In *Front. Mar. Sc.* <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00070>.

- Madsen PT, Wahlberg M, Tougaard J, Lucke K & Tyack P (2006) Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs, *Marine Ecology Progress Series* 309: 279–295.
- Margetts, A.R. & Bridger, C.M. (1971) The effect of a beam trawl on the sea bed. *ICES CM*, 1971.
- MARILIM (2016) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Benthos, 1. Untersuchungsjahr März 2014 bis Februar 2015, 147 Seiten.
- Matuschek R, Gündert S, Bellmann MA (2018) Messung des beim Betrieb der Windparks Meerwind Süd/Ost, Nordsee Ost und Amrumbank West entstehenden Unterwasserschalls. Im Auftrag der IBL Umweltplanung GmbH. Version 5. P. 55. itap – Institut für technische und angewandte Physik GmbH.
- Mendel B, Schwemmer P, Peschko V, Müller S, Schwemmer H, Mercker M & Garthe S (2019) Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (*Gavia spp.*). *Journal of environmental management* 231: 429-438.
- Mes, M. J., (1990): Ekofisk Reservoir Voidage and Seabed Subsidence. *Journal of Petroleum Technology*, 42, 1434-1439.
- Methratta ET & Dardick WR (2019) Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 27(2): 242-260.
- Meyerle, R. & C. Winter, (2002): Hydrografische Untersuchungen zum Offshore-Windpark SKY 2000. Im Auftrag der 1. SHOW VG.
- Möbius K (1873) Die wirbellosen Tiere der Ostsee. Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für das Jahr 1871, 1: 97–144.
- Möllmann C, Diekmann R, Müller-Karulis B, Kornilovs G, Plikshs M & Axe P (2009) Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shift in the central Baltic Sea. *Global Change Biology* 15: 1377–1393.
- Munk P, Fox CJ, Bolle LJ, van Damme CJ, Fossum P & Kraus G (2009) Spawning of North Sea fishes linked to hydrographic features. *Fisheries Oceanography* 18(6): 458–469.
- Neo YY., Hubert J, Bolle L, Winter HV, Ten Cate C & Slabbekoorn, H (2016) Sound exposure changes European seabass behaviour in a large outdoor floating pen: effects of temporal structure and a ramp-up procedure. *Environ. Poll.* 214: 26-34.
- Nissling A, Kryvi H, & Vallin L (1994) Variation in egg buoyancy of Baltic cod *Gadus morhua* and its implications for egg survival in prevailing conditions in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 110: 67–74.
- Nord Stream (2014) Results of Environmental and Socio-economic Monitoring 2013, Document-No. GPE-PER-MON-100-080400EN.
- Norden Andersen, O. G. Nielsen, P. E. and J. Leth, (1992): Effects on sea bed, benthic fauna and hydrography of sand dredging in Koge Bay, Denmark. Proceedings of the 12<sup>th</sup> Baltic Marine Biologists Symposium, Fredensborg 1992.

- Ogawa S, Takeuchi R. & Hattori H. (1977) An estimate for the optimum size of artificial reefs. Bulletin of the Japanese Society of Fisheries and Oceanography, 30: 39–45.
- Ojaveer H (2006) The round goby *Neogobius melanostomus* is colonizing the NE Baltic Sea. Aquatic Invasions 1: 44–45.
- OSPAR commission (2010) Assessment of the environmental impacts of cables.
- Oppelt I., (2019): Wracktauchen – Die schönsten Tauchplätze der Ostsee. Wetnotes.
- Ossowski, W., (2008): The General Carleton Shipwreck, 1785. Gdańsk, Polish Maritime Museum.
- Österblom H, Hansson S, Larsson U, Hjerne O, Wulff F, Elmgren R & Folke C (2007) Human-induced trophic cascades and ecological regime shifts in the Baltic Sea. Ecosystems 10 (6): 877–889.
- Papenmeier, S., Valerius, J., Thiesen, M., Mulckau, A., in prep.: Map of sediment distribution in the German EEZ (1:10.000). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- Paschen, M., Richter, U. and W. Köpnick, (2000): TRAPESE – Trawl Penetration in the Seabed. Abschlussbericht, Universität Rostock, Fachbereich Maschinenbau und Schiffstechnik, Institut für Maritime Systeme und Strömungstechnik, 150 S. mit Anhang.
- Perry AL, Low PJ, Ellis JR & Reynolds JD (2005) Climate change and distribution shifts in marine fishes. Science 308: 1912–1915.
- Petersen CGJ (1918) The sea bottom and its production of fish-food. A survey of work done in connection with the valuation of the Danish waters from 1883-1917. Reports of the Danish Biological Station 25.
- PGU, Planungsgemeinschaft Umweltplanung Offshore Windpark (2012a) Konverterstation und Netzanbindungen im Cluster DoIWin. Projekt DoIWin1. Genehmigungsantrag. Gefährdung der Meeresumwelt / Natura2000-Gebietsschutz / Artenschutz / Biotopschutz/ Landschaftspflegerischer Begleitplan (Eingriffsregelung) / Untersuchungen.
- PGU, Planungsgemeinschaft Umweltplanung Offshore Windpark (2012b) Konverterstationen und Netzanbindungen im Cluster DoIWin. Projekt DoIWin 2. Planfeststellungsantrag. Gefährdung der Meeresumwelt / Natura2000-Gebietsschutz / Artenschutz / Biotopschutz/ Landschaftspflegerischer Begleitplan (Eingriffsregelung) / Untersuchungen. Umweltfachliche Stellungnahme, August 2012.
- Platis, A., Siedersleben, S. K., Bange, J., Lampert, A., Bärfuss, K., Hankers, R., Emeis, S. (2018, Februar 01). First in situ evidence of wakes in the far field behind offshore wind farms. Nature Scientific Reports.
- Popper A.N. & Hastings M.C. (2009) The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. Journal of Fish Biology, 75, 455–489.
- Popper A.N. & Hawkins A.D. (2019) An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. Journal of Fishbiology. 22 Seiten. DOI: 10.1111/jfb.13948.
- Prena J, Gosselck F, Schroeren V & Voss J (1997) Periodic and episodic benthos recruitment in southwest Mecklenburg Bay (western Baltic Sea). Helgoländer Meeresuntersuchungen 51: 1–21.

- Rachor E (1990) Veränderungen der Bodenfauna. In: Lozan JL, Lenz W, Rachor E, Watermann B & von Westernhagen H (Hrsg): Warnsignale aus der Nordsee. Paul Parey 432 Seiten.
- Rachor E, Arlt G, Bick A, Bönsch R, Gosselck F, Harms J, Heiber W, Kröncke I, Kube J, Michaelis H, Reise K, Schroeren V, van Bernem K-H & Voss J (1998) Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. – In: Binot M, Bless R, Boye P, Gruttke H & Pretschner P (Bearb.), 1998: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. - Schr.-R. Landschaftspfl. Natursch. 55: 290–300.
- 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 ML (2013) Rote Liste und Artenlisten der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. In: BfN (Hrsg.) (2013) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 2: Meeresorganismen, Bonn
- Read AJ (1999) Handbook of marine mammals. Academic Press.
- Read AJ & Westgate AJ (1997) Monitoring the movements of harbour porpoise with satellite telemetry. Marine Biology 130: 315–322.
- Remane A (1934) Die Brackwasserfauna. Zoolischer Anzeiger (Suppl) 7: 34–74.
- Reubens JT, Degraer S, & Vincx M (2014) The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years research. Hydrobiologia 727: 121-136.
- Richardson JW (2004) Marine mammals versus seismic and other acoustic surveys: Introduction to the noise issue. Polarforschung 72 (2/3), S. 63–67.
- Rose A, Diederichs A, Nehls G, Brandt MJ, Witte S, Höschle C, Dorsch M, Liesenjohann T, Schubert A, Kosarev V, Laczny M, Hill A & Piper W (2014) Offshore Test Site Alpha Ventus; Expert Report: Marine Mammals. Final Report: From baseline to wind farm operation. Im Auftrag des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- Ruck, K.-W., (1969): Voruntersuchungen und Baugrundverhältnisse für eine Brücke über den Fehmarn-Belt. Der Bauingenieur, 44, 175-180.
- Rudkowski, S., (1979): The Quaternary History of Baltic Poland. In: Gudelis, V. and L.-K. Königsson, Hrsg.: The Quaternary History of the Baltic. Acta Universitatis Upsaliensis. Symposia Universitatis Upsaliensis Annum Quingentesimum Celebrantis, 1, 175-183.
- Rumohr H (1995) 6.3.2 Zoobenthos. In: Rheinheimer G (Hrsg.): Meereskunde der Ostsee. 2. Auflage. –Berlin; Heidelberg; Mailand; Paris; Tokyo: Springer Verlag, 1995. 173–181.
- Rumohr H (1996) Veränderungen des Lebens am Meeresboden. In: Lozan JL, Lampe R, Matthäus W, Rachor E, Rumohr H & von Westernhagen H (Hrsg) Warnsignale aus der Ostsee. Paul Parey, 385 Seiten.
- Rumohr, H., (2003): Am Boden zerstört... Auswirkungen der Fischerei auf Lebewesen am Meeresboden des Nordost-Atlantiks. WWF Deutschland, 26 S.
- Sapota, M.R. (2004): The round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdansk – a species introduction into the Baltic Sea. Hydrobiologia 514: 219-224.

- Sapota MR & Skora KE (2005) Spread of alien (non-indigenous) fish species *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdansk (south Baltic). *Biological Invasions* 7: 157–164.
- Schade N, H.-K. S.-D. (in Vorbereitung). Klimaänderungen und Klimafolgenbetrachtung für das Bundesverkehrssystem im Küstenbereich - Schlussbericht des Schwerpunktthemas Fokusgebiete Küsten (SP-108) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks. doi:10.5675/ExpNSN2020.2020.09
- Scheidat M, Gilles A & Siebert U (2004) Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee. MINOS - Teilprojekt 2, Abschlussbericht, S. 77–114.
- Scheidat M, Tougaard J, Brasseur S, Carstensen J, van Polanen-Petel T, Teilmann J & Reijnders P (2011) Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and windfarms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6 (2): 025102.
- Schiele KS, Darr A, Zettler ML, Friedland R, Tauber F, von Weber M & Voss J (2015) Biotope map of the German Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 96(1–2): 127–135.
- Schmäler, A. (2017). Kommentar zur Seeanlagenverordnung. In Danner/Theobald, *Energierrecht* (p. § 7 SeeAnIV). München: C.H.Beck.
- Schmölcke, U., Endtmann, E., Kloöß, S., Meyer, M., Michaelis, D., Rickert, B.-H., Rößler, D. (2006): Changes of sea level, landscape and culture: A review of the south-western Baltic area between 8800 and 4000BC. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 423–438.
- Schomerus T, Runge K, Nehls G, Busse J, Nommel J & Poszig D (2006) Strategische Umweltprüfung für die Offshore-Windenergienutzung. Grundlagen ökologischer Planung beim Ausbau der Offshore-Windenergie in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone. Schriftenreihe Umweltrecht in Forschung und Praxis, Band 28, Verlag Dr. Kovac, Hamburg 2006. 551 Seiten.
- Schuchardt B (2010) Marine Landschaftstypen der deutschen Nord- und Ostsee. F&E-Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN). 58 S. + Anhänge.
- Schulz S (1968) Rückgang des Benthos in der Lübecker Bucht. *Monatsbericht. Dt. akad. Wissensch. Berlin* 10: 748–754.
- Schulz S (1969a) Benthos und Sediment in der Mecklenburger Bucht. *Beiträge zur Meereskunde* 24/25: 15–55.
- Schulz S (1969b) Das Makrobenthos der südlichen Beltsee (Mecklenburger Bucht und angrenzende Seegebiete). *Beiträge zur Meereskunde* 25: 21–46.
- Schulz-Ohlberg, J., Lemke, W. and F. Tauber, (2002): Tracing Dumped Chemical Munitions in Pomeranian Bay (Baltic Sea) at Former Transport Routes to the Dumping Areas off Bornholm Island. In: Missiaen, T. and J.-P. Henriët, Hrsg.: *Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments*. Belgian Ministry of Social Affairs, Public Health and Environment, 43-51.
- Schwarz J & Heidemann G (1994) Zum Status der Bestände der Seehund- und Kegelrobbenpopulationen im Wattenmeer. Veröffentlicht in: *Warnsignale aus dem Wattenmeer*, Blackwell, Berlin.

- Sciberas, M., Jenkins, S.R., Kaiser, M.J., Hawkins, S.J. & Pullin, A.S. (2013). Evaluating the biological effectiveness of fully and partially protected marine areas. *Environmental Evidence* 2013 2:4.
- Segschneider M., (2014): Verbrannt und versunken – Das Wrack Lindormen im Fehmarnbelt. In: *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 20, 2014, 88–93.
- SHD (SEEHYDROGRAPHISCHER DIENST DER DDR), 1987: Kadettrinne.
- Siegel, H., Gerth, M. and A. Mutzke, 1999: Dynamics of the Oder river plume in the Southern Baltic Sea: satellite data and numerical modelling. *Continental Shelf Research*, 19, 1143-1159.
- Skov H, Vaitkus G, Flensted KN, Grishanov G, Kalamees A, Kondratyev A, Leivo M, Luigujoe L, Mayr C, Rasmussen JF, Raudonikis L, Scheller W, Sidlo PO, Stipniece A, Struwe-Juhl B, Welander B (2000) Inventory of coastal and marine Important Bird Areas in the Baltic Sea. BirdLife International, Cambridge.
- Skov H, Heinänen S, Žydelis R, Bellebaum J, Bzoma S, Dagys M, Durinck J, Garthe S, Grishanov G, Hario M, Kieckbusch JJ, Kube J, Kuresoo A, Larsson K, Luigujoe L, Meissner W, Nehls HW, Nilsson L, Petersen IK., Roos MM, Pihl S, Sonntag N, Stock A, Stipniece A (2011): Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. *TemaNord* 2011:550. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Sordyl H, Gosselck F, Shaqiri A & Fürst R (2010) Einige Aspekte zu makrozoobenthischen Lebensräumen und raumordnerischen Sachverhalten in marinen Gebieten der deutschen Ostsee. In: Kannen A Et Al. (Hrsg) *Forschung für ein integriertes Küstenzonenmanagement: Fallbeispiele Odermündung und Offshore-Windkraft in der Nordsee*. *Coastline Reports* 15 (2010), Seite 185–196.
- Southall BL, Bowles AE, Ellison WT, Finneran JJ, Gentry RL, Greene CR Jr, Kastak D, Ketten DR, Miller JH, Nachtigall PE, Richardson WJ, Thomas JA & Tyack PL (2007) Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33: 411 – 521.
- Stobart B., Warwick R., González C., Mallol S., Diaz D., Reñones O. & Goñi R. (2009) Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. In *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 384: 47–60. doi: 10.3354/meps08007.
- Tardent P (1993) *Meeresbiologie. Eine Einführung*. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 305 Seiten.
- Tauber, F. und W. Lemke, (1995): Meeresbodensedimente in der westlichen Ostsee – Blatt Darß. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift*, 47, 171-178.
- Tauber, F., Lemke, W. and R. Endler, (1999): Map of Sediment Distribution in the Western Baltic Sea (1 : 100,000), Sheet Falster-Møn. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift*, 51, 5-32.
- Tauber, F., (2014): Search for palaeo landscapes in the southwestern Baltic Sea with sidescan sonar. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 92, 2014, 325–350.
- Tauber, F., (2018): Beobachtungen bei zwei Anomalien im Fehmarnbelt (Unveröffentlichter Bericht).

- 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. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (2): 11–76.
- Thorson G (1957) Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology Vol I, Ecology*, ed. J.W. Hedgpeth. *Memoirs of the Geological Society of America* 67: 461–534.
- Thünen. Institut für Fischereiökologie. (2020) Meeresmüll – Müll Zusammensetzung. <https://www.thuenen.de/de/fi/arbeitsbereiche/meeresumwelt/meeresmuell/muell-zusammensetzung/>, zuletzt aufgerufen am 19.08.2020.
- Tillit DJ, Thompson PM & Mackay A (1998) Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology* 244: 209–222.
- Tischler W (1993) Einführung in die Ökologie. (4. Aufl.) Fischer Stuttgart.
- Todd VLG, Pearse WD, Tregenza NC, Lepper PA & Todd IB (2009) Diel echolocation activity of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) around North Sea offshore gas installations. *ICES Journal of Marine Science* 66: 734–745.
- Trippel E.A., Kjesbu O.S. & Solemdal P. (1997) Effects of adult age and size structure on reproductive output in marine fishes. In *Early life history and recruitment in fish populations* (pp. 31–62). Springer, Dordrecht.
- UBA. (2019). Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018. *Climate Change* 37/2019.
- UBA. (in Vorbereitung). Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalyse 2021 (KWVA 2021), Berichtskapitel für das Handlungsfeld Küsten- und Meeresschutz.
- Uscinowicz, S., Kramarska, R. and P. Przedziecki, (1988): The Quarternary of the South-West Region of the Polish Baltic. In: Winterhalter, B., Hrsg.: *The Baltic Sea*. Geological Survey of Finland, Special Paper, 6, 31–37.
- Valdemarsen JW (1979) Behavioural aspects of fish in relation to oil platforms in the North Sea. *Int Counc Explor Sea CM* 1979/B:27.
- van Bernem K.H. (2003) Einfluss von Ölen auf marine Organismen und Lebensräume = Effects of oil on marine organisms and habitats, in: Lozán, J.L. et al. (Ed.) *Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer: eine aktuelle Umweltbilanz*. pp. 229–234
- Van Beusekom JEE, Thiel R, Bobsien I, Boersma M, Buschbaum C, Dänhardt A, Darr A, Friedland R, Kloppmann MHF, Kröncke I, Rick J & Wetzel M (2018) Aquatische Ökosysteme: Nordsee, Wattenmeer, Elbeästuar und Ostsee. In: Van Storch H, Meinke I & Claußen M (Hrsg.) *Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- Varanesi, U. [Hrsg.], (1989): *Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment*. CRC Press Inc. Boca Raton. Florida.

- Velasco F, Heessen HJL, Rijnsdorf A & De Boois I (2015) 73. Turbots (*Scophthalmidae*). In: Heessen H, Daan N, Ellis JR (Hrsg) Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea: based on international re-search-vessel surveys. Academic Publishers, Wageningen, Seite 429–446.
- von Nordheim H & Merck T (1995): Rote Liste der Biotoptypen, Tier- und Pflanzenarten des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs. - Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg, 139 Seiten.
- Wasmund, N, (2012): Faktenblatt zur Auswirkung der Eutrophierung auf das Phytoplankton der zentralen Ostsee.
- Wasmund N, Dutz J, Pollehne F, Siegel H, Zettler ML (2016a) Biological Assessment of the Baltic Sea 2015. Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde 102 DOI: 10.12754/msr-2016-0102.
- Wasmund N, Dutz J, Pollehne F, Siegel H, Zettler ML (2017) Biological Assessment of the Baltic Sea 2016. Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde 105 DOI: 10.12754/msr-2017-0105.
- Watermann, B., Schulte-Oehlmann, U. und J. Oehlmann, (2003): Endokrine Effekte durch Trbutylzinn (TBT). In: Lozan, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. und H. von Westernhagen. Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 239-244.
- Watling L & Norse EA (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. *Conservation Biology* 12(6), 1180–1197.
- Weber, W., Ehrich, S. und E. Dahm, (1990): Beeinflussung des Ökosystems Nordsee durch die Fischerei. In: In Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. & Westernhagen, H. v. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 252-267.
- Weber, W. und O. Bagge, (1996): Belastungen durch die Fischerei, S. 88-92. In: Wahrsignale aus der Ostsee, Lozan, J.L., R. Lampe, W. Matthäus, E. Rachor, H. Rumohr und H. von Westernhagen, Hrsg.
- Weigel, S., (2003): Belastung der Nordsee mit organischen Schadstoffen. In: Lozan, J.L., Rachor, E., Reise, K., Sündermann, J. und H. von Westernhagen. Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer – Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 83-90.
- Weigelt M (1985) Auswirkungen des Sauerstoffmangels 1981 auf Makrozoobenthos und Bodenfische in der Kieler Bucht. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel* 138: 122 Seiten.
- Weigelt M (1987) Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Bodenfauna der Kieler Bucht. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde Kiel*, 176: 1–297.
- Weilgart L. (2018) The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates. Report for Ocean-care, Switzerland. 34 pp.



- Werner, F., Hoffmann, G., Bernhard, M., Milkert, D. und K. Vkgren, (1990): Sedimentologische Auswirkungen der Grundfischerei in der Kieler Bucht (Westliche Ostsee). *Meyniana*, 42, 123-151.
- Westerberg H. und Lagenfelt I. (2008) Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15(5-6):369 – 375. DOI: 10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x.
- Westphal, T., Heußner; K.-U., Tauber, F., (2014): Results of dendrochronological investigations on wood samples from the SINCOS Project, Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 92, 351–364.
- Winkler HM (2006) Die Fischfauna der südlichen Ostsee. *Meeresangler-Magazin* 16: 17–18.
- Wolf, R. (2004). Rechtsprobleme bei der Anbindung von Offshore-Windenergieparks in der AWZ an das Netz. *ZUR*, 65-74.
- Wolfson A, van Blaricom G, Davis N & Lewbel GS (1979) The marine life of an offshore oil platform. *Marine Ecology Progress Series* 1: 81–89.
- Zander, C. D., (1991): Die biologische Bedeutung der Lebensgemeinschaft „Miesmuschelgürtel“ in der Ostsee. *Seevögel*, 12, Sonderheft 1, 127-131.
- Zeiler, M., Figge, K., Griewatsch, K., Diesing, M. und K. Schwarzer, (2004): Regenerierung von Materialentnahmestelle in Nord- und Ostsee. *Die Küste*, 68, 67-98.
- Zettler M, Bönsch R & Gosselck F (2001) Distribution, abundance, and some population characteristics of the Ocean Quahog, *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767), in the Mecklenburg Bight (Baltic Sea). *Journal of Shellfish Research* 20 (2):161–169.
- Zettler ML, Bönsch R & Gosselck F (2000) Verbreitung des Makrozoobenthos in der Mecklenburger Bucht (südliche Ostsee) – rezent und im historischen Vergleich. Institut für Ostseeforschung Warnemünde. *Meereswissenschaftliche Berichte* No. 42: 144 Seiten.
- Zettler ML, Röhner M, Frankowski J, Becher H & Glockzin I (2003) F+E-Vorhaben, FKZ: 802 85 210, Benthologische Arbeiten zur ökologischen Bewertung von Windenergie- Anlagen-Eignungsgebieten in der Ostsee. Endbericht für die Areale Kriegers Flak (KF) und Westlicher Adlergrund (WAG), Bundesamt für Naturschutz, 54 Seiten.
- Zettler ML, Karlsson A, Kontula T, Gruszka P, Laine AO, Herkül K, Schiele KS, Maximov A & Haldin J (2014) Biodiversity gradient in the Baltic Sea: a comprehensive inventory of macrozoobenthos data. *Helgoland Marine Research* 68(1): 49–57.
- 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. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. 225 Seiten.