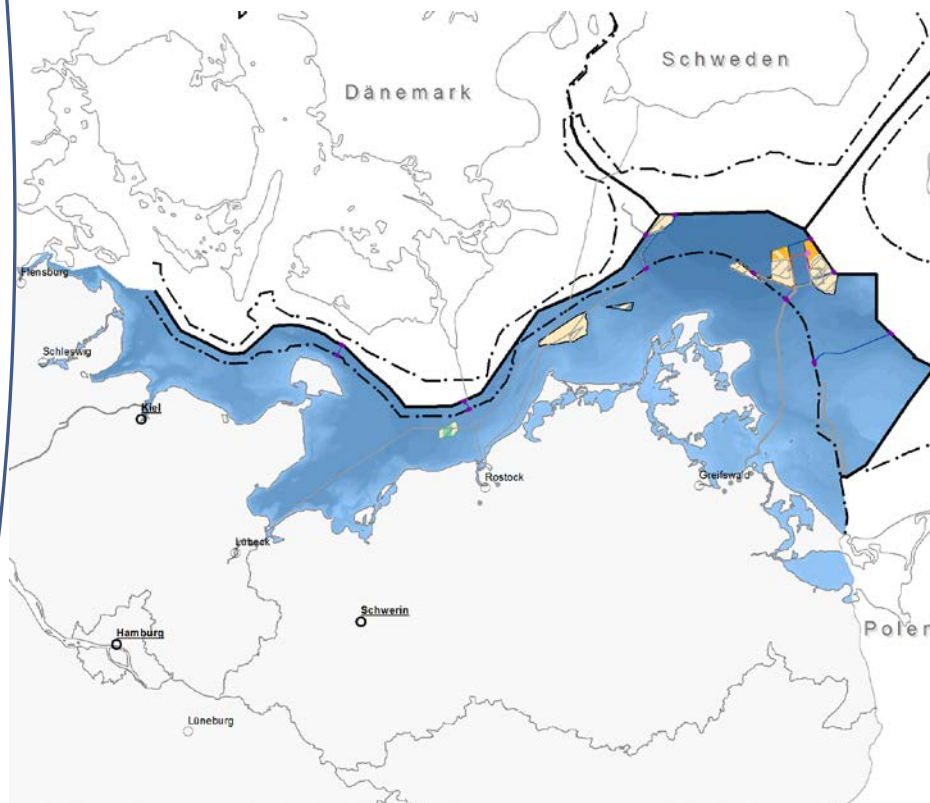




BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

# Umweltbericht zum Flächenentwicklungsplan 2019 für die deutsche Ostsee



Hamburg, 28. Juni 2019

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie  
Hamburg und Rostock 2019

BSH-Nummer 7608

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.

Fotos: BSH, Miriam Müller

## 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 Flächenentwicklungsplans	1
1.3	Gestufte Planungsverfahren – Beziehung zu anderen relevanten Plänen, Programmen und Vorhaben (Abschichtung)	3
1.3.1	Einleitung	3
1.3.2	Maritime Raumordnung (AWZ)	6
1.3.3	Flächenentwicklungsplan	6
1.3.4	Voruntersuchung	8
1.3.5	Zulassungsverfahren (Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren) für Windenergieanlagen auf See	9
1.3.6	Zulassungsverfahren für Netzanbindungen (Konverterplattformen und Seekabelsysteme)	10
1.3.7	Grenzüberschreitende Seekabelsysteme	11
1.3.8	Zusammenfassende Übersichten zu Umweltprüfungen	12
1.4	Darstellung und Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes	17
1.4.1	Internationale Übereinkommen zum Meeresumweltschutz	17
1.4.2	Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf EU-Ebene	21
1.4.3	Umwelt- und Naturschutzvorgaben auf nationaler Ebene	23
1.4.4	Energie- und Klimaschutzziele der Bundesregierung	26
1.5	Methodik der Strategischen Umweltprüfung	27
1.5.1	Einführung	27
1.5.2	Untersuchungsraum	28
1.5.3	Durchführung der Umweltprüfung	29
1.5.4	Kriterien für die Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung	32
1.5.5	Spezifische Annahmen für die Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen	36
1.5.6	Grundlagen der Alternativenprüfung	41
1.6	Datengrundlagen und Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen	42
1.6.1	Übersicht Datengrundlage	43

1.6.2	Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen	43
<b>2</b>	<b>Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands</b>	<b>46</b>
2.1	Einleitung	46
2.2	Boden/Fläche	46
2.2.1	Schutzgut Fläche	46
2.2.2	Datenlage	46
2.2.3	Geomorphologie	46
2.2.4	Sedimentverteilung auf dem Meeresboden	47
2.2.5	Geologischer Aufbau des oberflächennahen Untergrundes	47
2.2.6	Schadstoffverteilung im Sediment	50
2.2.7	Zustandseinschätzung	51
2.3	Wasser	54
2.3.1	Strömungen	54
2.3.2	Seegang und Wasserstandsschwankungen	56
2.3.3	Oberflächentemperatur und Temperaturschichtung	56
2.3.4	Oberflächensalzgehalt und Salzgehaltsschichtung	57
2.3.5	Eisverhältnisse	59
2.3.6	Schwebstoffe und Trübung	60
2.3.7	Zustandseinschätzung hinsichtlich der Nähr- und Schadstoffverteilung	62
2.4	Plankton	65
2.4.1	Datenlage und Überwachungsprogramme	65
2.4.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Phytoplanktons	66
2.4.3	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität des Zooplanktons	68
2.4.4	Zustandseinschätzung des Planktons	71
2.5	Biotoptypen	76
2.5.1	Datenlage	76
2.5.2	Biotoptypen der deutschen Ostsee	77
2.5.3	Gesetzlich geschützte marine Biotope gemäß § 30 BNatSchG und FFH-Lebensraumtypen	78
2.5.4	Zustandseinschätzung	81
2.6	Benthos	82

2.6.1	Datenlage	83
2.6.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	83
2.6.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Benthos	95
2.7	Fische	100
2.7.1	Datenlage	102
2.7.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	102
2.7.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Fische	107
2.8	Marine Säuger	114
2.8.1	Datenlage	114
2.8.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	115
2.8.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes marine Säugetiere	121
2.9	See- und Rastvögel	127
2.9.1	Datenlage	127
2.9.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität	128
2.9.3	Zustandseinschätzung der See- und Rastvögel	136
2.10	Zugvögel	140
2.10.1	Datenlage	140
2.10.2	Räumliche Verteilung und zeitliche Variabilität von Zugvögeln	141
2.10.3	Zustandseinschätzung des Schutzgutes Zugvögel	154
2.11	Fledermäuse und Fledermauszug	164
2.11.1	Datenlage	165
2.11.2	Wander- und Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee	165
2.11.3	Schutzstatus von potenziell ziehenden Fledermausarten in Anrainerstaaten der Ostsee	168
2.11.4	Gefährdungen von Fledermäusen	170
2.12	Biologische Vielfalt	170
2.13	Luft	171
2.14	Klima	171
2.15	Landschaft	172
2.16	Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	172
2.17	Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit	172
2.18	Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern	173

<b>3</b>	<b>Voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans</b>	<b>176</b>
3.1	Boden/Fläche	178
3.2	Wasser	178
3.3	Plankton	178
3.4	Biotoptypen	179
3.5	Benthos	179
3.6	Fische	180
3.7	Marine Säuger	181
3.8	See- und Rastvögel	181
3.9	Zugvögel	181
3.10	Fledermäuse und Fledermauszug	182
3.11	Biologische Vielfalt	182
3.12	Luft	183
3.13	Klima	183
3.14	Landschaft	183
3.15	Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	184
3.16	Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit	185
3.17	Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern	185
<b>4</b>	<b>Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt</b>	<b>186</b>
4.1	Boden/Fläche	186
4.1.1	Gebiete und Flächen sowie Plattformen	186
4.1.2	Seekabelsysteme	188
4.2	Benthos	191
4.2.1	Gebiete und Flächen	191
4.2.2	Plattformen	192
4.2.3	Seekabelsysteme	193
4.3	Biotoptypen	196
4.3.1	Gebiete und Flächen	196
4.3.2	Plattformen	197
4.3.3	Seekabelsysteme	197

4.4	Fische	198
4.4.1	Gebiete und Flächen	198
4.4.2	Plattformen	199
4.4.3	Seekabelsysteme	201
4.5	Marine Säuger	203
4.5.1	Gebiete und Flächen sowie Plattformen	203
4.5.2	Seekabelsysteme	207
4.6	See- und Rastvögel	208
4.6.1	Gebiete und Flächen	208
4.6.2	Plattformen	210
4.6.3	Seekabelsysteme	211
4.7	Zugvögel	211
4.7.1	Gebiete und Flächen	212
4.7.2	Plattformen	216
4.7.3	Seekabelsysteme	216
4.8	Fledermäuse und Fledermauszug	216
4.8.1	Gebiete und Flächen	216
4.8.2	Plattformen	217
4.8.3	Seekabelsysteme	217
4.9	Klima	217
4.10	Landschaft	217
4.10.1	Gebiete und Flächen	217
4.10.2	Plattformen	218
4.11	Wechselwirkungen	218
4.12	Kumulative Effekte	220
4.12.1	Boden/Fläche, Benthos und Biotoptypen	220
4.12.2	Fische	222
4.12.3	Marine Säuger	223
4.12.4	See- und Rastvögel	223
4.12.5	Zugvögel	224
4.13	Grenzüberschreitende Auswirkungen	228

<b>5</b>	<b>Artenschutzrechtliche Prüfung</b>	<b>230</b>
5.1	Marine Säuger	230
5.1.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)	230
5.1.2	§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)	232
5.2	Avifauna (See- und Rastvögel sowie Zugvögel)	237
5.2.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)	237
5.2.2	§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)	239
5.3	Fledermäuse	241
5.3.1	§ 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG	241
<b>6</b>	<b>Verträglichkeitsprüfung</b>	<b>242</b>
6.1	Rechtsgrundlage	242
6.2	Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf Lebensraumtypen	243
6.2.1	Prüfung der Verträglichkeit mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht – Rönnebank“	243
6.2.2	Prüfung der Verträglichkeit von geplanten Kabeltrassen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Fehmarnbelt“	245
6.3	Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf geschützte Arten	245
6.3.1	Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht – Rönnebank“	245
6.3.2	Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Fehmarnbelt“	248
6.3.3	Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Kadetrinne“	249
6.4	Natura2000-Gebiete außerhalb der deutschen AWZ	251
6.5	Ergebnis der Verträglichkeitsprüfung	253
<b>7</b>	<b>Gesamtplanbewertung</b>	<b>254</b>
<b>8</b>	<b>Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt</b>	<b>255</b>
8.1	Einführung	255



8.2	Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See	256
8.3	Plattformen	257
8.4	Seekabelsysteme	259
<b>9</b>	<b>Geprüfte Alternativen</b>	<b>260</b>
9.1	Nullvariante	260
9.2	Strategische Alternativen	261
9.3	Räumliche Alternativen	261
9.3.1	Alternativenprüfung für Gebiete	262
9.3.2	Vergleich der Flächen untereinander	263
9.4	Technische Alternativen	268
<b>10</b>	<b>Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Flächenentwicklungsplans auf die Umwelt</b>	<b>270</b>
10.1	Monitoring potenzieller Auswirkungen der Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See	272
10.2	Monitoring potenzieller Auswirkungen von Plattformen	273
10.3	Monitoring der potenziellen Auswirkungen von Seekabeln	273
<b>11</b>	<b>Nichttechnische Zusammenfassung</b>	<b>275</b>
<b>12</b>	<b>Quellenangaben</b>	<b>292</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zum gestuften Planungs- und Zulassungsprozess im zentralen Modell. ....	4
Abbildung 2: Übersicht zu den Schutzgütern in den Umweltprüfungen .....	5
Abbildung 3: Umweltprüfungen im gestuften Planungs- und Zulassungsprozess mit dem Fokus der jeweiligen Prüfung.....	12
Abbildung 4: Gegenstand der Planungs- und Zulassungsverfahren mit Schwerpunkten in der Umweltprüfung.....	13
Abbildung 5: Übersicht zu Schwerpunkten in den Umweltprüfungen im Planungs- und Zulassungsverfahren. ....	16
Abbildung 6: Übersicht zu den Normebenen der einschlägigen Rechtsakte für die SUP.....	27
Abbildung 7: Darstellung des Untersuchungsraums der SUP für die Ostsee zum Flächenentwicklungsplan. ....	29
Abbildung 8: Allgemeine Methodik der Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen.....	32
Abbildung 9: Verteilung der Oberflächensedimente im Bereich der clusterübergreifenden Anbindungen. Die Klassifizierung erfolgte nach TAUBER (2012) .....	49
Abbildung 10: Klimatologische Monatsmittel der Oberflächentemperatur (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999). ....	57
Abbildung 11: Klimatologische Monatsmittel des Oberflächensalzgehalts (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999). ....	58
Abbildung 12: Salzgehaltsschichtung in der westlichen Ostsee nach JANSSEN et al. (1999). ....	59
Abbildung 13: Häufigkeit des Eisauftretens in der Ostsee südlich von 56° N im 50-jährigen Zeitraum 1961-2010 (BSH, 2012). ....	60
Abbildung 14: Monatsmittel des oberflächennahen Gesamt-Schwebstoffgehaltes aus den MERIS-Daten des ENVISAT-Satelliten für 2004.....	62
Abbildung 15: 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). ....	73
Abbildung 16: Karte der auf Grundlage vorhandener Daten abgrenzbaren Biotoptypen der deutschen Ostsee (nach SCHUCHARDT et al., 2010). ....	77
Abbildung 17: Biotopkarte der deutschen Ostsee nach SCHIELE et al. (2015). HELCOM HUB Codes erläutert in HELCOM (2013b). ....	78
Abbildung 18: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BFN, 2006). ....	86
Abbildung 19: 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). ....	87

Abbildung 20: 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). .....	88
Abbildung 21: 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). .....	111
Abbildung 22: 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) des Referenzwertes (fischereiliche Intensität für den nachhaltigen Dauerertrag, FMSY) 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). .....	113
Abbildung 23: 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). Fehmarn, Kadetrinne und Mecklenburger Bucht wurden mit <i>Cet All</i> 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).....	117
Abbildung 24: 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.). .....	118
Abbildung 26: 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). .....	131
Abbildung 27: Vorkommen von Seetauchern ( <i>Gavia stellata</i> / <i>G. arctica</i> ) in der deutschen Ostsee während einer schiffsgestützten Erfassung vom 13.- 20. Januar 2011 (MARKONES & GARTHE 2011). .....	131
Abbildung 28: Mittleres Wintervorkommen von Eisenten ( <i>Clangula hyemalis</i> ) in der deutschen Ostsee in den Jahren 2010 – 2012 (Flug- und schiffsbasierte Erfassungen, MARKONES et al. 2015). .....	132
Abbildung 29: 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). .....	133
Abbildung 30: Verbreitung der Trottellumme in der deutschen Ostsee (Winter 2000-2005; SONNTAG et al. 2006).....	133

Abbildung 31: Verbreitung der Gryllsteiste in der westlichen Ostsee im Herbst (links) und im Winter 2000 bis 2005 (rechts) aus SONNTAG et al. 2006.....	134
Abbildung 32: Verteilung von Rothalstauchern ( <i>Podiceps grisegena</i> ) in der Pommerschen Bucht, Ostsee, im Januar 2013 (MARKONES et al. 2014). .....	134
Abbildung 33: Vogelzugbeobachtungsstationen und Punkte der Radarerfassung des Vogelzuges des IfAÖ in der westlichen Ostsee (Falsterbo: keine eigenen Beobachtungen; aus BELLEBAUM et al., 2008).....	141
Abbildung 34: Schematische Darstellung der wichtigsten Zugwege im Ostseeraum für den Herbstzug (BELLEBAUM et al., 2008).....	144
Abbildung 35: Schema ausgewählter Zugwege von Wasservögeln in der westlichen Ostsee (Zusammenstellung IfAÖ nach Literaturquellen und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus BSH, 2009). .....	146
Abbildung 36: 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).....	148
Abbildung 37: 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).....	149
Abbildung 38: Artenzusammensetzung des nächtlichen Vogelzuges auf Rügen im Herbst 2005 (n= 26.612 Echos; aus BELLEBAUM et al., 2008).....	153
Abbildung 39: 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). .....	153
Abbildung 40: Mittlere Zugraten (MTR = mean traffic rate = Vögel pro Kilometer und Stunde) an verschiedenen Messstandorten im Frühjahr und im Herbst (aus BELLEBAUM et al., 2008). .....	154
Abbildung 41: Visualisierung der Wahrnehmbarkeit von Offshore-Windenergieanlagen im besonderen Eignungsgebiet nach SeeAnIV "Westlich Adlergrund" links am Aussichtspunkt Königsstuhl auf Rügen; Nabenhöhe der WEA 100m; Entfernung des Betrachters ca. 33 km; Augenhöhe ca. 120m über NN; rechts am Strand am Fuß des Königsstuhls auf Rügen; Augenhöhe ca. 2 m über NN (ARCADIS 2005, zitiert in BSH, 2009).....	184

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorhabenbezogene Auswirkungen bei Umsetzung des FEP.....	36
Tabelle 2: Parameter für die Betrachtung der Gebiete und Flächen.....	39
Tabelle 3: Parameter für die Betrachtung der Netzanschlüsse und Plattformen.....	40
Tabelle 4: Parameter für die Betrachtung der Seekabelsysteme.....	40
Tabelle 5: Zustandseinschätzung des Schutzgutes „Boden“ im Hinblick auf Sedimentologie und Geomorphologie im betrachteten Gebiet.....	53
Tabelle 6: Charakteristische Strömungsparameter für ausgesuchte Positionen in der westlichen Ostsee.....	55
Tabelle 7: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BfN 2006).....	85
Tabelle 8: Gefährdete benthische wirbellose Arten der AWZ der deutschen Ostsee und Nachweis (X) in den Gebieten O-1 bis O-3 und der Fläche O-1.3. (RACHOR et al. 2013: 1=vom Aussterben bedroht, 2=stark gefährdet, 3=gefährdet, G= Gefährdung unbekanntes Ausmaßes HELCOM, 2013b: VU=vulnerable, NT=near threat).....	93
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 unbekanntes 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.....	108
Tabelle 10: Mitwinterbestände der wichtigsten Rastvogelarten in der deutschen Ostsee und der AWZ nach MENDEL et al. (2008).....	128
Tabelle 11: Zuordnung der wichtigsten Rastvogelarten der deutschen AWZ in der Ostsee in die Gefährdungskategorien der europäischen Rote Liste und nach HELCOM. Definition nach IUCN (gilt auch für HELCOM): <b>LC</b> = Least Concern, nicht gefährdet; <b>NT</b> = Near Threatened, Potentiell gefährdet; <b>VU</b> = Vulnerable, Gefährdet; <b>EN</b> = Endangered, Stark gefährdet; <b>CR</b> = Critically Endangered, vom Aussterben bedroht).....	137
Tabelle 12: 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).....	142
Tabelle 13: 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)...	150
Tabelle 14: 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).....	150

Tabelle 15: Populationsgrößen (Anzahl der Brutpaare; Stand 2000) für die häufigsten nachts ziehenden Singvogelarten in Schweden (T = teilweise Tagzieher; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004a). .....	152
Tabelle 16: Thermische Eigenschaften wassergesättigter Böden (nach SMOLCZYK 2001) .....	189
Tabelle 17: Einschätzung der Auswirkungen von Windenergieanlagen und Umspannplattformen auf Schweinswale in Bezug auf die Funktion und Bedeutung der einzelnen Gebiete.....	206
Tabelle 12. Flächenvergleich unter Anwendung naturschutzfachlicher Kriterien. ....	264

## 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 Meeressäugtieren 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
SAMBAH	Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour porpoise
SCANS	Small Cetacean Abundance in the North Sea and Adjacent Waters
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
UVP	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

Nach §§ 4ff. des Windenergie-auf-See-Gesetzes (WindSeeG<sup>1</sup>) erstellt das BSH im Einvernehmen mit der Bundesnetzagentur (BNetzA) und in Abstimmung mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) und den Küstenländern einen Flächenentwicklungsplan (FEP). Der FEP wird erstmalig aufgestellt und muss gemäß § 6 Abs. 8 WindSeeG bis zum 30. Juni 2019 bekannt gemacht werden. Bei der Aufstellung des FEP erfolgte eine Umweltprüfung im Sinne des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)<sup>2</sup>, die sog. Strategische Umweltprüfung (SUP).

Die Durchführung einer SUP mit der Erstellung eines Umweltberichts ergibt sich aus § 35 Abs. 1 Nr. 1 UVPG i.V.m. Nr. 1.17 des Anhangs 5, da Flächenentwicklungspläne nach § 5 WindSeeG der SUP-Pflicht unterliegen.

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 Rechnung getragen wird. Die SUP hat die Aufgabe, die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten.

---

<sup>1</sup> Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258, 2310), das zuletzt durch Artikel 21 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist

<sup>2</sup> Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 22 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist.

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 § 2 Abs. 1 UVPG zu betrachten:

- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
- Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie
- die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Das inhaltliche Hauptdokument der SUP ist der vorliegende Umweltbericht. Dieser ermittelt, beschreibt und bewertet die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen, die die Durchführung des FEP auf die Umwelt haben wird, sowie mögliche Planungsalternativen unter Berücksichtigung der wesentlichen Zwecke des Plans.

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

Nach § 4 Abs. 1 WindSeeG ist Zweck des FEP, fachplanerische Festlegungen für die ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) der Bundesrepublik Deutschland zu treffen.

§ 4 Abs. 2 WindSeeG regelt, dass für den Ausbau von Windenergieanlagen auf See und der hierfür erforderlichen Offshore-Anbindungsleitungen der FEP Festlegungen mit dem Ziel trifft,

- das Ausbauziel nach § 4 Nr. 2b des EEG<sup>3</sup> zu erreichen,

---

<sup>3</sup> "Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist.

- die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen auf See räumlich geordnet und flächensparsam auszubauen und
- eine geordnete und effiziente Nutzung und Auslastung der Offshore-Anbindungsleitungen zu gewährleisten und Offshore-Anbindungsleitungen im Gleichlauf mit dem Ausbau der Stromerzeugung aus Windenergieanlagen auf See zu planen, zu errichten, in Betrieb zu nehmen und zu nutzen.

Der FEP enthält nach dem gesetzlichen Auftrag des § 5 Abs. 1 WindSeeG für den Zeitraum ab dem Jahr 2026 bis mindestens zum Jahr 2030 für die deutsche AWZ und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen für das Küstenmeer Festlegungen über:

1. Gebiete; im Küstenmeer können Gebiete nur festgelegt werden, wenn das zuständige Land eine Verwaltungsvereinbarung nach § 4 Abs. 1 S. 3 WindSeeG mit dem BSH hierüber abgeschlossen und die Gebiete als möglichen Gegenstand des FEP ausgewiesen hat,
2. Flächen in den nach Nummer 1 festgelegten Gebieten,
3. die zeitliche Reihenfolge, in der die festgelegten Flächen zur Ausschreibung nach Teil 3 Abschnitt 2 WindSeeG kommen sollen, einschließlich der Benennung der jeweiligen Kalenderjahre,
4. die Kalenderjahre, in denen auf den festgelegten Flächen jeweils die bezuschlagten Windenergieanlagen auf See und die entsprechende Offshore-Anbindungsleitung in Betrieb genommen werden sollen,
5. die in den festgelegten Gebieten und auf den festgelegten Flächen jeweils voraussichtlich zu installierende Leistung von Windenergieanlagen auf See,

6. Standorte von Konverterplattformen, Sammelpattformen und, soweit wie möglich, Umspannanlagen,
7. Trassen oder Trassenkorridore für Offshore-Anbindungsleitungen,
8. Orte, an denen die Offshore-Anbindungsleitungen die Grenze zwischen der ausschließlichen Wirtschaftszone und dem Küstenmeer überschreiten,
9. Trassen oder Trassenkorridore für grenzüberschreitende Stromleitungen,
10. Trassen oder Trassenkorridore für mögliche Verbindungen der in den Nummern 1, 2, 6, 7 und 9 genannten Anlagen, Trassen oder Trassenkorridore untereinander und
11. standardisierte Technikgrundsätze und Planungsgrundsätze.

Der FEP kann für den Zeitraum ab dem Jahr 2021 für Gebiete in der deutschen AWZ und im Küstenmeer verfügbare Netzanbindungskapazitäten auf vorhandenen oder in den folgenden Jahren noch fertigzustellenden Offshore-Anbindungsleitungen ausweisen, die nach § 70 Abs. 2 WindSeeG Pilotwindenergieanlagen auf See zugewiesen werden können. Der FEP kann räumliche Vorgaben für die Errichtung von Pilotwindenergieanlagen auf See in Gebieten machen und die technischen Gegebenheiten der Offshore-Anbindungsleitung und sich daraus ergebenden technischen Voraussetzungen für den Netzanschluss von Pilotwindenergieanlagen auf See benennen.

## 1.3 Gestufte Planungsverfahren – Beziehung zu anderen relevanten Plänen, Programmen und Vorhaben (Abschichtung)

### 1.3.1 Einleitung

Im Rahmen des zentralen Modells ist der FEP in einem gestuften Planungsprozess das Steuerungsinstrument für den geordneten Ausbau der Windenergie auf See. Die SUP zum FEP steht im Zusammenhang zu jeweils vor- bzw. nachgelagerten Umweltprüfungen.

Bei Gesamtbetrachtung des zentralen Modells ist der Planungsprozess für den Bereich der AWZ in mehrere Stufen aufgeteilt:

Auf der obersten und übergeordneten Stufe steht das Instrument der maritimen Raumplanung. Der Raumordnungsplan ist das vorausschauende Planungsinstrument, das verschiedene Nutzungsinteressen im Bereich der Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung sowie Schutzansprüche koordiniert. Bei der Aufstellung des Raumordnungsplans ist eine SUP durchzuführen.

Auf der nächsten Stufe steht der FEP. Der FEP hat den Charakter einer Fachplanung. Der Fachplan ist als wichtiges Steuerungsinstrument darauf ausgerichtet, die Nutzung Windenergie auf See 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 des FEP wird eine SUP 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 SUP durchgeführt.

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 (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf der 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 samt 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 im zentralen Modell.

Wegen weiterer Einzelheiten wird ergänzend auf Kapitel 2 des FEP verwiesen.

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

gegenstand 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 § 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 Offshore-Bereich haben sich als Unterfälle der gesetzlich genannten Schutzgüter Tiere,

Pflanzen und biologische Vielfalt folgende Komponenten des Ökosystems etabliert:

- Plankton
- Benthos
- Biotoptypen
- Fische
- Marine Säuger
- Avifauna: Rastvögel und Zugvögel
- Fledermäuse.

Im Rahmen der Umweltprüfung werden die hier genannten Ökosystemkomponenten im Einzelnen betrachtet, um den besonderen Merkmalen und Schutzanforderungen des jeweiligen Elements mit dem dafür erforderlichen Detaillierungsgrad Rechnung zu tragen.

## Übersicht zu den Schutzgütern

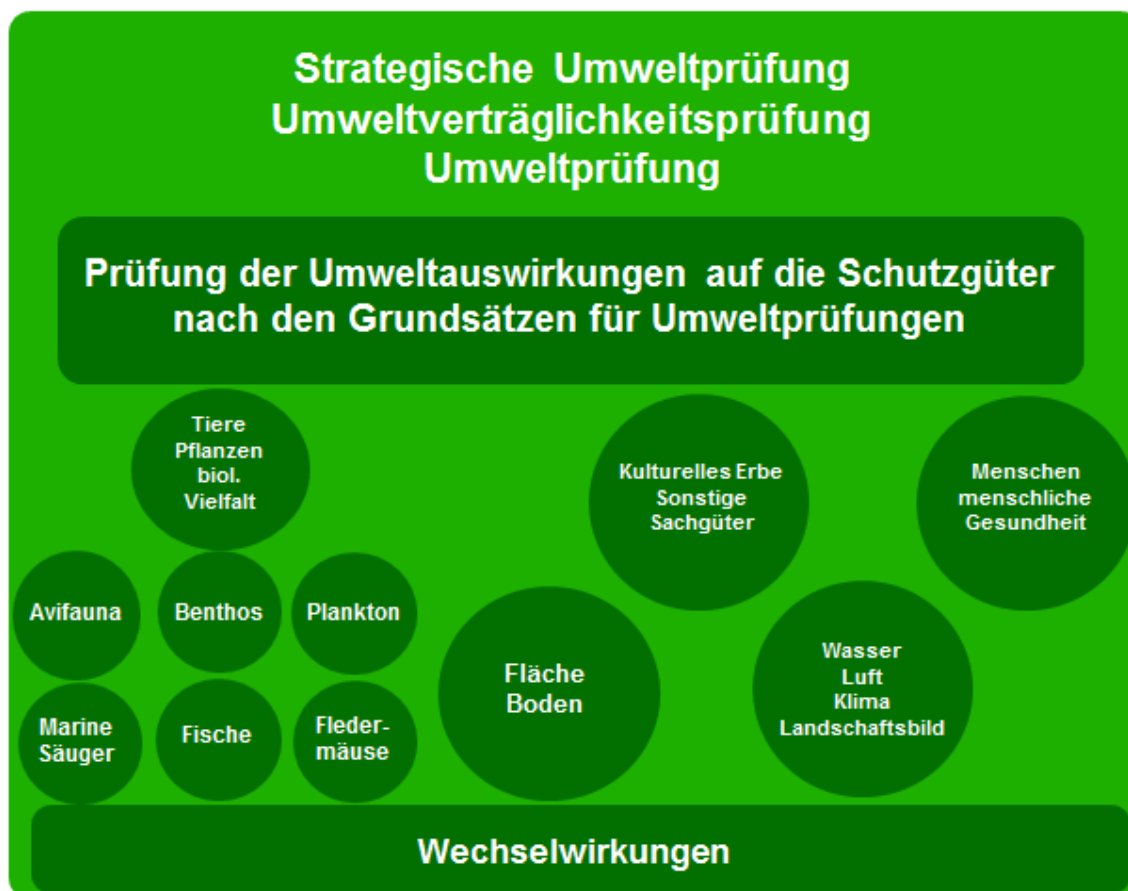


Abbildung 2: Übersicht zu den Schutzgütern in den Umweltprüfungen.



Im Einzelnen stellt sich der gestufte Planungsprozess wie folgt dar:

### 1.3.2 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 Raumordnungspläne, die in Form von Rechtsverordnungen in Kraft treten. Die Verordnung des (damaligen) Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) über die Raumordnung in der deutschen AWZ in der Nordsee (AWZ Nordsee-ROV) vom 21. September 2009, BGBl. I S. 3107, ist am 26. September 2009 und die Verordnung für den Bereich der deutschen AWZ in der Ostsee (AWZ Ostsee-ROV) vom 10. Dezember 2009, BGBl. I S. 3861 ist am 19. Dezember 2009 in Kraft getreten.

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 Raumplanung werden Festlegungen überwiegend in Form von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten sowie Zielen und Grundsätzen getroffen. Nach § 8 Abs. 1 ROG<sup>4</sup> ist bei der Aufstellung von Raumordnungsplänen von der für den Raumordnungsplan zuständigen Stelle eine SUP durchzuführen, in der die vo-

raussichtlichen 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. Zu Beginn eines Planungsprozesses sollen strategische Grundsatzfragen geklärt werden. Damit fungiert das Instrument primär als steuerndes Planungsinstrument der planenden Verwaltungsstellen, um einen umweltgerechten Rahmen für sämtliche Nutzungen zu schaffen.

Die **Prüfungstiefe** ist bei der Raumordnung grundsätzlich durch eine größere Untersuchungsbreite, d.h. eine grundsätzlich größere Anzahl an Alternativen, 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 Alternativen und mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen Gegenstand der SUP.

### 1.3.3 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

<sup>4</sup> Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 15 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.

Auswirkungen führen, so dass eine Prüfung im Rahmen der SUP erforderlich ist.

Darüber hinaus trifft der FEP Festlegungen in zeitlicher Hinsicht, indem etwa die zeitliche Reihenfolge, in der die Flächen für Windenergie auf See zur Ausschreibung kommen sollen, und die Kalenderjahre für die Inbetriebnahme festgelegt werden. Diese sind kein Prüfungsschwerpunkt, da hierdurch gegenüber den räumlichen Festlegungen keine weiteren Umweltauswirkungen entstehen.

Die festzulegenden Inhalte des FEP sind in Kapitel 1.4. und Kapitel 4.8 des FEP näher ausgeführt.

Die Festlegungen des FEP müssen nach den Anforderungen des § 5 WindSeeG zulässig sein. Nach § 5 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 WindSeeG sind Festlegungen insbesondere dann unzulässig, wenn überwiegende öffentliche oder private Belange entgegenstehen. Im Rahmen der SUP bedeutet dies, dass die zu prüfenden Festlegungen insbesondere dann unzulässig sind, wenn sie

- die Meeresumwelt gefährden bzw.
- gemäß § 5 Abs. 3 Satz 2 Nr. 5 WindSeeG im Falle der Festlegung eines Gebiets oder einer Fläche diese in einem nach § 57 BNatSchG ausgewiesenen Schutzgebiet liegen oder
- außerhalb der vom BFO nach § 17a EnWG<sup>5</sup> festgelegten Cluster 1 bis 8 in der Nordsee und Cluster 1 bis 3 in der Ostsee liegen.

Etwas Anderes gilt nur dann, wenn in diesen Clustern ausreichend Gebiete und Flächen festgelegt werden, um das Ausbauziel nach § 4 Nr. 2b EEG zu erreichen.

Nach § 40 Abs. 1 Satz 2 UVPG sind im Rahmen des Umweltberichts die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans sowie vernünftige Alternativen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Nach § 40 Abs. 3 UVPG bewertet die zuständige Behörde vorläufig im Umweltbericht die Umweltauswirkungen des Plans auf die Schutzgüter nach den Grundsätzen der Umweltprüfung. Der Prüfungsmaßstab des Fachrechts und des UVPG sind im Wesentlichen deckungsgleich, da die Bewertung der Umweltauswirkungen in den Umweltprüfungen nach Maßgabe der geltenden Gesetze erfolgt.

Da der FEP die Aufgabe der Bundesfachplanung Offshore nach § 17a EnWG fortführt, setzt die SUP auf die bereits durchgeführten Prüfungen für die Aufstellung und die Fortschreibungen der Bundesfachpläne Offshore (BFO) auf. Es wird daher auf die Umweltberichte, insbesondere zum letzten BFO 2016/2017 für die AWZ der Ostsee<sup>6</sup>, verwiesen.

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

---

<sup>5</sup> Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist

---

<sup>6</sup>

[https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Bundesfachplaene\\_Offshore/bundesfachplaene-offshore\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Bundesfachplaene_Offshore/bundesfachplaene-offshore_node.html)

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 Nutzungen Windenergie und Stromleitungen die strategischen, technischen und räumlichen Alternativen ein Prüfungsschwerpunkt.

#### 1.3.4 Voruntersuchung

Der nächste Schritt im gestuften Planungsprozess ist die Voruntersuchung von Flächen für Windenergieanlagen auf See. Das BSH untersucht im Auftrag der BNetzA nach Maßgabe der Verwaltungsvereinbarung vom März 2017 Flächen, die der FEP im Bereich der AWZ festlegt.

Die Voruntersuchung von im FEP festgelegten Flächen erfolgt mit dem **Ziel**, für die Ausschreibungen der BNetzA nach §§ 16ff. WindSee den Bietern die Informationen zur Verfügung zu stellen, die eine wettbewerbliche Bestimmung der Marktprämie nach § 22 EEG ermöglichen. Die Eignung der Fläche wird festgestellt und einzelne Untersuchungsgegenstände vorab geprüft, um das anschließende Planfeststellungsverfahren auf diesen Flächen zu beschleunigen. Zudem wird die zu installierende Leistung auf der gegenständlichen Fläche bestimmt.

In Bezug auf die Belange der Umwelt werden nach § 10 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 WindSeeG die Untersuchungen der Meeresumwelt durchge-

führt und dokumentiert, die für eine Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) in dem der Ausschreibung folgenden Planfeststellungsverfahren nach § 45 WindSeeG zur Errichtung von Windenergieanlagen auf See auf dieser Fläche erforderlich sind und die unabhängig von der späteren Ausgestaltung des Vorhabens durchgeführt werden können. Ziel der Voruntersuchungen sind insbesondere die Beschreibung und Bewertung der Umwelt und ihrer Bestandteile durch

- eine Bestandscharakterisierung
- die Darstellung der bestehenden Vorbelastungen und
- eine Bestandsbewertung.

Ferner werden nach § 10 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 und Nr. 3 WindSeeG eine Vorerkundung des Baugrunds durchgeführt und dokumentiert sowie Berichte über die Wind- und ozeanographischen Verhältnisse für die vorzuuntersuchende Fläche erstellt.

Nach § 10 Abs. 1 Satz 2 WindSeeG sind die in Satz 1 genannten Untersuchungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik durchzuführen. Dies wird nach § 10 Abs. 1 Satz 3 WindSeeG vermutet, wenn die Untersuchung der Meeresumwelt unter Beachtung des jeweils geltenden „Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt“ (StUK) bzw. die Vorerkundung des Baugrunds unter Beachtung des jeweils geltenden Standard Baugrunderkundung – Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -untersuchung für Offshore-Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel“ durchgeführt worden ist.

Bei der Eignungsfeststellung 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 der Festlegung einer Fläche im Flächenentwicklungsplan nach § 5 Abs. 3 WindSeeG oder, soweit sie unabhängig von der spä-



teren 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<sup>7</sup> nicht zu besorgen ist und der Vogelzug nicht gefährdet wird.

Die Voruntersuchung 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 Einzelzulassungsverfahren auf der anderen Seite ist sie dadurch abgegrenzt, dass ein anlagentyp- und layoutunabhängiger Prüfansatz anzulegen ist.

Die **Prüfungstiefe** der SUP für die Eignungsprüfung zeichnet sich somit im Vergleich zum FEP durch einen kleinräumigeren Untersuchungsraum und eine größere Untersuchungstiefe. Es kommen grundsätzlich weniger und räumlich eher eingegrenztere Alternativen ernsthaft in Betracht. Die beiden primären Alternativen sind die Feststellung der Eignung einer Fläche auf der einen und die Feststellung ihrer Nichteignung (siehe hierzu § 12 Abs. 6 WindSeeG) auf der anderen Seite. Allerdings kann die Eignungsfeststellung auch Vorgaben für das spätere Vorhaben beinhalten, insbesondere zu Art und Umfang der Bebauung der Fläche und ihrer Lage, wenn andernfalls durch die Errichtung und den Betrieb von Windener-

gieanlagen auf See Beeinträchtigungen der Kriterien nach § 10 Abs. 2 WindSeeG zu besorgen sind.

Der **Schwerpunkt** der Umweltprüfung liegt dabei auf der Betrachtung der lokalen Auswirkungen bezogen auf die Fläche und deren Lage.

### 1.3.5 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<sup>8</sup> 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,

<sup>7</sup> Seerechtsübereinkommen vom 10. Dezember 1982, verkündet durch das Vertragsgesetz Seerechtsübereinkommen vom 2. September 1994, BGBl. 1994 II S. 1798.

<sup>8</sup> Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2639) geändert worden ist.

- 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.

### 1.3.6 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 bedürften 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 Anfor-

derungen an die Umweltverträglichkeitsprüfung für Windenergieanlagen auf See einschließlich Nebenanlagen entsprechend.

### **1.3.7 Grenzüberschreitende Seekabelsysteme**

Nach § 133 Abs. 1 i.V.m. Abs. 4 BBergG<sup>9</sup> 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.

---

<sup>9</sup> Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.

### 1.3.8 Zusammenfassende Übersichten zu Umweltprüfungen

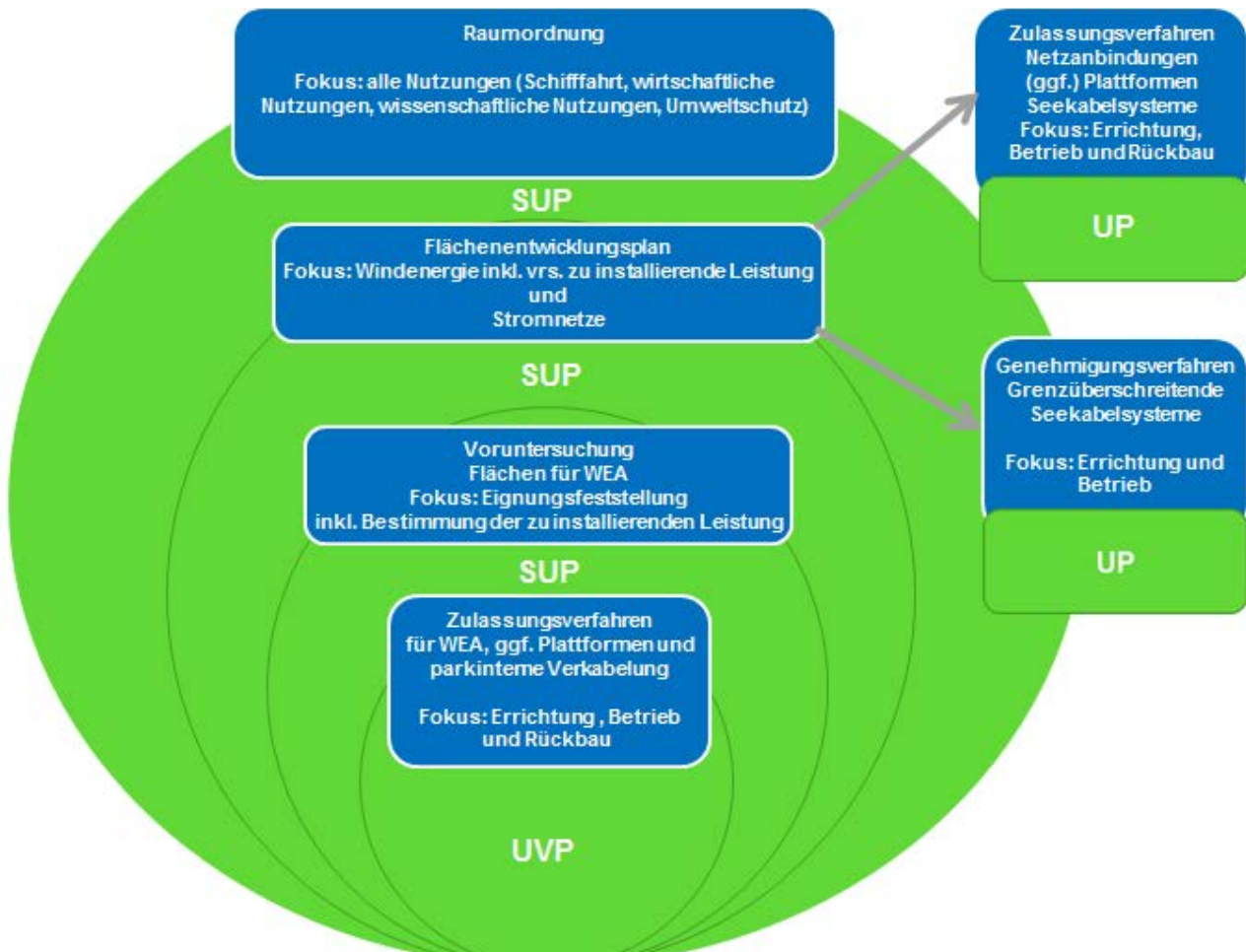


Abbildung 3: Umweltprüfungen im gestuften Planungs- und Zulassungsprozess mit dem Fokus der jeweiligen Prüfung.

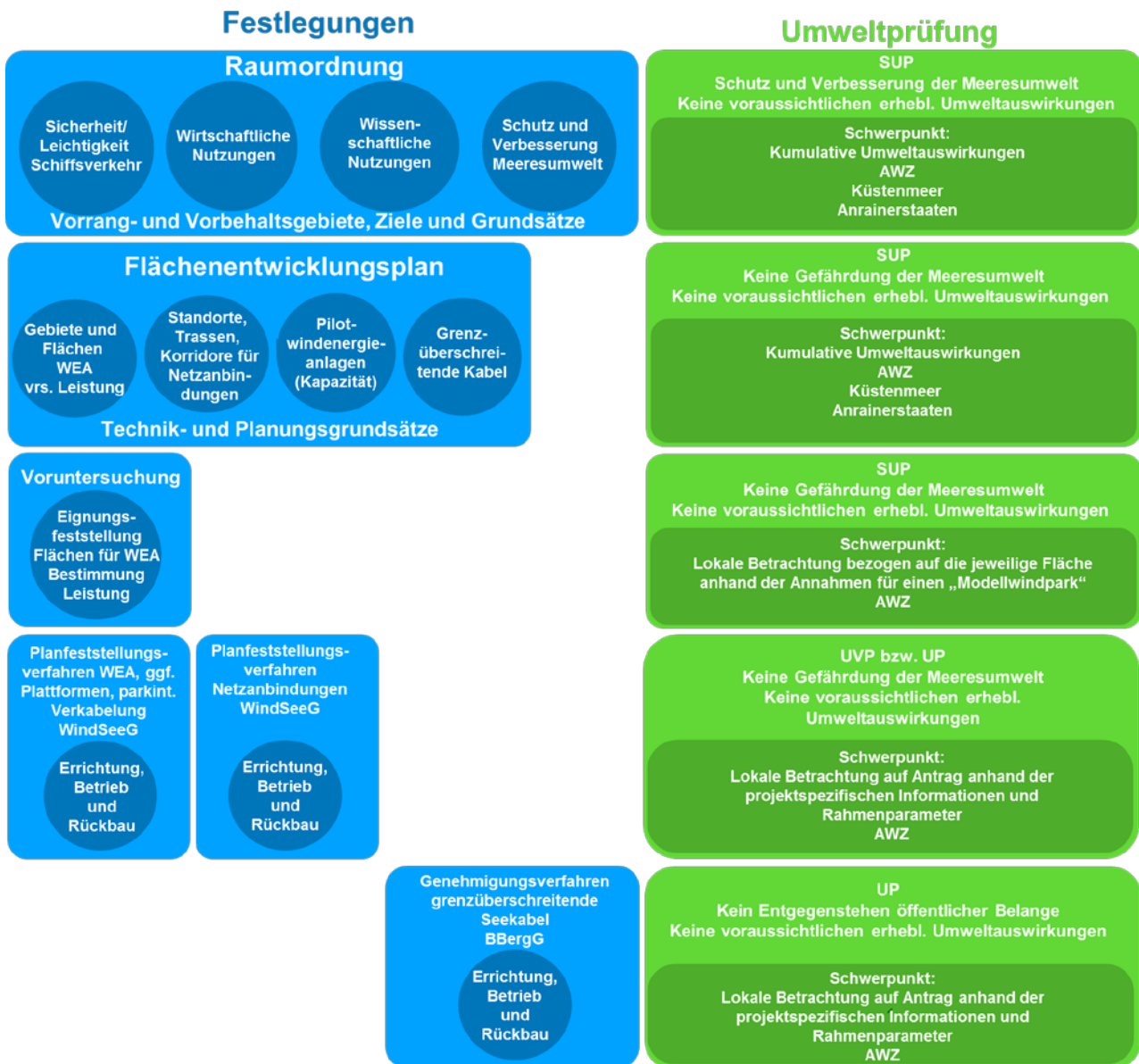


Abbildung 4: Gegenstand der Planungs- und Zulassungsverfahren mit Schwerpunkten in der Umweltprüfung.

<p><b>Raumordnung</b> SUP</p>	<p><b>FEP</b> SUP</p>	<p><b>Voruntersuchung</b> SUP Eignungsprüfung</p>	<p><b>Zulassungsverfahren</b> (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) Netzanbindungen UP</p>	<p><b>Genehmigungsverfahren</b> Grenzüberschreitende Seekabelsysteme UP</p>
<p><b>Strategische Planung für die Festlegungen</b></p>		<p><b>Strategische Planung für die Festlegungen</b></p>	<p><b>Umweltprüfung</b> Antrag auf</p>	<p><b>Umweltprüfung</b> Antrag auf</p>
<p align="center"><b>Festlegungen und Prüfungsgegenstand</b></p> <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 Rohleitungen</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> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Standorte Plattformen</li> <li>Trassen- und Seekabellinien für Seekabelsysteme</li> <li>Technik- und Planungsgrundsätze</li> </ul> </div> <p>• Gebiete für Windenergieanlagen auf See</p> <p>• Flächen für Windenergieanlagen auf See, einschl. der voraussichtlich zu installierenden Leistung</p> <p>• Prüfung der Eignung der Fläche für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen, einschließlich der zu installierenden Leistung</p> <p>• Auf Grundlage der eingereichten und erhobenen Daten (STUK)</p> <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> <li>die Errichtung und den Betrieb von grenzüberschreitenden Seekabelsystemen</li> <li>nach den Vorgaben der Raumordnung und des FEP</li> </ul>				
<p align="center"><b>Analyse Umweltauswirkungen</b></p> <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 des Plans auf die Meeresumwelt.</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>				
<p align="center"><b>Zielrichtung</b></p> <p>Zielt auf die Optimierung planerischer Gesamtlösungen, also umfassender Maßnahmenbündel, ab. Betrachtung eines größeren Spektrums an Nutzungen.</p> <p>Setzt am Beginn des Planungsprozesses zur Klärung von strategischen Grundsatzzfragen ein, also zu einem frühen Zeitpunkt, zu dem noch größerer Handlungsspielraum</p> <p>Behandelt für die Nutzung Offshore-Windenergie die Grundsatzzfragen nach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarf bzw. gesetzlichen Zielen</li> <li>Zweck</li> <li>Technologie</li> <li>Kapazitäten</li> <li>Findung von Standorten für Plattformen und Trassen.</li> </ul> <p>Behandelt für die Nutzung der Windenergieanlagen Grundsatzzfragen nach</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eignung der Fläche</li> </ul> <p>Stellt die für die Angebotsabgabe gesetzlich geregelten Informationen über die Fläche zur Verfügung.</p> <p>Behandelt Fragen nach der Nutzung 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> <p>Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Aufgaben.</p> <p>Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Aufgaben.</p> <p>Behandelt Fragen nach der konkreten Ausgestaltung („Wie“) eines Vorhabens (technische Ausstattung, Bauausführung – Baufreigaben).</p> <p>Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens und formuliert dazu Aufgaben.</p>				



besteht.	Sucht nach umweltgerechten Maßnahmenbündeln, ohne die Umweltverträglichkeit der Planung absolut zu beurteilen.	Sucht nach umweltgerechten Maßnahmenbündeln, ohne die Umweltverträglichkeit des Vorhabens zu beurteilen.	Auflagen.
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.	Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Vorhabenträgers reagiert.	Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Vorhabenträgers reagiert.
<b>Prüfungstiefe</b>			
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).
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 auf der Fläche.	Berücksichtigt primär lokale Auswirkungen im Nahbereich des Vorhabens.
<b>Schwerpunkt der Prüfung</b>			
<b>Kumulative Effekte</b> Gesamtplanbetrachtung Strategische und großräumige Alternativen Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen	<b>Kumulative Effekte</b> Gesamtplanbetrachtung Strategische, technische und räumliche Alternativen Mögliche grenzüberschreitende Auswirkungen	<b>Lokale Auswirkungen</b> bezogen auf die Fläche und deren Lage.	<b>Anlagen-, errichtungs- und betriebsbedingte Umweltauswirkungen</b> Anlagenrückbau Prüfung bezogen auf das konkrete Anlagendesign. Eingriffs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.
<b>Zulassungsverfahren (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) für WEA</b>			
<b>UVP</b>			
<b>Prüfungsgegenstand</b>			
<b>Prüfung der Umweltverträglichkeit auf Antrag für</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf der im FEP festgelegten und voruntersuchten Fläche</li> <li>Nach den Festlegungen des FEP und Vorgaben der Voruntersuchung.</li> </ul>			

<b>Prüfung Umweltauswirkungen</b>
<p>Analysiert (ermittelt, beschreibt und bewertet) die Umweltauswirkungen des konkreten Vorhabens (Windenergieanlagen, ggf. Plattformen und parkinterne Verkabelung).</p> <p>Nach § 24 UVPG erarbeitet die zuständige Behörde eine zusammenfassende Darstellung der Umweltauswirkungen des Vorhabens.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Merkmale des Vorhabens und des Standorts, mit denen <b>erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen</b> ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen,</li> <li>• der Maßnahmen, mit denen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen, sowie</li> <li>• der Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft (Anmerkung: Ausnahme nach § 56 Abs. 3 BNatSchG)</li> </ul>
<b>Zielrichtung</b>
<p>Behandelt die Fragen nach der konkreten Ausgestaltung („Wie“) eines Vorhabens (technische Ausstattung, Bauausführung).</p> <p>Fungiert primär als passives Prüfinstrument, das auf Antrag des Ausschreibungsgewinners/Vorhabenträgers reagiert.</p>
<b>Prüfungstiefe</b>
<p>Gekennzeichnet durch geringere Untersuchungsbreite, d.h. eine begrenzte Zahl an Alternativen, und größere Untersuchungstiefe (detaillierte Analysen).</p> <p>Beurteilt die Umweltverträglichkeit des Vorhabens auf der voruntersuchten Fläche und formuliert dazu Auflagen.</p> <p>Berücksichtigt überwiegend lokale Auswirkungen im Nahbereich des Vorhabens.</p>
<b>Schwerpunkt der Prüfung</b>
<p>Den Schwerpunkt der Prüfung bilden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Errichtungs- und betriebsbedingte Umweltauswirkungen</li> <li>• Prüfung bezogen auf das konkrete Anlagendesign</li> <li>• Anlagerrückbau.</li> </ul>

Abbildung 5: Übersicht zu Schwerpunkten in den Umweltprüfungen im Planungs- und Zulassungsverfahren.



## 1.4 Darstellung und Berücksichtigung der Ziele des Umweltschutzes

Die Aufstellung des FEP 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.

### 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 über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen vom 29. Dezember 1972 (London-Übereinkommen) sowie das Protokoll von 1996 (London-Protokoll)

Das Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen vom 29. Dezember 1972<sup>10</sup> umfasst die Einbringung von Abfällen und anderer Materie von Schiffen, Flugzeugen und Offshoreplattformen. Während das

---

<sup>10</sup> Bekanntmachung über das Inkrafttreten des Übereinkommens zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen, vom 21. Dezember 1977, BGBl II 1977, S. 1492.

London-Übereinkommen von 1972 Einbringungsverbote lediglich für bestimmte Stoffe (Schwarze Liste) vorsieht, ist im Protokoll von 1996<sup>11</sup> ein generelles Einbringungsverbot verankert. Ausnahmen von diesem Verbot sind nur für bestimmte Abfallkategorien wie Baggergut und inerte, anorganische, geologische Stoffe zulässig. Diese Vorgaben werden auf der Ebene des Flächenentwicklungsplans im Rahmen der Planungsgrundsätze aufgenommen und weitere Einzelheiten dargestellt.

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

Das unter der Federführung der Internationalen Maritimen Organisation (International Maritime Organization) entwickelte Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe von 1973<sup>12</sup> stellt die rechtliche Grundlage für den Umweltschutz in der Seeschifffahrt dar. Es wendet sich vor allem an Schiffseigentümer zur Unterlassung von betriebsbedingten Einleitungen in das Meer. Relevant sind vor allem die Regelungen zur Einleitung von Abwässern und Schiffsmüll (Anlagen IV und V). Anlage VI räumt die Möglichkeit zur Ausweisung von Schwefel-Emissions-Überwachungsgebieten ein. Das Übereinkommen gilt nach Art. 2 Abs. 4 MARPOL auch für Offshore-Plattformen. In den Planungsgrundsätzen wird diese Vorgabe aufgenommen und Einzelheiten

---

<sup>11</sup> Bekanntmachung über das Inkrafttreten des Protokolls von 1996 zum Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen, vom 9. Dezember 2010, BGBl II Nr. 35.

<sup>12</sup> Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe von 1973, verkündet durch das Gesetz zu dem Internationalen Übereinkommen von 1973 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe und zu dem Protokoll von 1978 zu diesem Übereinkommen vom 23. Dezember 1981, BGBl 1982 II S. 2.

zur Emissionsminderung auch im Hinblick auf Abfall dargestellt.

- Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen von 1982

Für die Errichtung von Anlagen zur Förderung und Erzeugung von Energie im Meer ist Art. 208 des Seerechtsübereinkommens der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 (SRÜ) zu berücksichtigen. Dieser verpflichtet die Küstenstaaten zum Erlass und zur Durchsetzung von Rechtsvorschriften zur Verhütung und Verringerungen von Verschmutzungen, die durch Tätigkeiten auf dem Meeresboden entstehen oder von künstlichen Inseln, Anlagen und Bauwerken herrühren. Ansonsten sind die Vertragsstaaten allgemein dazu verpflichtet, die Meeresumwelt entsprechend ihrer Möglichkeiten zu schützen (vgl. Art. 194 Abs. 1 SRÜ). Anderen Staaten und deren Umwelt darf kein Schaden durch Verschmutzung zugefügt werden. Für den Einsatz von Technologien ist geregelt, dass alle notwendigen Maßnahmen zur Verhütung und Verringerung daraus entstehender Meeresverschmutzungen unternommen werden (Art. 196 SRÜ). Die SUP dient der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen. Festlegungen werden im Hinblick auf die Gefährdung der Meeresumwelt und Nutzungskonflikte geprüft. Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderungen von Auswirkungen werden ausgearbeitet und standardisierte Technik- und Planungsgrundsätze festgelegt, die u.a. auch dem Schutz vor Verschmutzungen dienen.

#### 1.4.1.2 Regionale Übereinkommen zum Meeresumweltschutz

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

Das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes (Helsinki-Über-

einkommen)<sup>13</sup> erfasst sämtliche anthropogenen Verschmutzungsquellen. Hierfür ist die Anwendung der besten Umweltpaxis und verfügbaren Technik erforderlich (Art. 3 Abs. 3 Helsinki-Übereinkommen). Das Übereinkommen erschöpft sich jedoch nicht in der Regelung von Verschmutzungstatbeständen, sondern verpflichtet die Vertragsstaaten ebenfalls zum Ökosystem- und Habitatschutz. Die Verträglichkeit der Festlegungen des FEP wird im Hinblick auf die Naturschutzgebiete geprüft. Über die standardisierten Technik- und Planungsgrundsätze werden Anforderungen an die Reduzierung von Emissionen durch den Betrieb der Windparks, Plattformen und Kabel gestellt.

- UNECE Konvention über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) im grenzüberschreitenden Rahmen (Espoo<sup>14</sup>-Konvention)

Das Übereinkommen der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) verpflichtet die Vertragsparteien bei geplanten Projekten, die möglicherweise erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben, eine UVP durchzuführen und die betroffenen Parteien zu benachrichtigen. Die Benachrichtigung umfasst Angaben über das geplante Projekt einschließlich Informationen über seine grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen und weist auf die Art der möglichen Entscheidung hin. Die Partei, in deren Zuständigkeitsbereich ein Projekt geplant ist, stellt sicher, dass im Rahmen des UVP-Verfahrens eine UVP-Dokumentation erstellt wird und übermittelt diese der betroffenen

<sup>13</sup> Gesetz zu dem Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes vom 9. April 1992, BGBl II 1994 S. 1397.

<sup>14</sup> Übereinkommen vom 25. 2. 1991 über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, umgesetzt durch das Espoo-Vertragsgesetz vom 7. 6. 2002, BGBl. 2002 II, S. 1406 ff. sowie das Zweite Espoo-Vertragsgesetz vom 17. 3. 2006, BGBl. 2006 II, S. 224 ff.

Partei. Die UVP-Dokumentation ist Basis für die Konsultationen, die mit der betroffenen Partei unter anderem über die möglichen grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen des Vorhabens und deren Verminderung und Vermeidung zu führen sind. Die Vertragsparteien stellen sicher, dass die betroffene Öffentlichkeit des betroffenen Staates über das Vorhaben informiert wird und Gelegenheit zur Abgabe von Stellungnahmen erhält. Im Rahmen der FEP-Aufstellung wurden die Nachbarstaaten informiert und erhielten Gelegenheit zur Stellungnahme.

- UNECE-Protokoll über die strategische Umweltprüfung (SUP-Protokoll)

Das SUP-Protokoll ist ein Zusatzprotokoll zur Espoo-Konvention (s.o.). Das Protokoll über die strategische Umweltprüfung - SUP-Protokoll – der UNECE fordert von den Vertragsparteien eine umfassende Berücksichtigung von Umwelterwägungen bei der Ausarbeitung von Plänen und Programmen.

Die Ziele des Protokolls umfassen die Integration von Umweltaspekten (einschließlich gesundheitsbezogener Aspekte) in die Ausarbeitung von Plänen und Programmen, die freiwillige Berücksichtigung von Umweltaspekten (einschließlich gesundheitsbezogener) in Politiken und Rechtsvorschriften, das Schaffen klarer Rahmenbedingungen für ein SUP-Verfahren und die Sicherstellung der Beteiligung der Öffentlichkeit in SUP-Verfahren.

#### 1.4.1.3 Schutzgutspezifische Abkommen

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

Das Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wild lebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner

Konvention)<sup>15</sup> von 1979 regelt den Schutz von Arten durch Entnahme- und Nutzungsbeschränkungen und der Verpflichtung zum Schutz ihrer Lebensräume. Durch den Anhang II der streng geschützten Tierarten werden beispielsweise auch Schweinswale, Seetaucher, Zwergmöve u.a. geschützt. Über das Artenschutzrecht finden die Inhalte auch Eingang in die Prüfung der Umweltauswirkungen.

- Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten von 1979 (Bonner Konvention)

Das Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten von 1979<sup>16</sup> verpflichtet die Vertragsstaaten, Maßnahmen zum Schutz wild lebender, grenzüberschreitend wandernder Tierarten und zu ihrer nachhaltigen Nutzung zu ergreifen. Die sog. Arealstaaten, in denen die bedrohten Arten verbreitet sind, müssen deren Habitate erhalten, sofern sie von Bedeutung sind, um die Art vor der Gefahr des Aussterbens zu bewahren (Art. 3 Abs. 4 a) Bonner Konvention). Sie müssen außerdem nachteilige Auswirkungen von Tätigkeiten oder Hindernisse, welche die Wanderung der Art ernstlich erschweren, beseitigen, ausgleichen oder auf ein Mindestmaß beschränken (Art. 3 Abs. 4 b) Bonner Konvention) und Einflüsse, welche die Arten gefährden, soweit dies durchführbar ist, vorbeugen oder verringern. Über das Artenschutz- und Gebietsschutzrecht werden die Voraussetzungen geprüft.

<sup>15</sup> Gesetz zu dem Übereinkommen vom 19. September 1979 über die Erhaltung der europäischen wild lebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume, vom 17. Juli 1984, BGBl II 1984 S. 618, das zuletzt durch Artikel 416 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

<sup>16</sup> Gesetz zu dem Übereinkommen vom 23. Juni 1979 zur Erhaltung der wandernden wild lebenden Tierarten vom 29. Juni 1984 (BGBl. 1984 II S. 569), das zuletzt durch Artikel 417 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

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)

Das Abkommen zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen wandernden Wasservögel von 1995<sup>17</sup> gewinnt vor allem im Hinblick auf die Bedeutung der Ostsee für im Abkommen aufgeführte Zugvögel Bedeutung. Die Zugvögel sollen auf ihren Zugwegen in einen günstigen Erhaltungszustand belassen bzw. dieser wiederhergestellt werden. Der Umweltbericht prüft die Auswirkungen der Festlegungen des FEP im Hinblick auf die Zugvogelbewegungen in der AWZ (auf Kapitel 4.7 und 5.2 wird verwiesen).

- Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in Nord- und Ostsee von 1991 (ASCOBANS)

Das Abkommen zur Erhaltung der Kleinwale in Nord- und Ostsee von 1991<sup>18</sup> schreibt den Schutz von Zahnwalen mit Ausnahme des Pottwals speziell für den Bereich der Nord- und Ostsee fest. Vor allem wurde ein Erhaltungsplan ausgearbeitet, der die Beifangrate reduzieren soll. Im Umweltbericht werden die Auswirkungen der Festlegungen auf Säugetiere geprüft und in den standardisierten Technikgrundsätzen Schallminderungs- und -verhütungsmaßnahmen, die Koordination von Rammarbeiten usw. zum Schutz der Kleinwale vorgeschrieben (auf Kapitel 4.5 und 5.1 wird verwie-

<sup>17</sup> Gesetz zu dem Abkommen vom 16. Juni 1995 zur Erhaltung der afrikanisch-eurasischen wandernden Wasservögel vom 18. September 1998 (BGBl. 1998 II S. 2498), das zuletzt durch Artikel 29 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.

<sup>18</sup> Gesetz zu dem Abkommen vom 31. März 1992 zur Erhaltung der Kleinwale in der Nord- und Ostsee vom 21. Juli 1993 (BGBl. 1993 II S. 1113), das zuletzt durch Artikel 419 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

sen). Die konkrete Umsetzung dieser Maßnahmen ist von der Genehmigungs- bzw. Planfeststellungsbehörde unter Berücksichtigung der Besonderheiten des jeweiligen konkreten Vorhabensgebietes auf Zulassungsebene anhand der projektspezifischen Anforderungen näher zu prüfen und zu regeln.

- Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen von 1991 (EUROBATS)

Das Abkommen zur Erhaltung der europäischen Fledermauspopulationen von 1991 (EUROBATS)<sup>19</sup> soll den Schutz aller 53 europäischen Fledermausarten durch geeignete Maßnahmen sicherstellen. Das Abkommen steht nicht nur europäischen Staaten offen, sondern allen Arealstaaten, die zum Verbreitungsgebiet mindestens einer europäischen Fledermauspopulation gehören. Als wichtigste Instrumente sieht das Abkommen Regelungen zur Entnahme von Tieren, die Benennung von bedeutsamen Schutzgebieten sowie die Förderung von Forschung, Monitoring und Öffentlichkeitsarbeit vor. Fledermäuse sind außerdem als besonders und streng geschützte Art nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 und 14 Bundesnaturschutzgesetz Gegenstand der artenschutzrechtlichen Prüfung und auch nach der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie geschützt. Auf Kapitel 5 und 6 wird verwiesen.

- Übereinkommen über die biologische Vielfalt von 1993

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt<sup>20</sup> bezweckt die Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung geneti-

<sup>19</sup> Gesetz zu dem Abkommen vom 4. Dezember 1991 zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa, BGBl. II 1993 S. 1106.

<sup>20</sup> Gesetz zu dem Übereinkommen vom 5. Juni 1992 über die biologische Vielfalt, vom 30. August 1993, BGBl. II Nr. 72, S. 1741.

scher Ressourcen ergebenden Vorteile. Darüber hinaus ist die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen auch zur Erhaltung für künftige Generationen als Ziel verankert. Das Übereinkommen gilt nach Art. 4b auch für Verfahren und Tätigkeiten außerhalb der Küstengewässer in der AWZ. Die biologische Vielfalt stellt ein Schutzgut im Rahmen der SUP dar, weshalb voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen auch in Bezug auf dieses Schutzgut geprüft werden.

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

Der sachliche Anwendungsbereich des AEUV<sup>21</sup> und damit grundsätzlich auch der des Sekundärrechts erweitert sich, soweit die Mitgliedstaaten einen Zuwachs an Rechten in einem Bereich außerhalb ihres Hoheitsgebiets erfahren, das sie auf die EU übertragen haben (EuGH, Kommission./Vereinigtes Königreich, 2005) Für den Bereich des Meeresumweltschutzes, Naturschutzes oder Gewässerschutzes gilt also die Anwendbarkeit der unionsrechtlichen Vorgaben auch im Bereich der AWZ.

Als einschlägige Rechtsvorschriften der EU sind zu berücksichtigen:

- Richtlinie 337/85/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (Umweltverträglichkeitsprüfungs-Richtlinie, UVP-Richtlinie)

Die Richtlinie 337/85/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten<sup>22</sup> (kodifiziert durch die Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und

des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten)<sup>23</sup> wurde mit dem Gesetz über die Umwelt-Verträglichkeitsprüfung in das nationale Recht umgesetzt. Da die in diesem Gesetz auch geregelte SUP in vielen Regelungen auf die UVP-Normen verweist, entfaltet auch die UVP-Richtlinie indirekt Wirkung bei der Aufstellung von SUP-pflichtigen Plänen.

- 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-RL)<sup>24</sup>

In ausgewiesenen FFH-Gebieten ist die Durchführung einer FFH-Verträglichkeitsprüfung nach Art. 6 Abs. 3 FFH-RL erforderlich, wenn Anlagen errichtet werden sollen. Liegen zwingende Gründe des öffentlichen Interesses vor, kann die Errichtung auch bei einer Unverträglichkeit gerechtfertigt sein. Die FFH-Gebiete in der Ostsee wurden mittlerweile nach den nationalen Schutzgebietskategorien als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Die Verträglichkeitsprüfung richtet sich damit nach den Schutzzwecken in den Naturschutzgebieten.

- 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)

Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober

---

<sup>21</sup> Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union, ABl. EG Nr. C 115 vom 9.5.2008, S. 47.

<sup>22</sup> Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, ABl 175 S. 40.

---

<sup>23</sup> Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, vom 28.11.2011, ABl 26/11.

<sup>24</sup> Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, ABl. L 206, vom 22.07.1992.



2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik<sup>25</sup> (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) bezweckt die Erreichung eines guten ökologischen Zustands der Oberflächengewässer. Hiermit sind Monitoring, Bewertung, Zielsetzung und eine Umsetzung der Maßnahmen als Schritte geknüpft. Sie gilt u.a. auch für Übergangs- und Küstengewässer, nicht jedoch für die AWZ. Dementsprechend richten sich bei der Erarbeitung des Umweltberichts primär die Regelungen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie einschlägig.

- 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)

Die Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme<sup>26</sup> (Strategische Umweltprüfungs-Richtlinie, SUP-RL) wurde im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in nationales Recht umgesetzt. Sie enthält vor allem Vorgaben zur Anwendbarkeit auf Pläne und Programme, zu den Verfahrensschritten bei der Prüfung von Umweltauswirkungen auf Pläne und Programme, der nationalen und grenzüberschreitenden Beteiligung der Behörden und Öffentlichkeit. Ihre Vorgaben werden bei der Ausarbeitung der Durchführung der SUP für den FEP und der Ausarbeitung des Umweltberichts beachtet. Der Umweltbericht

---

<sup>25</sup> 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, ABl. L 327, vom 22.12.2000.

<sup>26</sup> Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme, ABl. L 197, vom 21.07.2001.

enthält die nach Art. 5 i.V.m Anhang I geforderten Informationen.

- 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)

Die 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<sup>27</sup> (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, MSRL) als umweltpolitische Säule einer integrierten europäischen Meerespolitik hat das Ziel, „spätestens bis zum Jahr 2020 einen guten Zustand der Meeresumwelt zu erreichen oder zu erhalten“ (Art. 1 Abs. 1 MSRL). Im Vordergrund stehen die Bewahrung der biologischen Vielfalt und die Erhaltung bzw. Schaffung vielfältiger und dynamischer Ozeane und Meere, die sauber, gesund und produktiv sind (vgl. Erwägungsgrund 3 zur MSRL). Im Ergebnis soll eine Balance zwischen den anthropogenen Nutzungen und dem ökologischen Gleichgewicht erreicht werden.

Die Umweltziele der MSRL sind unter Anwendung eines Ökosystemansatzes für die Steuerung menschlichen Handelns und nach dem Vorsorge- und Verursacherprinzip entwickelt worden:

- Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung
- Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe
- Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten

---

<sup>27</sup> 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, ABl. L 164, vom 25.06.2008.

- Meere mit nachhaltig und schonend genutzten Ressourcen
- Meere ohne Belastung durch Abfall
- Meere ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge
- Meere mit natürlicher hydromorphologischer Charakteristik (vgl. BMU 2012).

Der Umweltbericht dient einer systematischen Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der Festlegungen auf die Meeresumwelt. Vor allem die Auswirkungen auf marine Arten und Habitate wird geprüft und zur Verringerung von Umweltauswirkungen standardisierte Technik- und Planungsgrundsätze aufgestellt, die u.a. Vorgaben zur Abfallbehandlung, Ressourcennutzung und im Hinblick auf Schadstoffe beinhalten.

- Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlamentes und Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie, V-RL)

Mit der Richtlinie 2009/147/EG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie)<sup>28</sup> sollen sämtliche in den Gebieten der EU-Staaten natürlicherweise vorkommenden Vogelarten einschließlich der Zugvogelarten in ihrem Bestand dauerhaft erhalten, und neben dem Schutz auch die Bewirtschaftung und die Nutzung der Vögel geregelt werden. Alle europäischen Vogelarten im Sinne des Artikels 1 der Richtlinie 2009/147/EG sind nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 b) bb) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege geschützt. Im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung werden die Vorgaben der Richtlinie untersucht.

- Vorschriften zur nachhaltigen Fischerei im Rahmen der Gemeinsamen Fischereipolitik

Im Bereich der Fischereipolitik verfügt die EU über die ausschließliche Zuständigkeit (vgl. Art. 3 Abs. 1d Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union). Die Vorschriften beinhalten beispielsweise Fangquoten, die auf dem höchstmöglichen Dauerertrag beruhen, mehrjährige Bewirtschaftungspläne, eine Anlandeverpflichtung für Beifang sowie die Förderung von Aquakulturanlagen. Die Nutzung der AWZ für die Fischerei ist als ein Belang bei den Festlegungen des FEP zu prüfen.

### 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 zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG)

Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG)<sup>29</sup> setzt in den §§ 45a bis 45l die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) in nationales Recht um. § 45a WHG implementiert das Ziel, bis 2020 einen guten Zustand der Meeressgewässer zu gewährleisten. Eine Verschlechterung des Zustands soll verhindert und menschliche Einträge vermieden oder vermindert werden. Regelungen zu Nutzungen wie Erlaubnisvorbehalte sind hieran jedoch nicht geknüpft. Die §§ 45a ff. WHG setzen die Vorgaben der MSRL um. Der Umweltbericht dient einer systematischen Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der Festlegungen auf die Meeresumwelt. So soll auch gewährleistet werden, dass durch Festlegungen keine Zustandsverschlechterung eintritt.

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)

<sup>28</sup> Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlamentes und Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten vom 30. November 2009, ABl 20/7 vom 26.01.2020.

<sup>29</sup> Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018, BGBl. I S. 2254 geändert worden ist.

Das Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)<sup>30</sup> ist nach § 56 Abs. 1 BNatSchG bis auf die Vorgaben zur Landschaftsplanung auch in der AWZ anwendbar. Ziele des BNatSchG stellen nach § 1 BNatSchG u.a. die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit und der Erholungswert von Natur und Landschaft dar. Die §§ 56 ff. BNatSchG beinhalten Vorgaben für den Meeresnaturschutz. Im Hinblick auf den Umweltbericht im Rahmen der Aufstellung des FEP enthalten sie Vorgaben zum Arten- und Gebietsschutz sowie der Eingriffsregelung, die bestimmte Prüfungen erfordern, die im Umweltbericht abgebildet werden. Dies betrifft den Schutz von gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 BNatSchG, deren Zerstörung oder sonstige erhebliche Beeinträchtigung verboten ist. Weiterhin ist für Pläne in Naturschutzgebieten oder bei Auswirkungen auf den Schutzzweck von Naturschutzgebieten eine Verträglichkeitsprüfung nach § 34 Abs. 2 BNatSchG durchzuführen. In artenschutzrechtlicher Hinsicht ist nach § 44 Abs. 1 BNatSchG verboten, wild lebende Tiere besonders geschützter Arten zu verletzen oder zu töten oder wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören.

Im Rahmen der Festlegungen werden bei der Auswahl der Trassen die Flächen der Naturschutzgebiete soweit wie möglich gemieden. In den Fällen, in denen dieses nicht möglich ist, wird im Rahmen der Umweltprüfung eine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt (vgl. Kapitel 6), um zu überprüfen, ob diese Bereiche in den

für ihre Schutzzwecke maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden können. In der Verträglichkeitsprüfung nach § 34 Abs. 2 BNatSchG ist auf die Schutzzwecke aus den Verordnungen zu rekurrieren. Hinsichtlich der Festlegung von Gebieten und Flächen in diesen Gebieten für die Windenergienutzung, werden die Naturschutzgebiete ausgespart. Für besonders und streng geschützte Arten wurde eine Artenschutzprüfung durchgeführt und auch erhebliche Beeinträchtigungen von gesetzlich geschützten Biotopen untersucht. Die Festlegungen wurden daraufhin überprüft, ob eine Gefährdung der Meeresumwelt vorliegt bzw. Nutzungskonflikte als Kriterium für die Auswahl herangezogen. Dies führte dazu, Gebiete und Flächen im früheren Cluster 5 des BFO-N vorerst unter Prüfung zu stellen bzw. nicht aufzunehmen. Die Planungsgrundsätze enthalten die Ausschlusswirkung von Gebieten und Flächen sowie Plattformen in Naturschutzgebieten sowie Vorgaben von Mindestabständen zu Naturschutzgebieten und zum Rückbau der Anlagen, zur Schallminderung, Emissionsminderung, Bündelung von Seekabelsystemen, schonenden Verlegeverfahren usw.

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)

Das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) sieht die Durchführung einer SUP für bestimmte Pläne oder Programme vor. In Anlage 5.1 des UVPG ist der FEP aufgeführt, so dass nach § 35 Abs. 1 Nr. 1 UVPG generell eine Pflicht zur Durchführung einer SUP besteht. Ausnahmen von der SUP-Pflicht bestehen nach § 37 UVPG, wenn Pläne nach § 35 Absatz 1 UVPG nur geringfügig geändert werden oder sie die Nutzung kleiner Gebiete auf lokaler Ebene festlegen. Eine SUP ist nur dann durchzuführen, wenn eine Vorprüfung des Einzelfalls im Sinne von § 35 Absatz 4 UVPG ergibt, dass der Plan voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen hat. Dementsprechend werden v.a. die Vorgaben des dritten und fünf-

<sup>30</sup> Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist.



ten Teils des UVPG berücksichtigt werden. In diesem Rahmen werden der vorliegende Umweltbericht ausgearbeitet sowie die nationale und grenzüberschreitende Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt.

- Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz - WindSeeG)

Das Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz – WindSeeG) enthält in den §§ 4 ff. die Rechtsgrundlagen für die Aufstellung und Fortschreibung des Flächenentwicklungsplans. § 5 Abs. 3 Satz 1 WindSeeG normiert, dass Festlegungen unzulässig sind, wenn überwiegende öffentliche oder private Belange entgegenstehen. In der nachfolgenden Aufzählung unzulässiger Festlegungen ist die Gefährdung der Meeresumwelt als ein Regelbeispiel aufgeführt (vgl. § 5 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 WindSeeG). Die einzelnen Festlegungen des FEP müssen danach auf ihre Gefährdung für die Meeresumwelt hin geprüft werden. Außerdem enthält § 5 Abs. 4 Satz 2 WindSeeG Kriterien für die Festlegung der Flächen und die zeitliche Reihenfolge ihrer Ausschreibung. Unter den gesetzlich statuierten Kriterien finden sich auch Nutzungskonflikte auf einer Fläche, die wie die anderen Kriterien relevant sind für die Frage, ob, wo und wann Flächen festgelegt und ausgeschrieben werden.

- AWZ-Schutzgebietsverordnungen

Mit Rechtsverordnungen vom 22.09.2017 wurden nach § 57 BNatSchG die bereits bestehenden Naturschutz- 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 „Pommersche Bucht - Rönne-

bank“ (NSGPBRV)<sup>31</sup>, die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV)<sup>32</sup> und die Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ (NSGKdrV)<sup>33</sup> nun die Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Fehmarnbelt“ und „Kadetrinne“. Hierdurch ergeben sich in Bezug auf die räumliche Ausdehnung keine Unterschiede. Vereinzelt erfolgten hierdurch erstmalig Unterschutzstellung einiger Arten (*Skua (Stercorarius skua)* und Spatelraubmöwe (*Stercorarius pomarinus*)).

Im Rahmen der Festlegungen werden bei der Auswahl der Trassen die Flächen der Naturschutzgebiete soweit wie möglich gemieden. In den Fällen, in denen dieses nicht möglich ist, wird im Rahmen der Umweltprüfung eine Verträglichkeitsprüfung durchgeführt (vgl. Kapitel 6), um zu überprüfen, ob diese Bereiche in den für ihre Schutzzwecke maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden können. In der Verträglichkeitsprüfung nach § 34 Abs. 2 BNatSchG ist auf die Schutzzwecke aus den Verordnungen zu rekurrieren. Hinsichtlich der Festlegung von Gebieten und Flächen in diesen Gebieten für die Windenergienutzung, werden die Naturschutzgebiete ausgespart. Die Festlegungen wurden daraufhin überprüft, ob eine Gefährdung der Meeresumwelt vorliegt bzw. Nutzungskonflikte als Kriterium für die Auswahl herangezogen. Die Planungsgrundsätze enthalten die Ausschlusswirkung von Gebieten und Flächen sowie Plattformen in Naturschutzgebieten sowie Vorgaben von Mindestabständen zu

---

<sup>31</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ vom 22. September 2017, BGBl. I S. 3415.

<sup>32</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ vom 22. September 2017, BGBl. I S. 3405.

<sup>33</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ vom 22. September 2017, BGBl. I S. 3410.

Naturschutzgebieten und zum Rückbau der Anlagen, zur Schallminderung, Emissionsminderung, Bündelung von Seekabelsystemen, schonenden Verlegeverfahren usw. auf Kapitel 4.4 des FEP wird ergänzend verwiesen.

#### **1.4.4 Energie- und Klimaschutzziele der Bundesregierung**

Bereits nach der Strategie der Bundesregierung zum Ausbau der Windenergienutzung auf See aus dem Jahre 2002 hatte die Offshore-Windenergie eine besondere Bedeutung. Der Anteil der Windenergie am Stromverbrauch sollte innerhalb der nächsten drei Jahrzehnte auf mindestens 25% anwachsen. Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 soll der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf 35% und bis zum Jahr 2050 auf 80% ansteigen.

Im Zuge der 2011 beschlossenen Energiewende hat der Wechsel in das Zeitalter der erneuerbaren Energien zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Am 06. Juni 2011 beschloss die Bundesregierung ein Energiepaket, welches die Maßnahmen des Energiekonzepts ergänzt und deren beschleunigte Umsetzung zum Ziel hatte. Seit 2002 war es Ziel, bis 2030 eine Leistung von insgesamt 25 GW in Nord- und Ostsee zu installieren.

Im Zuge der jüngsten Reform des EEG im Jahr 2016 ist es nach § 1 Abs. 2 EEG 2017 das Ziel, den Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch zu steigern auf

- 40 bis 45 Prozent bis zum Jahr 2025,
- 55 bis 60 Prozent bis zum Jahr 2035 und
- mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050.

Dieses Ziel dient auch dazu, den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf mindestens 18 Prozent zu erhöhen. Dieser Ausbau soll stetig, kosteneffizient und netzverträglich erfolgen.

In § 4 Nr. 2 EEG wird der Ausbaupfad für Windenergie auf See geregelt, indem eine Steigerung der installierten Leistung von Windenergieanlagen auf See auf 6.500 Megawatt im Jahr 2020 und 15.000 Megawatt im Jahr 2030 erfolgen soll.

Mit dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung wurden in 2007 die Klimaschutzziele beschlossen und im Koalitionsvertrag von 2013 bestätigt. Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung greift die Ziele auf und hinterlegt sie mit Zielen und Maßnahmen in einzelnen Sektoren. Danach sollen die Emissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 gemindert werden, bis 2030 um mindestens 55 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent unter das Niveau von 1990. Im Jahr 2050 soll in Deutschland die weitgehende Treibhausgasneutralität – also ein Gleichgewicht zwischen den emittierten Treibhausgasen und deren Bindung durch Senken – erreicht werden.

Die klimapolitische Zielsetzung der Bundesregierung, durch Offshore-Windenergie bis 2030 eine installierte Leistung von 15.000 Megawatt zu erreichen, bildet den Planungshorizont für die Festlegung des Plans. Da eine Erhöhung der Ausbauziele möglich erscheint, werden im Anhang des FEP auf informatorischer Basis weitere Szenarien dargestellt. Eine gesonderte Darstellung der Szenarien im Einzelnen erfolgt im Umweltbericht nicht.



Abbildung 6: Übersicht zu den Normebenen der einschlägigen Rechtsakte für die SUP.

## 1.5 Methodik der Strategischen Umweltprüfung

### 1.5.1 Einführung

Bei der Durchführung der SUP kommen im Rahmen der Methodik grundsätzlich verschiedene Ansätze zum Planungsstand in Betracht. Im vorliegenden Umweltbericht wird auf die bereits zugrunde gelegte Methodik der SUP der Bundesfachpläne aufgebaut und diese mit Blick auf die im FEP zusätzlich über den BFO hinausgehend 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 Aus-

wirkungen auf die betroffenen Schutzgüter haben. Nach § 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. Nach dem spezialgesetzlichen Maßstab des § 5 Abs. 3 WindSeeG dürfen die Festlegungen nicht zu einer Gefährdung der Meeresumwelt führen.

Der Untersuchungsgegenstand des Umweltberichts entspricht den Festlegungen des FEP, wie sie in § 5 Abs. 1 WindSeeG aufgeführt sind (siehe hierzu 1.2.). Maßgeblich sind hierbei allerdings weniger die Festlegungen in konkreter zeitlicher Hinsicht wie die zeitliche Reihenfolge der Ausschreibung oder Kalenderjahre der Inbetriebnahme, da hierdurch gegenüber den räumlichen Festlegungen keine weiteren Umweltauswirkungen entstehen. Einige Pla-

nungs- und Technikgrundsätze dienen zwar u.a. auch der Verminderung von Umweltauswirkungen, können ihrerseits aber auch zu Auswirkungen führen, so dass eine Prüfung erforderlich ist.

Folgende Festlegungen werden jeweils **schutzgutbezogen** auf ihre voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen untersucht:

- Gebiete und Flächen für Windenergie auf See, einschließlich der Festlegung der voraussichtlich zu installierenden Leistung
- Trassen und -korridore, einschließlich Grenzkorridore
- Standorte für Plattformen (Konverter- und Sammelplattformen und Umspannanlagen)
- Relevante Planungs- und Technikgrundsätze

### 1.5.2 Untersuchungsraum

Die vorliegende Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands bezieht sich in erster Linie auf die AWZ der Ostsee, für welche der FEP im Wesentlichen Festlegungen trifft. Der Untersuchungsraum der SUP erstreckt sich auf die deutsche AWZ der Ostsee. Da für den westlichen Teil der AWZ der Ostsee bis zum Naturschutzgebiet Fehmarnbelt im FEP keine Festlegungen getroffen werden, wird dieser Teil der AWZ in der SUP nicht im Detail mitbetrachtet (vgl. Abbildung 7).

Im angrenzenden Küstenmeer werden über eine Verwaltungsvereinbarung mit dem Land Mecklenburg-Vorpommern ebenfalls Gebiete und ein Testfeld ausgewiesen. Diese Festlegungen sind auch Teil des Untersuchungsraums und werden auf ihre kumulativen Auswirkungen mit den Festlegungen in der AWZ überprüft. Die angrenzenden Bereiche der Anrainerstaaten sind nicht direkt Gegenstand dieses Plans, sie werden jedoch im Rahmen der grenzüberschreitenden und kumulativen Betrachtung im Rahmen dieser SUP mit betrachtet (siehe Kapitel 4.12 und 4.13).



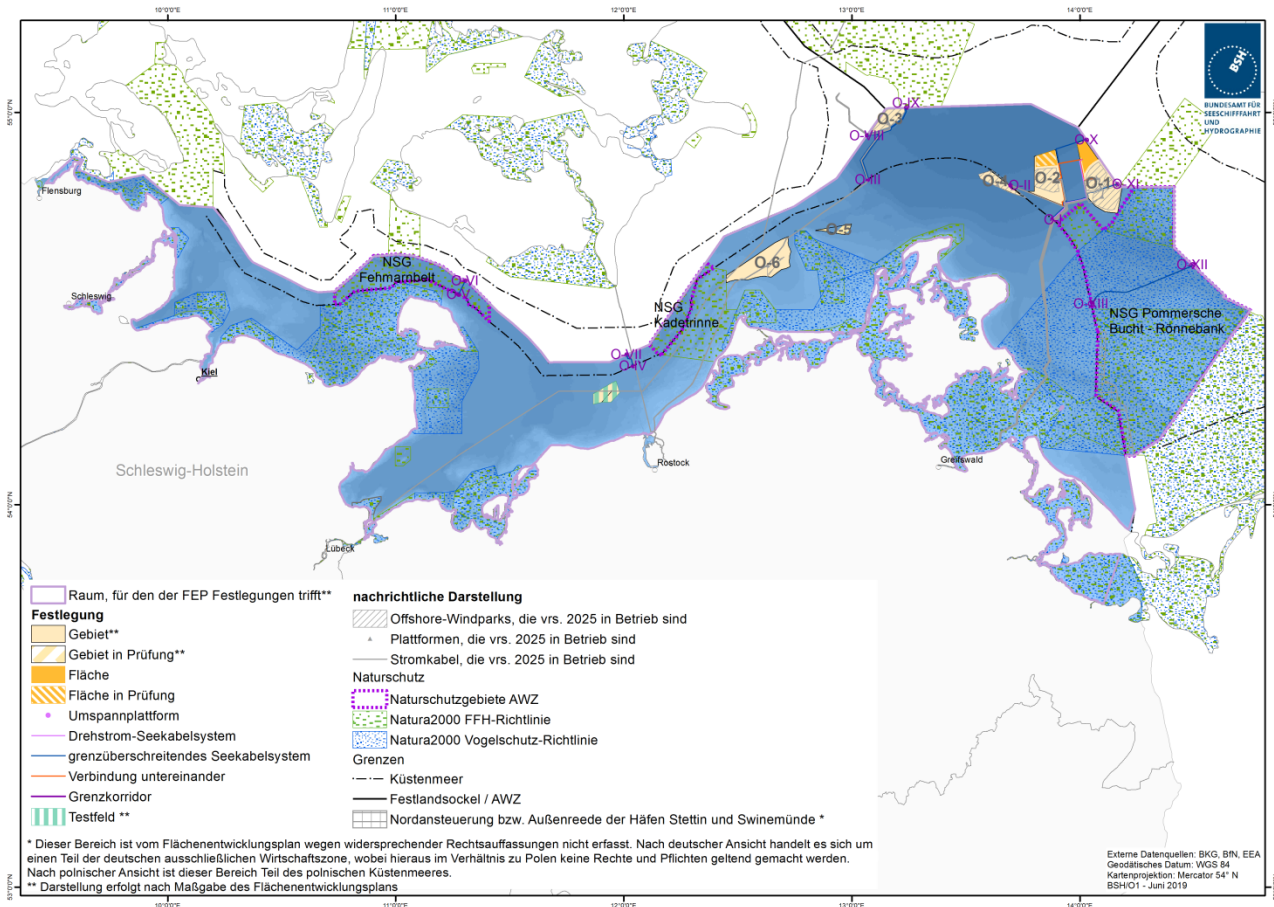


Abbildung 7: Darstellung des Untersuchungsraums der SUP für die Ostsee zum Flächenentwicklungsplan.

### 1.5.3 Durchführung der Umweltprüfung

Die vorliegende Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands bezieht sich auf den Teil der AWZ der Ostsee, für den der FEP im Wesentlichen Festlegungen trifft. Über eine Verwaltungsvereinbarung mit dem Land Mecklenburg-Vorpommern sind ebenfalls die Bereiche des Küstenmeeres umfasst in Bezug auf kumulative Auswirkungen von Festlegungen auf die Schutzgüter. Ansonsten wird für das Küstenmeer auf die Prüfung der Umweltauswirkungen und Darstellungen im Umweltbericht im Rahmen der Aufstellung des Landesraument-

wicklungsprogramms 2016 Mecklenburg-Vorpommern verwiesen.<sup>34</sup>

Die Prüfung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des FEP 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

<sup>34</sup> Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern, Umweltbericht zum Landesraumentwicklungsprogramm 2016 Mecklenburg-Vorpommern, Juli 2016.

werden (WOLFGANG & APPOLD 2007, SCHOMERUS et al. 2006). Gelegentlich wird auch von Folgewirkungen oder Wechselwirkungen gesprochen (vgl. Kapitel 4.11).

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 6 des UVPG 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 oder 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-RL).

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

Die Beschreibung und Bewertung der potenziellen Umweltauswirkungen erfolgt schutzgutbezogen unter Einbeziehung der Zustandseinschätzung (Kapitel 2) getrennt für Gebiete und Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme. Des Weiteren wird, sofern erforderlich, eine Differenzierung nach unterschiedlichen technischen Ausführungen vorgenommen. Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des FEP auf die Meeresumwelt bezieht sich ebenfalls auf die dargestellten Schutzgüter. Es werden alle Planinhalte untersucht, die potenziell erhebliche Umweltauswirkungen entfalten können.

Dabei werden sowohl die bau- und rückbau- als auch die anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen betrachtet. Berücksichtigung finden

darüber hinaus Auswirkungen, die sich im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten ergeben können. 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
- Biotoptypen
- Benthos
- Fische
- Marine Säugetiere
- Avifauna
- Fledermäuse
- Biologische Vielfalt
- Luft
- Klima
- Landschaft
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter
- Menschen insbesondere die menschliche Gesundheit
- Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern

Im Allgemeinen finden folgende methodische Ansätze Eingang in die Umweltprüfung:

- Qualitative Beschreibungen und Bewertungen
- Quantitative Beschreibungen und Bewertungen
- Auswertung von Studien und Fachliteratur
- Visualisierungen
- Worst-case-Annahmen
- Trendabschätzungen (etwa zum Stand der Technik von Anlagen)
- Einschätzungen von Experten/ der Fachöffentlichkeit.

Eine Bewertung der Auswirkungen durch die Festlegungen des FEP erfolgt anhand der Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung und der Funktion und Bedeutung der einzelnen Gebiete, Flächen und Trassen 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 FEP erfolgt in Abhängigkeit der Kriterien Intensität, Reichweite und Dauer der Effekte (vgl. Abbildung 8).

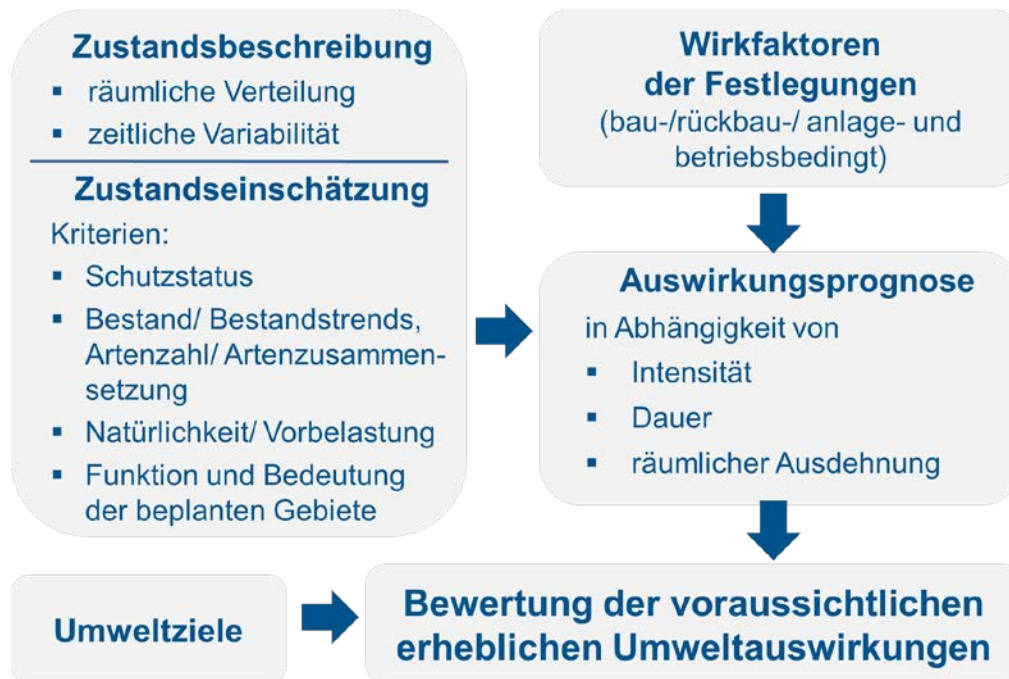


Abbildung 8: Allgemeine Methodik der Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der Umweltziele im Rahmen der Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des FEP wird auf Kapitel 1.4 verwiesen.

#### 1.5.4 Kriterien für die Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung

Die Zustandseinschätzung der einzelnen Schutzgüter in Kap.2 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 Natürlichkeit vorgenommen. Die Beschreibung und Einschätzung der Schutzgüter Marine Säugetiere, See- und Rastvögel sowie Zugvögel orientiert sich an den Aspekten für die Zustandseinschätzung der Schutzgüter Fläche/

Boden, Benthos und Fische. Da es sich um hochmobile Arten handelt, ist eine Betrachtungsweise analog zu diesen Schutzgütern nicht zielführend. Für See- und Rastvögel und marine Säuger werden daher die Kriterien Schutzstatus, Bewertung des Vorkommens, Bewertung räumlicher Einheiten und Vorbelastungen zugrunde gelegt. Für das Schutzgut Zugvögel werden neben Seltenheit und Gefährdung und Natürlichkeit die Aspekte Bewertung des Vorkommens und großräumige Bedeutung des Gebiets für den Vogelzug betrachtet.

Im Folgenden sind die Kriterien zusammengestellt, die für die Zustandseinschätzung des jeweiligen Schutzgutes herangezogen wurden. Diese Übersicht geht auf die Schutzgüter ein, die in der Umweltprüfung 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: Natürlichkeit</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: Natürlichkeit</b>
Für dieses Kriterium wird die Intensität der fischereilichen Nutzung, welche die wirksamste Störgröße darstellt, als Bewertungsmaßstab herangezogen. Für andere Störgrößen, wie Eutrophierung, 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: Natürlichkeit</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: Natürlichkeit</b>
Kriterium: Die Natürlichkeit einer Fischgemeinschaft wird als die Abwesenheit anthropogener Einflüsse definiert. 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 Natürlichkeit der Fischgemeinschaften in Nord- und Ostsee. Eine Einschätzung der Bestände auf einer kleineren räumlichen Skala wie z. B. der deutschen Bucht erfolgt nicht.

## Marine Säuger

<b>Aspekt: Schutzstatus</b>
Kriterium: Status gemäß Anhang II und Anhang IV der FFH-RL 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 FEP 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 der V-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 FEP 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 Gebiets für den Vogelzug</b>
Kriterium: Leitlinien und Konzentrationsbereiche
<b>Aspekt: Bewertung des Vorkommens</b>
Kriterium: Zugeschehen und dessen Intensität
<b>Aspekt: Seltenheit und Gefährdung</b>
Kriterium: Artenzahl und Gefährdungsstatus der beteiligten Arten gemäß Anhang I der V-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: Natürlichkeit</b>
Kriterium: Vorbelastung/ Gefährdungen durch anthropogene Einflüsse und Klimaänderungen.

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

Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Umsetzung des FEP auf die Meeresumwelt erfolgt schutzgutbezogen unter Einbeziehung der oben beschriebenen Zustandseinschätzung getrennt für Gebiete und Flächen, Plattformen und See-

kabelsysteme. In der folgenden Tabelle sind ausgehend von den wesentlichen Wirkfaktoren diejenigen potenziellen Umweltauswirkungen aufgeführt, die die Grundlage für die Prüfung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen bilden. Dabei werden die Wirkungen danach unterschieden, ob diese bau-/rückbau- oder betriebsbedingt sind oder durch die Anlage selbst hervorgerufen werden.

Tabelle 1: Vorhabenbezogene Auswirkungen bei Umsetzung des FEP.

Schutzgut	Wirkung	Potenzielle Auswirkung			
			Bau/ Rückbau	Anlage	Betrieb
<b>Gebiete/ Flächen und Plattformstandorte</b>					
Boden	Einbringen von Hartsubstrat (Fundamente)	Veränderung von Habitaten		X	
	dauerhafte Flächeninanspruchnahme	Veränderung von Habitaten		X	
	Auskolkung/Sedimentumlagerung	Veränderung von Habitaten		X	
Benthos	Bildung von Trübungsfahnen	Beeinträchtigung benthischer Arten	X		
	Resuspension von Sediment und Sedimentation	Beeinträchtigung oder Schädigung benthischer Arten oder Gemeinschaften	X		
	Einbringung von Hartsubstrat	Habitatveränderungen, Lebensraumverlust		X	
Fische	Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen	Physiologische Effekte und Scheueffekte	X		
	Schallemissionen während der Rammung	Vergrämung	X		
	Flächeninanspruchnahme	Lokaler Lebensraumverlust		X	
	Einbringen von Hartsubstrat	Anlockeffekte, Erhöhung Artenvielfalt		X	

Schutzgut	Wirkung	Potenzielle Auswirkung			
			Bau/ Rückbau	Anlage	Betrieb
See- und Rastvögel	Visuelle Unruhe durch Baubetrieb	Lokale Scheuch- und Barriereeffekte	X		
	Hindernis im Luftraum	Scheucheffekte ⇒ Habitatverlust Vogelschlag		X	
	Lichtemissionen	Anlockeffekte	X		X
Zugvögel	Hindernis im Luftraum	Vogelschlag Barriereeffekt		X	
	Lichtemissionen	Anlockeffekte ⇒ Vogelschlag	X		X
Meeres-säuger	Schallemission während der Rammung	Gefährdung, wenn keine Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen getroffen werden	X		
<b>Trassen für Seekabelsysteme</b>					
Boden	Einbringen von Hartsubstrat (Steinschüttung)	Veränderung von Habitaten		X	
Benthos	Wärmeemissionen	Beeinträchtigung/Verdrängung kaltwasserliebender Art			X
	Magnetfelder	Beeinträchtigung benthischer Arten			X
	Trübungsfahnen	Beeinträchtigung benthischer Arten	X		
	Einbringen von Hartsubstrat (Steinschüttungen)	Habitatveränderung, lokaler Lebensraumverlust		X	
Fische	Trübungsfahnen	Physiologische Effekte und Scheucheffekte	X		
	Magnetfelder	Beeinträchtigung des Orientierungsverhaltens einzelner wandernder Arten			X

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

Wechselwirkungen

Allgemein führen Auswirkungen auf ein Schutzgut zu verschiedenen Folge- und Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern. Die wesentliche Verflechtung der biotischen Schutzgü-

ter besteht über die Nahrungsketten. Wegen der Variabilität des Lebensraumes und der Komplexität des Nahrungsnetzes und der Stoffkreisläufe lassen sich Wechselwirkungen insgesamt nur sehr ungenau beschreiben.

#### Kumulative Betrachtung

Nach Art.5 Abs.1 SUP-RL umfasst der Umweltbericht auch die Prüfung kumulativer Auswirkungen. Kumulative Auswirkungen entstehen aus dem Zusammenwirken verschiedener unabhängiger Einzeleffekte, die sich entweder durch ihre Zusammenwirkung addieren (kumulativeffekte) 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 (vgl. Kapitel 4.12). Auswirkungen der Bauphase sind überwiegend kurzfristiger und vorübergehender Natur, während anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen dauerhaft auftreten können.

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 Flächen erfolgt auf der Ebene dieses Fachplans auf der Grundlage des bisherigen Wissenstandes im Sinne des Art. 5 Abs. 2 SUP-RL.

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

#### Gebiete und Flächen, einschließlich der voraussichtlich zu installierenden Leistung:

Hinsichtlich der Gebiete wird unabhängig von der konkreten Festlegung im Plan und der Realisierungswahrscheinlichkeit von insgesamt 13 Gebieten im Sinne einer worst-case-Betrachtung ausgegangen. Für die Gebiete bzw. speziell für die Flächen ist nach § 5 Abs. 1

Nr. 5 WindSeeG die voraussichtlich zu installierende Leistung von Windenergieanlagen auf See im FEP festzulegen. In Kapitel 4.7 des FEP wird beschrieben, wie die voraussichtlich zu installierende Leistung pro Fläche ermittelt und festgelegt wird. Im Wesentlichen werden dazu die Flächen innerhalb der Gebiete anhand von Kriterien wie Flächengeometrie, Windhöffigkeit, Stand der Technik von Windenergieanlagen auf See und Netzanbindungskapazität im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen zwei Kategorien zugeordnet. Auf Grundlage dieser Parameter und Annahmen wird die anzulegende Leistungsdichte in Megawatt/km<sup>2</sup> pro Fläche ermittelt. Wegen der Einzelheiten wird auf Kapitel 4.7 des FEP (Bestimmung der voraussichtlich zu installierenden Leistung) verwiesen.

Unterstützend werden zur Plausibilisierung der Methodik für die Ermittlung der voraussichtlich zu installierenden Leistung auf den jeweiligen Flächen modellartig Windparkplanungen mit u.a. ggf. in der Zukunft verfügbaren Windenergieanlagen simuliert. Es werden zur Bestimmung der voraussichtlich zu installierenden Leistung zwar nicht ein oder mehrere Layouts für Offshore-Windparkplanungen zu Grunde gelegt, allerdings werden für eine schutzgutbezogene Betrachtung in dieser SUP bestimmte Parameter wie etwa Anzahl der Anlagen, Nabenhöhe [m], Höhe der unteren Rotor spitze [m], Rotordurchmesser [m] überstrichene Fläche des Rotors [m<sup>2</sup>], Gesamthöhe [m] der Anlagen, Durchmesser von Gründungstypen [m], Fläche einer Gründung [m<sup>2</sup>] sowie Durchmesser des Kolk schutzes [m] angenommen. Um die Bandbreite möglicher Entwicklungen abzubilden, erfolgt die Prüfung im Wesentlichen anhand zweier Szenarien. In einem ersten Szenario wird von vielen kleinen Anlagen und demgegenüber in einem zweiten Szenario von wenigen großen Anlagen ausgegangen. Aufgrund der dadurch abgedeckten Bandbreite wird eine möglichst umfassende schutzgutbezogene Beschreibung und Bewertung zum derzeitigen Stand der Planungen ermöglicht.



Bei der SUP werden dabei insbesondere berücksichtigt:

- Anlagen, die sich bereits in Betrieb befinden (als Referenz und Vorbelastung)
- Übertragung der durchschnittlichen Parameter der sich bereits in Betrieb befindlichen Anlagen auf die im zentralen Modell zu planenden Flächen
- Annahme, dass bestehende Vorhaben im Rahmen der Übergangsphase auf Grundlage einer wirksamen Zulassung realisiert werden (worst-case-Betrachtung)
- Prognose bestimmter technischer Entwicklungen.

Die folgenden Tabellen bieten einen Überblick über die verwendeten Parameter. Hierbei ist zu beachten, dass es sich lediglich um zum Teil

schätzungsbasierte Annahmen handelt, da auf Ebene der SUP die Prüfung projektspezifischer Parameter nicht erfolgt bzw. erfolgen kann.

Hinsichtlich der Angaben zur Nabenhöhe ist zu berücksichtigen, dass das Ziel Ziffer 3.5.1 (8) des Raumordnungsplans der Ostsee eine Höhenbegrenzung von 125 m für Windenergieanlagen in Sichtweite der Küste und Inseln vorsieht. Dementsprechend wurde diese Vorgabe im Szenario 1 zugrunde gelegt. Da §§ 19, 6 Raumordnungsgesetz (ROG) grundsätzlich die Möglichkeit eines Zielabweichungsverfahrens zur Abweichung von Zielen der Raumordnung vorsehen und die Höhenbegrenzung bei nicht-sichtbaren Anlagen nicht einschlägig ist, wurde für das Szenario 2 eine Nabenhöhe von 175 m zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Parameter für die Betrachtung der Gebiete und Flächen

	Szenario 1	Szenario 2
<b>Leistung pro Anlage [MW]</b>	9	15
<b>Nabenhöhe [m]</b>	ca. 125	ca. 175
<b>Höhe untere Rotor spitze [m]</b>	ca. 26	ca. 50
<b>Rotordurchmesser [m]</b>	ca. 200	ca. 250
<b>Überstrichene Fläche des Rotors [m<sup>2</sup>]</b>	ca. 30.800	ca. 49.100
<b>Gesamthöhe [m]</b>	ca. 225	ca. 300
<b>Durchmesser Gründung [m]*</b>	ca. 8,5	ca. 12
<b>Fläche Gründung exkl. Kolkschutz [m<sup>2</sup>]</b>	ca. 57	ca. 113
<b>Durchmesser Kolkschutz [m]</b>	ca. 43	ca. 60
<b>Fläche Gründung inkl. Kolkschutz [m<sup>2</sup>]</b>	ca. 1.420	ca. 2.830

\* Die Berechnung der Flächeninanspruchnahme beruht auf der Annahme einer Monopile-Gründung. Es wird jedoch angenommen, dass Monopile und Jacket in Summe jeweils etwa die gleiche Flächeninanspruchnahme auf dem Meeresgrund haben.

### Standorte für Plattformen

Ähnlich wird bei der Prüfung der Standorte für Plattformen vorgegangen. Auch hier werden bestimmte Parameter wie Anzahl der Plattformen, Länge der parkinternen Verkabelung [km],

Durchmesser einer bzw. verschiedener Gründungen [m] und Fläche für Gründungen (inkl. Kolkenschutz) [m<sup>2</sup>] zu Grunde gelegt.

Tabelle 3: Parameter für die Betrachtung der Netzanschlüsse und Plattformen

Netzanschluss Umspann- /Wohnplattformen*	
Voraus. Leistung auf einer Fläche [MW]	ca. 300
Länge parkinterne Verkabelung [km]	ca. 36
Anzahl Umspannplattformen	1
Anzahl Wohnplattformen	0
Durchmesser Gründung [m]**	ca. 10
Fläche Gründung exkl. Kolkenschutz [m <sup>2</sup> ]	ca. 80
Durchmesser Kolkenschutz [m]	ca. 50
Fläche Gründung inkl. Kolkenschutz [m]	ca. 2000

\* Die Angaben zu Umspannplattformen beziehen sich auf die Anzahl der Umspannplattformen pro Gebiet (nur für Fertigstellungen ab 2026). Lediglich die Länge der parkinternen Verkabelung ist abhängig von der voraussichtlich zu installierenden Leistung der jeweiligen Fläche und wurde auf Basis vorliegender Planungen bestimmt.

\*\* Für den Durchmesser der Gründung ist die Art der Gründung in diesem Fall nicht entscheidend. Es wird angenommen, dass Monopile und Jacket in Summe jeweils etwa die gleiche Flächeninanspruchnahme auf dem Meeresgrund haben.

### Trassen- und Trassenkorridore für Seekabelsysteme

Bei der Festlegung von Trassen – und Trassenkorridoren für Seekabelsysteme (Anbindungsleitungen, grenzüberschreitende Seekabelsysteme und Verbindungen untereinander)

wird von bestimmten Breiten des Kabelgrabens [m] sowie der Anzahl und Fläche der Kreuzungsbauwerke [m<sup>2</sup>] und Konverterplattformen [m<sup>2</sup>] ausgegangen. Es werden vor allem die bau-, betriebs- und reparaturbedingten Umweltauswirkungen betrachtet.

Tabelle 4: Parameter für die Betrachtung der Seekabelsysteme

Seekabelsysteme	
Breite Kabelgraben [m]	ca. 1
Anzahl Kreuzungsbauwerke	ca. 24
Fläche der Kreuzungsbauwerke [m <sup>2</sup> ]	ca. 900
Anzahl Konverterplattformen	0
Fläche Konverterplattformen [m <sup>2</sup> ]	0

### Relevante Planungs- und Technikgrundsätze

Durch die Regelung von Planungs- und Technikgrundsätzen im FEP können der erforderliche Flächenbedarf minimiert und die potenziellen Umweltauswirkungen auf ein geringes Maß reduziert werden. Die überwiegende Anzahl der Planungsgrundsätze dient der Vermeidung bzw. Reduktion von Umweltauswirkungen und führt voraussichtlich nicht zu erheblichen Auswirkungen. Dies betrifft beispielsweise die zeitliche Gesamtkoordinierung der Errichtungs- und Verlegearbeiten, die Schallminderung, die Minimierung von Kolkenschutzmaßnahmen, die Berücksichtigung von behördlichen Standards, Vorgaben bzw. Konzepten, die Emissionsminderung, die Beachtung bzw. Berücksichtigung von Naturschutzgebieten und gesetzlich geschützten Biotopen, schonendende Verlegeverfahren, die Überdeckung, die Verminderung der Sedimenterwärmung sowie die sparsame Flächeninanspruchnahme.

Der FEP enthält auch einige, nicht auf die Verringerung von Umweltauswirkungen bezogene Planungsgrundsätze. Da diese auf Ziele der Raumordnung zurückgehen, sind diese verbindlich und einzuhalten. Dies betrifft die Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs, die das Ziel der Raumordnung 3.5.1 (2) umsetzt. Hiernach darf durch die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Energiegewinnung in Vorranggebieten für Windenergie die Sicherheit des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden. Auch der Planungsgrundsatz der Kreuzung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Schifffahrt auf kürzestem Weg, setzt ein Ziel der Raumordnung für den FEP um (vgl. Raumordnungsplan 3.3.1 (2), nach dem die für die Schifffahrt festgelegten Vorranggebiete von Seekabeln zur Ableitung der in der AWZ erzeugten Energie auf kürzestem Weg zu kreuzen sind). Die verbleibenden Planungsgrundsätze zu Abstands- und Flächenerfordernissen dienen der Standsicherheit der Anlagen, der Sicherheit der Verlegung, einem ausreichenden

Sicherheitsabstand im Falle von Reparaturmaßnahmen sowie einem Ausschluss gegenseitiger thermischer Beeinflussung der Seekabelsysteme. Bei der Wahl der konkreten Abstände bzw. Flächenerfordernisse wurde eine möglichst geringe Inanspruchnahme der Fläche bedacht, die unter dem Schutzgut Boden/Fläche sowie Avifauna geprüft werden wird.

Hinsichtlich der Technikgrundsätze zum Netzanschluss der Offshore-Windparks in der Ostsee für den Bereich der AWZ wird analog der bisherigen Netzanschlüsse ein Anbindungskonzept auf Basis der Drehstromtechnologie mit einer Übertragungsspannung von +/- 220 kV bei einer Nutzung der Umspannplattform durch den Übertragungsnetzbetreiber verwendet. Dies wurde bereits im Rahmen des BFO Ostsee festgelegt und war dementsprechend auch schon Gegenstand der Prüfungen in den Umweltberichten zum BFO Ostsee.

### **1.5.6 Grundlagen der 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. Auf Planzebene spielen vor allem die konzeptionelle/strategische Ausgestaltung, räumliche sowie technische Alternativen eine Rolle. Voraussetzung ist stets, dass diese vernünftig sind bzw. ernsthaft in Betracht kommen.

Die Alternativenprüfung verlangt nicht explizit, besonders umweltschonende Alternativen zu entwickeln und zu prüfen. Vielmehr sollen die im obigen Sinne „vernünftigen“ Alternativen hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen vergleichend dargestellt werden, damit die Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Entscheidung über die weiter zu verfolgende Alternative nachvollziehbar wird (BALLA 2009). Gleichzeitig muss der Aufwand für die Ermittlung und Prüfung der in Betracht kommenden

Alternativen zumutbar sein. 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.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sämtlichen Festlegungen in Gestalt von standardisierten Technik- und Planungsgrundsätzen eine Vorprüfung möglicher und denkbarer Alternativen bereits immanent ist. Wie der Begründung der einzelnen Planungsgrundsätze, insbesondere derer mit Umweltbezug – etwa möglichst gebündelte Trassenführung, möglichst kreuzungsfreie Durchführung – zu entnehmen ist, liegt dem jeweiligen Grundsatz bereits eine Abwägung möglicher betroffener öffentlicher Belange und Rechtspositionen zugrunde, so dass dadurch auch bereits eine „Vorprüfung“ möglicher Alternativen erfolgt ist. Im Einzelnen werden im Rahmen dieses Umweltberichts neben der Nullalternative insbesondere räumliche und technische Alternativen geprüft.

## 1.6 Datengrundlagen und Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen

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 § 39 Abs. 2 Satz 2 UVPG enthält der Umweltbericht die Angaben, die mit zumutbarem Aufwand ermittelt werden können, und berücksichtigt dabei den gegenwärtigen Wissensstand und der Behörde bekannte Äußerungen der Öffentlichkeit, allgemein anerkannte Prüfungsmethoden, Inhalt und Detaillierungsgrad des Plans sowie dessen Stellung im Entscheidungsprozess.

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 vorliegende Umweltbericht setzt auf die Umweltprüfungen, die im Rahmen der Aufstellung bzw. Fortschreibungen der Bundesfachpläne Offshore für die AWZ der Nord- und Ostsee auf. Der vorliegende Umweltbericht versteht sich als aktualisiertes Gesamtdokument.

Im vorliegenden Umweltbericht wird zum einen der derzeitige Zustand der Umwelt beschrieben und bewertet sowie die voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans dargestellt. 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 (Kap.2).

Die Beschreibung und Bewertung des derzeitigen Zustandes der Umwelt sowie der voraussichtlichen Entwicklung bei Nichtdurchführung des Planes (Kap.3) ist im Hinblick auf die folgenden Schutzgüter vorgenommen worden:

- Fläche/ Boden
- Wasser
- Plankton
- Biotoptypen
- Benthos
- Fische
- Marine Säugetiere
- Avifauna
- Fledermäuse
- Biologische Vielfalt
- Luft

- Klima
- Landschaft
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter
- Menschen insbesondere die menschliche Gesundheit
- Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern

### 1.6.1 Übersicht Datengrundlage

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

Verallgemeinernd zusammengefasst wurden folgende Datengrundlagen für den Umweltbericht verwendet:

- Daten aus dem Betrieb von Offshore-Windparks
- Daten aus Zulassungsverfahren für Offshore-Windparks
- Studien
- Erkenntnisse/ Ergebnisse aus Forschungsvorhaben und ökologischer Begleitforschung
- Stellungnahmen der Fachbehörden
- Stellungnahmen der (Fach-)Öffentlichkeit
- Literatur

Da die Datengrundlage je nach Schutzgut variieren kann, wird unter Kapitel 2 jeweils eingangs auf die Datengrundlage eingegangen.

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

Nach § 40 Abs. 2 Nr. 7 UVPG sind Hinweise auf Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung der Angaben aufgetreten sind, zum Bei-

spiel technische Lücken oder fehlende Kenntnisse, darzustellen. Aus der Beschreibung und Bewertung der einzelnen Schutzgüter (Kapitel 4) wird deutlich, dass stellenweise noch Kenntnislücken bestehen. Informationslücken bestehen insbesondere im Hinblick auf die folgenden Punkte:

- Langzeiteffekte aus dem Betrieb von Offshore-Windparks und assoziierten Anlagen, wie Konverterplattformen
- Daten zur Beurteilung des Umweltzustands der verschiedenen Schutzgüter für den Bereich der äußeren AWZ.

#### 1.6.2.1 Boden/Fläche und Biotoptypen

- Bislang fehlt eine detaillierte flächendeckende Kartierung der Sedimentverteilung in der AWZ außerhalb der Naturschutzgebiete.v: Die Beschreibung und Bewertung der Umweltwirkungen im Hinblick auf das Schutzgut Boden beruht vor allem auf der Auswertung punktueller Datenerhebungen. Insbesondere fehlt in Bezug auf die detaillierte Verbreitung von Grobsand-Feinkies-Flächen und Restsedimenten in Form von Kiesen, Steinen und Blöcken eine flächendeckende Sedimentbeschreibung.

Eine detaillierte und flächendeckende Kartierung mariner Biotoptypen in der AWZ ist im Rahmen laufender F&E-Projekte des BfN mit dem räumlichen Schwerpunkt in den Naturschutzgebieten derzeit in Erarbeitung. Bislang fehlt eine flächendeckende detaillierte Kartierung der Biotoptypen einschl. der gesetzlich geschützten Biotope nach § 30 BNatSchG in der AWZ außerhalb der Naturschutzgebiete.

- Für die Prüfung der Einhaltung von Maßgaben hinsichtlich Temperaturerhöhungen im Sediment wird auf den Planungsgrundsatz 4.4.4.8 verwiesen.

### 1.6.2.2 Benthos

- Voraussichtliche Effekte der Einbringung von Hartsubstrat auf die Entwicklung der Benthoslebensgemeinschaften können nicht zuverlässig prognostiziert werden.

### 1.6.2.3 Fische

- Nähere Informationen zu pelagischen Fischen fehlen.
- Informationen über die Reaktion von Fischen auf Schallimmissionen sind nur sehr eingeschränkt verfügbar.
- Voraussichtliche Effekte der Habitatveränderung durch Einbringung von Hartsubstrat auf die Entwicklung der Fischfauna sind noch weitgehend unbekannt.

### 1.6.2.4 Seevögel- und Rastvögel

- Die artspezifische Kollisionsgefahr für Seevögel mit Offshore- Windenergieanlagen ist nur teilweise prognostizierbar und wird derzeit mit den Untersuchungen nach StUK4 in der Betriebsphase, aber auch in laufenden Forschungsvorhaben erfasst. Insbesondere wird geeignete Technik für die Erfassung von Effekten entwickelt.
- Verhaltensänderungen bzw. Gewöhnungseffekte störepfindlicher Arten an Nutzungen in der deutschen AWZ werden erst seit der Inbetriebnahme der ersten großen, kommerziellen Windparks einschließlich der Konverterplattformen untersucht. Das Betriebsmonitoring dauert noch an.
- Auswirkungen durch Störungen oder Habitatverluste auf Populationsebene der Arten sind noch unzureichend bekannt und werden erst anhand der nun erhobenen Daten untersucht.

### 1.6.2.5 Zugvögel

- Ausreichende Erkenntnisse über die Auswirkungen von Hochbauten im Offshore-Bereich fehlen in manchen Bereichen ge-

genwärtig noch. Erkenntnisse aus dem Küstenmeer und an Land sind aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen nur sehr eingeschränkt übertragbar.

- Die artspezifische Kollisionsgefahr für Zugvögel mit Offshore-Windenergieanlagen ist weitgehend unbekannt.
- Mögliche Barrierewirkungen durch Offshore-Windenergieanlagen auf artspezifische Zugrouten über das Meer sind weitgehend unerforscht.
- Ob die Intensität des Breitfrontzugs von Singvögeln mit der Küstenentfernung abnimmt, ist für die Masse der nachts ziehenden Singvögel nicht geklärt.

### 1.6.2.6 Marine Säuger

Die Datenlage kann aktuell als sehr gut bezeichnet werden, die Daten werden systematisch qualitätsgesichert und für Studien verwendet, so dass auch der aktuelle Kenntnisstand zum Vorkommen mariner Säugetiere in deutschen Gewässern als gut einzustufen ist.

Die umfangreichste Datenquelle bilden die Daten aus Umweltverträglichkeitsstudien und aus dem Monitoring von Offshore-Windparks. Regelmäßig werden Daten im Rahmen des Monitorings der Naturschutzgebiete im Auftrag des BfN erhoben. Schließlich liefern Forschungsvorhaben Daten zu speziellen Fragestellungen. Zur Einschätzung der Abundanz der gesamten Population des Schweinswals liefern die Erfassungen im Rahmen der SCANS Informationen für das gesamte Verbreitungsgebiet des Schweinswals.

### 1.6.2.7 Fledermäuse

- Es fehlen Kenntnisse über Qualität und Quantität wandernder Fledermauspopulationen über die Ostsee.
- Ausreichende Erkenntnisse über die Auswirkungen von Hochbauten im Offshore-Bereich fehlen gegenwärtig noch. Erkenntnisse aus dem Küstenmeer/ an Land sind



aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen nur sehr eingeschränkt übertragbar.

- Die artspezifische Kollisionsgefahr für Fledermäuse mit Offshore-Windenergieanlagen ist weitgehend unbekannt.

#### 1.6.2.8 Zusammenfassung

Grundsätzlich bleiben Prognosen zur Entwicklung der belebten Meeresumwelt nach Durchführung des FEP 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.

Insgesamt lassen sich folgende Empfehlungen für die Erarbeitung von Kriterien zur Bewertung des Zustands biologischer Schutzgüter und der Auswirkungen festhalten:

- Zusammenführung von Ergebnissen und Auswertung aller vorhandenen schutzgutbezogenen Daten,
- Verschneidung von biologischen Daten mit Informationen aus Meeresphysik, Meeresschemie, Meeresgeologie und Seemetereologie,
- Überprüfung von Methoden vor allem im Hinblick auf mögliche kumulative bzw. grenzüberschreitende Auswirkungen zur Entwicklung von Bewertungskriterien hinsichtlich des Zustands der belebten Meeresumwelt,
- Auswertung des Effekt-Monitorings, um mögliche Auswirkungen auf die Schutzgüter erfassen zu können.

## 2 Beschreibung und Einschätzung des Umweltzustands

### 2.1 Einleitung

Nach § 40 Abs. 2 Nr. 3 UVPG 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/Programms prognostizieren zu können. Gegenstand der Bestandsaufnahme sind die in § 2 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 bis 4 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 (LANDMANN & ROHMER 2018).

### 2.2 Boden/Fläche

#### 2.2.1 Schutzgut Fläche

Ein Ziel der im Flächenentwicklungsplan getroffenen Festlegungen ist der räumlich geordnete und flächensparsame Ausbau von Windenergieanlagen auf See und der hierfür erforderlichen Offshore-Anbindungsleitungen. Ein Aspekt dieses Zieles ist daher die möglichst flächensparende Anordnung der Windenergieanlagen innerhalb einer Fläche (s.a. Kap. 4.4.2 des Flächenentwicklungsplanes). Da im Rahmen des Flächenentwicklungsplanes keine

konkreten Anlagenstandorte geplant werden, geschieht dies über die Ermittlung der voraussichtlich zu installierenden Leistung (Kap. 4.7 des Flächenentwicklungsplanes).

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

#### 2.2.2 Datenlage

Grundlage für die Beschreibung der Oberflächensedimente in der Ostsee bilden neben den Daten und Berichten der Baugrunderkundungen aus den Verfahren und eigenen Untersuchungen des BSH vor allem die Karte zur Sedimentverteilung in der westlichen Ostsee (BSH/IOW, 2012). Bislang fehlt jedoch auch in der Ostsee eine flächenhafte Sediment- und Biotopkartierung der AWZ. Die Beschreibung und Bewertung der Umweltwirkungen im Hinblick auf das Schutzgut Boden beruht vor allem auf der Auswertung punktueller Datenerhebungen (wie. z.B. der Karte zur Sedimentverteilung in der Westlichen Ostsee, BSH/IOW (2012).

Die Beschreibungen zum Aufbau des oberflächennahen Untergrundes basieren im Wesentlichen auf den geophysikalischen und geotechnischen Daten und Berichten der Baugrunderkundungen aus der Literatur.

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 erhoben.

#### 2.2.3 Geomorphologie

Die drei in der deutschen AWZ der Ostsee ausgewiesenen Gebiete O-1, O-2 und O-3 befinden sie im Gebiet der Arkonasee. Zur Arkonasee der deutschen AWZ gehören das Arkonabecken, der südöstliche Ausläufer der Untiefe Kriegers Flak, der Adlergrund als südwestlicher Ausläufer der Rønnebank und Teile der

Pommerschen Bucht und der Oderbank. Im Westen der Arkonasee bildet die 40 m-Tiefenlinie die Grenze zur westlich des Arkonabeckens gelegenen Falster-Rügen-Platte.

Das Arkonabecken weist eine sehr ausgeglichene Morphologie auf und erreicht in der deutschen AWZ Wassertiefen bis zu 50 Meter. Im Nordwesten des Arkonabeckens ragen die Ausläufer der Untiefe Kriegers Flak in den Bereich der deutschen AWZ hinein. Hier bewegen sich die Wassertiefen zwischen 21 Metern im Bereich der Untiefe und 40 Metern in Richtung Arkonabecken.

Im Südosten wird das Arkonabecken durch den Adlergrund begrenzt. Der Adlergrund stellt den südwestlichen Ausläufer der Rønnebank dar, die von der dänischen Insel Bornholm ausgehend in südwestliche Richtung verläuft. Die Wassertiefen bewegen sich im Bereich des Adlergrundes zwischen 6 Metern in den Hochlagen der Untiefe und 30 Metern in Richtung Arkonabecken.

Die Pommersche Bucht mit der Oderbank stellt die südliche Begrenzung des Arkonabeckens und des Adlergrundes dar. Die Wassertiefen bewegen sich in diesem Bereich zwischen 6 Metern in den höher gelegenen Teilen der Oderbank und 30 Metern im Bereich der nördlichen Pommerschen Bucht. Nach KRAMARSKA (1998) wird die eigentliche Oderbank durch die 10 m-Tiefenlinie begrenzt.

#### **2.2.4 Sedimentverteilung auf dem Meeresboden**

Die Oberflächensedimente im Bereich der AWZ des Arkonabeckens bestehen fast ausschließlich aus feinen Schluffen mit unterschiedlicher Sortierung. Im Übergang zu den Untiefen Kriegers Flak bzw. Adlergrund und zur Pommerschen Bucht gehen die Oberflächensedimente zunehmend in Fein- und Mittelsande über. Das Gebiet O-2 befindet sich im südöstlichen Arkonabecken.

Im Gegensatz zum Arkonabecken weisen die Untiefen Kriegers Flak und Adlergrund eine stark strukturierte Morphologie auf und verfügen über eine sehr heterogene lithologische Zusammensetzung der Oberflächensedimente. 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 (Gebiet O-3) sind zudem zahlreiche Steine und Blöcke anzutreffen, die z.T. wallartige Strukturen bilden. In Richtung Arkonabecken gehen die Grobsande in Mittel- und Feinsande über und mit zunehmender Tiefe in Schluffe und Tone.

Das südöstlich an das Arkonabecken angrenzende Gebiet des Adlergrundes (Gebiet O-2) weist ebenfalls eine sehr heterogene Sedimentverteilung auf. Die Oberflächensedimente bestehen im Wesentlichen aus Restsedimenten und unterschiedlich gut sortierten Kiesen und Sanden. Auch hier sind ausgedehnte Stein- bzw. Blockfelder sowie Geschiebemergel und Restsedimente anzutreffen. Richtung Arkonabecken gehen die Sedimente in Feinsande, Schluffe und Tone über. In den tieferen Bereichen Richtung Arkonabecken sind ebenfalls Steine anzutreffen.

Südlich des Arkonabeckens bzw. des Adlergrundes schließen sich in der deutschen AWZ der Ostsee die Sande der Pommerschen Bucht bzw. der Oderbank an. Sie bestehen fast ausschließlich aus gut sortierten Feinsanden.

#### **2.2.5 Geologischer Aufbau des oberflächennahen Untergrundes**

Der oberflächennahe Untergrund des Arkonabeckens besteht aus 2 bis 4 Meter mächtigen sehr weichen bis breiigen marinen Schluffen, die zum Beckenrand hin sandiger ausgebildet sein können (LEMKE 1998). Lokal können diese breiigen Schluffe, je nach Ausbildung des Reliefs der unterlagernden Sedimente, eine

Mächtigkeit von mehr als 10 Metern erreichen. Die größten Mächtigkeiten treten im Zentrum des südlichen Arkonabeckens zwischen dem Gebiet O-3 im Nordwesten und den Gebieten O-2 und O-4 im Südosten auf (Abbildung 9).

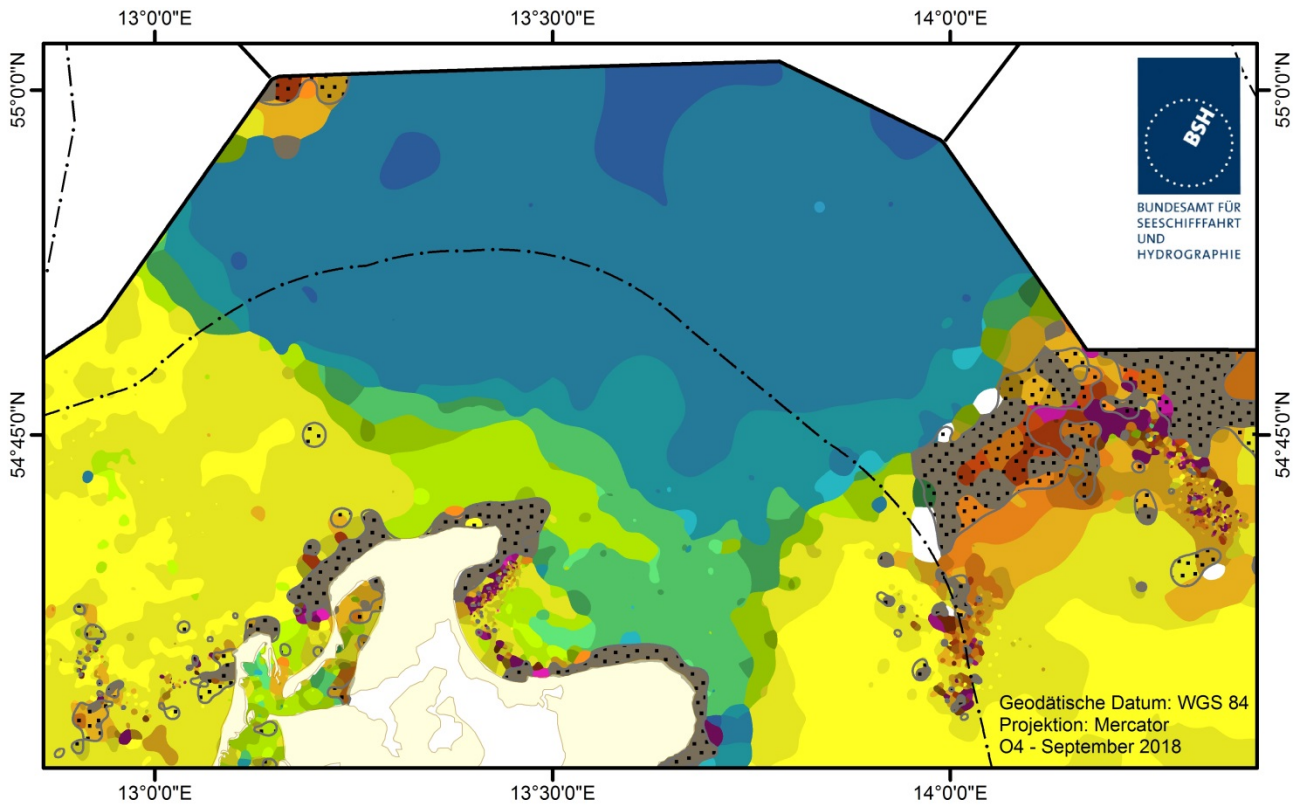
Im südlichen Arkonabecken werden die marinen Schluffe von einer bis zu 5 Meter mächtigen Abfolge von postglazialen, schluffigen Tonen und Schluffen mit z. T. fester Konsistenz unterlagert. Sie können vereinzelt Feinsande enthalten. In den Randbereichen dieser Abfolge können humose Anteile wie z. B. Gytjenlagen oder Torflinsen vorkommen. Im Liegenden der postglazialen Tone und Schluffe folgen spätglaziale Tone, Schluffe und vereinzelt Feinsande von unterschiedlicher Konsistenz. Die größten Mächtigkeiten mit bis zu 15 Metern werden im südöstlichen Arkonabecken erreicht.

Im Übergangsbereich zum Adlergrund (Gebiet O-1) befindet sich an der Meeresbodenoberfläche eine wenige Meter mächtige Schicht aus tonig-siltigen Fein- und Mittelsanden, deren Mächtigkeit variiert. Im oberflächennahen Untergrund folgt auf den Sanden im Wesentlichen Geschiebemergel mit einer inhomogenen lithologischen Zusammensetzung aus Tonen, Schluffen und Sanden von wechselnder Konsistenz. Im Bereich des Geschiebemergels ist mit Steinvorkommen in unterschiedlicher Dichte und Größe zu rechnen.

Der Adlergrund selbst weist an der Meeresbodenoberfläche eine eher geringmächtige Sandauflage auf, deren Mächtigkeit von Nordwesten nach Südosten und Osten hin abnimmt. Vor allem in den höher gelegenen Bereichen des Adlergrundes fehlt diese Sandauflage in weiten Teilen. Aber auch in den übrigen Bereichen wird sie häufig vom unterlagernden Geschiebemergel durchbrochen. Unter der Sandauflage folgt der Geschiebemergel mit einer sehr heterogenen lithologischen Zusammensetzung bestehend aus Tonen, Schluffen, Sanden und vereinzelt Kiesen. Der Geschiebemergel ist meist von steifer Konsistenz und kann Mächtigkeiten von 20 Metern und mehr erreichen. Hydroakustische Aufzeichnungen im Rahmen von Baugrunduntersuchungen zeigten auch im Geschiebemergel zahlreiche Steine auf.

Der oberflächennahe Untergrund von Kriegers Flak besteht aus einem z. T. mehr als 25 m mächtigen festen Geschiebemergel, ebenfalls mit sehr inhomogener lithologischer Zusammensetzung. Charakteristisch für den Geschiebemergel sind die zahlreichen Steine und Blöcke, die sowohl oberflächlich als auch im Untergrund anzutreffen sind und im Norden des Gebietes O-3 wallartige Strukturen bilden. Zum Arkonabecken hin taucht die Oberfläche des Geschiebemergels ab und wird dort von bis zu 4 Meter mächtigen weichen Tonen und Schluffen sowie Sanden überlagert.





### Sediments

#### Classification after Tauber (2012)

Gravel, very well sorted	Medium sand, well sorted	Medium silt, well sorted
Gravel, well sorted	Medium sand, moderately sorted	Medium silt, moderately sorted
Gravel, moderately sorted	Medium sand, poorly sorted	Medium silt, poorly sorted
Gravel, poorly sorted	Medium sand, very poorly sorted	Medium silt, very poorly sorted
Gravel, very poorly sorted	Fine sand, very well sorted	Fine silt, well sorted
Very coarse sand, very well sorted	Fine sand, well sorted	Fine silt, moderately sorted
Very coarse sand, well sorted	Fine sand, moderately sorted	Fine silt, poorly sorted
Very coarse sand, moderately sorted	Fine sand, poorly sorted	Fine silt, very poorly sorted
Very coarse sand, poorly sorted	Fine sand, very poorly sorted	Very fine silt, well sorted
Very coarse sand, very poorly sorted	Very fine sand, very well sorted	Very fine silt, moderately sorted
Coarse sand, very well sorted	Very fine sand, well sorted	Very fine silt, poorly sorted
Coarse sand, well sorted	Very fine sand, moderately sorted	Very fine silt, very poorly sorted
Coarse sand, moderately sorted	Very fine sand, poorly sorted	Clay, moderately sorted
Coarse sand, poorly sorted	Very fine sand, very poorly sorted	Clay, poorly sorted
Coarse sand, very poorly sorted	Coarse silt, very well sorted	Clay, very poorly sorted
Coarse sand, very poorly sorted	Coarse silt, well sorted	Lag sediment/Till
Medium sand, very well sorted	Coarse silt, moderately sorted	Clay
	Coarse silt, poorly sorted	Peat
	Coarse silt, very poorly sorted	Stones

Abbildung 9: Verteilung der Oberflächensedimente im Bereich der clusterübergreifenden Anbindungen. Die Klassifizierung erfolgte nach TAUBER (2012)

## 2.2.6 Schadstoffverteilung im Sediment

### 2.2.6.1 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. 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.

### 2.2.6.2 Organische Stoffe

Ein zusammenfassender Überblick über die Belastung der Sedimente ist außerordentlich schwierig, da einerseits Daten über die offene See recht lückenhaft, andererseits die Daten aus den Küstengebieten sehr heterogen sind. Erschwert wird eine regionale Betrachtung vor allem dadurch, dass bei den veröffentlichten Daten meist ein Bezug auf den TOC-Gehalt (TOC=gesamter organisch gebundener Kohlenstoff) oder eine Korngrößennormierung fehlt. Die Konzentrationen in der AWZ sind durchgehend geringer als in den Küstengebieten, wo häufig lokale Belastungsschwerpunkte auftreten. Weitergehende regionale Bewertungen benötigen die Berücksichtigung von Sediment-

parametern (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. Für Sedimente der AWZ liegen noch keine längerfristigen Daten vor, so dass keine Aussagen über zeitliche Trends möglich sind.

### 2.2.6.3 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.

#### 2.2.6.4 Altlasten

Als mögliche Altlasten kommen in der AWZ 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 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 und Kampfhandlungen). 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.

### 2.2.7 Zustandseinschätzung

#### 2.2.7.1 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.

#### 2.2.7.2 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. 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).

Seekabel (Telekommunikation, Energieübertragung): Im Zuge der natürlichen Sedimentdynamik graben sich auf sandigen Meeresböden verlegte Seekabel in weniger als einem Jahr

selbst ein, wobei keine sichtbaren Verlegespu-  
ren mehr zu erkennen sind (ANDRULEWICZ et al.  
2003). Über die Tiefe dieses Selbsteingra-  
bungsprozesses liegen bisher keine Informatio-  
nen vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass  
sie sich im Bereich von 10 bis 30 cm bewegt.  
Die Wahl der Verlegemethoden richtet sich im  
Wesentlichen nach der Baugrundbeschaffen-  
heit. Liegen spül-fähige Sedimente vor, wird  
beim Einspülvorgang das Sediment aufgewir-  
belt und überwiegend im unmittelbaren Nahbe-  
reich wieder sedimentiert. In der Regel kommt  
es durch die sedimentdynamischen Prozesse  
zu einer vollständigen Einebnung der Verlege-  
spuren, insbesondere nach Schlechtwetterperi-  
oden. In Bereichen mit weichen bis breiigen  
Schlickern können Seekabel aufgrund ihres  
spezifischen Eigengewichts in den Meeresbo-  
den einsinken, wo die Bildung von Trübungs-  
fahnen vernachlässigbar ist. In Gebieten mit  
verfestigten, nicht spülbaren Sedimenten (z. B.  
Geschiebemergel) müssen Kabelrinnen gefräst

werden, in die Kabel abgelegt werden können.  
Bei stark verfestigten Sedimenten oder dichten  
Steinvorkommen werden Kabel i. d. R. auf dem  
Meeresboden abgelegt und durch Steinschüt-  
tungen geschützt.

Die anthropogenen Faktoren wirken auf den  
Meeresboden in Form von Abtrag, Durchmi-  
schung, Aufwirbelung (Resuspension), Materi-  
alsortierung, Verdrängung und Verdichtung  
(Kompaktion) ein. Auf diese Weise werden die  
natürliche Sedimentdynamik (Sedimentati-  
on/Erosion/Umlagerung) und der Stoffaus-  
tausch zwischen Sediment und Bodenwasser  
beeinflusst.

### **Zustandseinschätzung**

Die Zustandseinschätzung des Meeresbodens  
im Hinblick auf Sedimentologie und Geomor-  
phologie beschränkt sich auf den Bereich der  
im FEP festgelegten Gebiete und Seekabel-  
rassen im Bereich der AWZ.

Tabelle 5: Zustandseinschätzung des Schutzgutes „Boden“ im Hinblick auf Sedimentologie und Geomorphologie im betrachteten Gebiet.

<b>Aspekt: Seltenheit/Gefährdung</b>			
Kriterium	Kategorie		Einschätzung
Flächenmäßiger Anteil der Sedimente auf dem Meeresboden und Verbreitung des morphologischen Formeninventars	Hoch	Sedimenttypen und Bodenformen kommen ausschließlich in der AWZ vor.	MITTEL – GERING
	Mittel	Sedimenttypen und Bodenformen sind in der südwestlichen Ostsee verbreitet.	
	Gering	Sedimenttypen und Bodenformen finden sich in der gesamten Ostsee.	
<b>Aspekt: Vielfalt/Eigenart</b>			
Kriterium	Kategorie		Einschätzung
Heterogenität der Sedimente auf dem Meeresboden und Ausbildung des morphologischen Formeninventars	Hoch	Heterogene Sedimentverteilung und ausgeprägte morphologische Verhältnisse.	MITTEL
	Mittel	Heterogene Sedimentverteilung und keine ausgeprägten Bodenformen bzw. homogene Sedimentverteilung und ausgeprägte Bodenformen.	
	Gering	Homogene Sedimentverteilung und strukturloser Meeresboden.	
<b>Aspekt: Natürlichkeit</b>			
Kriterium	Kategorie		Einschätzung
Ausmaß der anthropogenen Vorbelastung der Sedimente auf dem Meeresboden und des morphologischen Formeninventars	Hoch	Nahezu keine Veränderung durch anthropogene Aktivitäten	MITTEL
	Mittel	Veränderung durch anthropogene Aktivitäten ohne Verlust der ökologischen Funktion	
	Gering	Veränderung durch anthropogene Aktivitäten mit Verlust der ökologischen Funktion	

## 2.3 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).

### 2.3.1 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 Drogdenschwelle (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 Drogdenschwelle als dichte Bodenströmung in das Arkona-Becken. Das dichtere, über die Drogdenschwelle 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 Øresund 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.

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.

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)

### 2.3.2 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 ( $H_s$ ) 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 Bottischen 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.

### 2.3.3 Oberflächentemperatur und Temperaturschichtung

Abbildung 10 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.

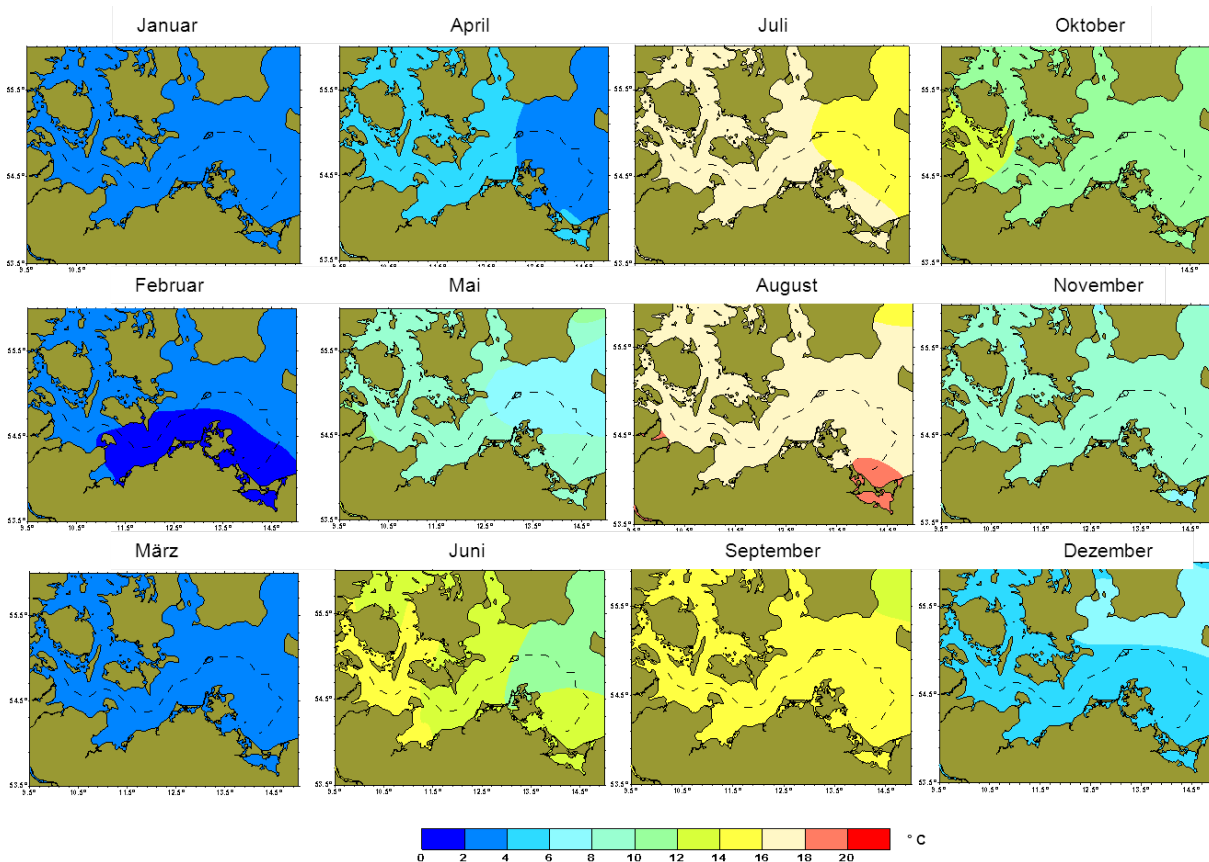


Abbildung 10: Klimatologische Monatsmittel der Oberflächentemperatur (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999).

### 2.3.4 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 11 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 zwi-

schen 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 leichte-

re 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.

Für den Salzgehalt wird in Abbildung 12 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.

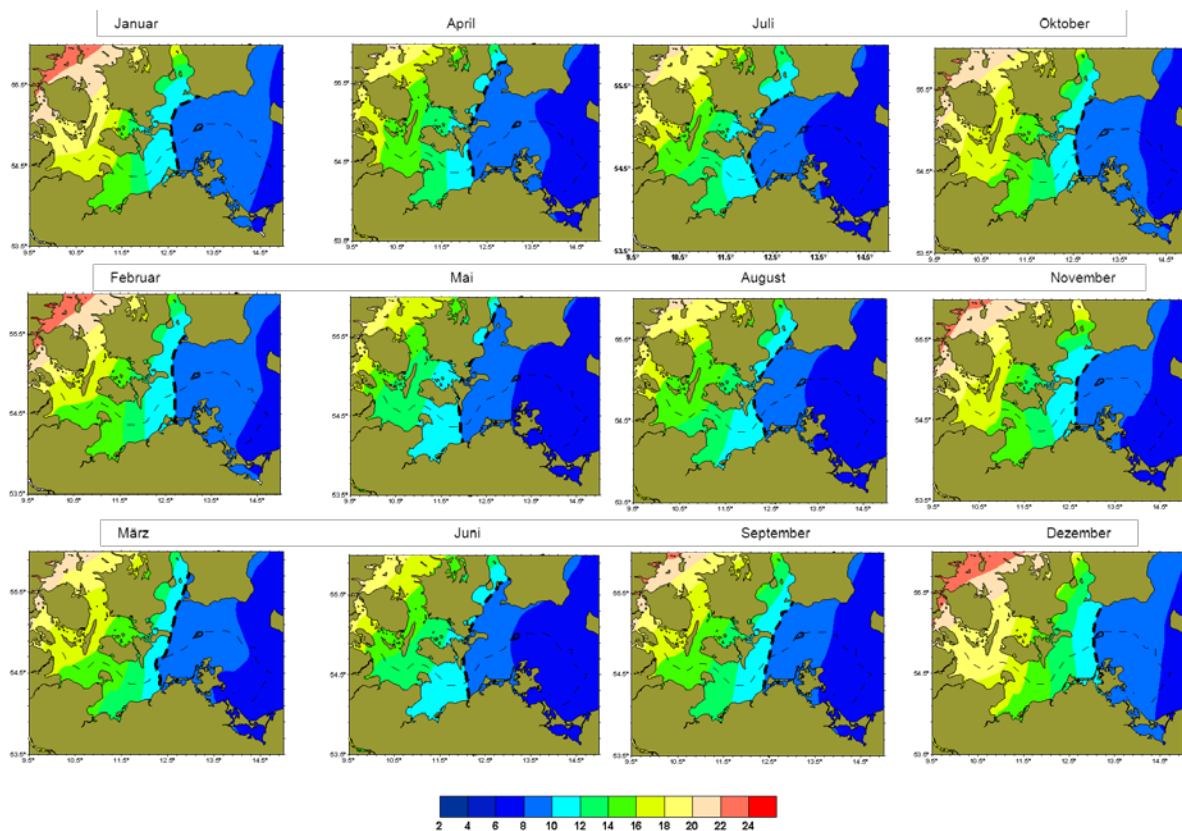


Abbildung 11: Klimatologische Monatsmittel des Oberflächensalzgehalts (1900 – 1996) nach JANSSEN et al. (1999).

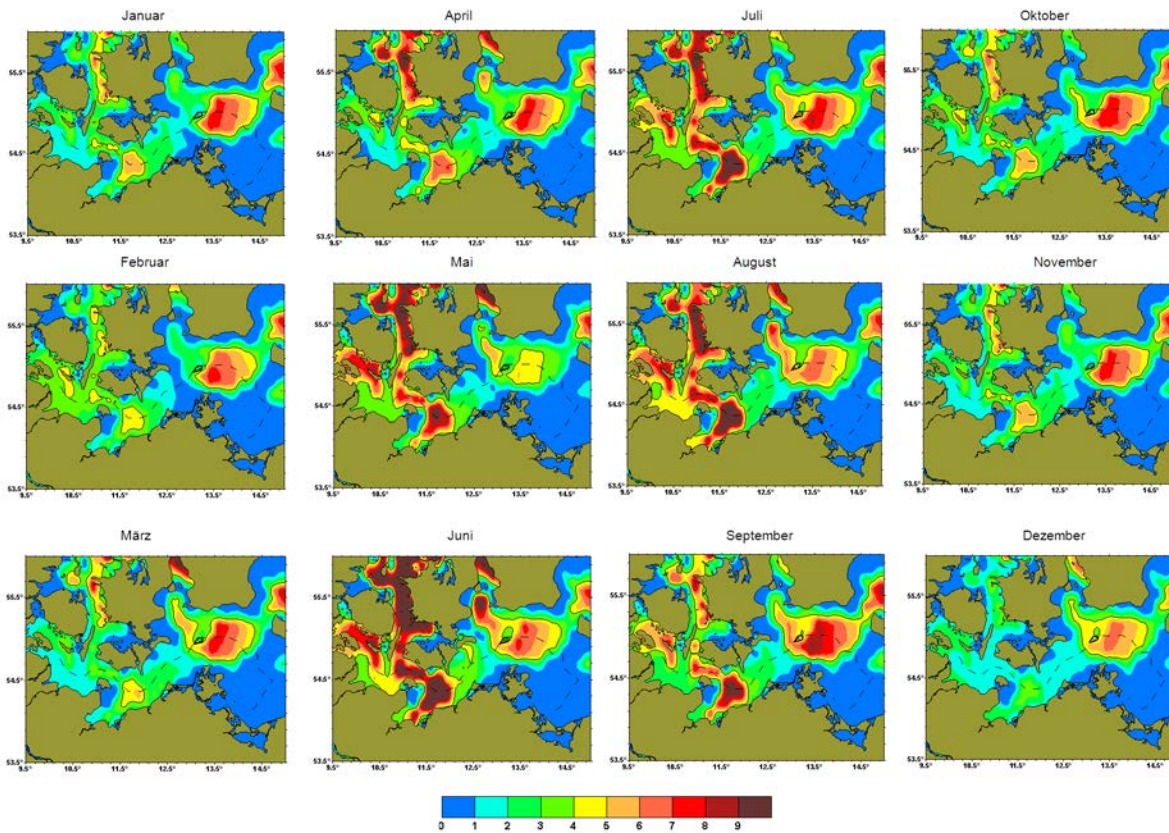


Abbildung 12: Salzgehaltsschichtung in der westlichen Ostsee nach JANSSEN et al. (1999).

### 2.3.5 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 charakte-

ristische 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 13 durch die Häufigkeitsverteilung des Eisauftretens wieder.



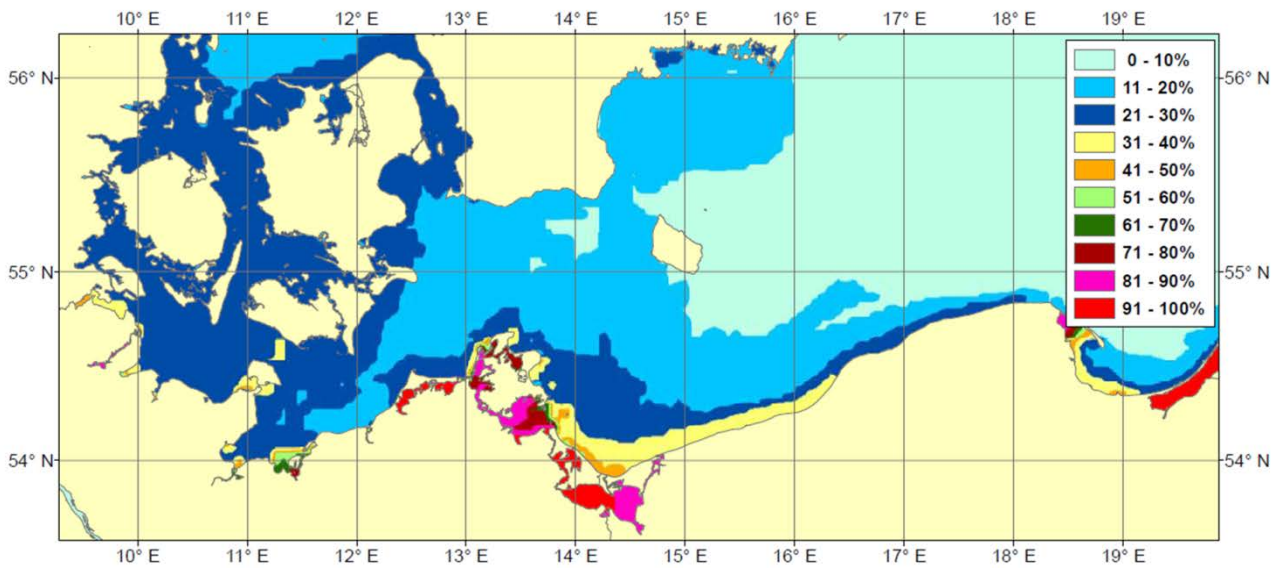


Abbildung 13: Häufigkeit des Eisauftretens in der Ostsee südlich von 56° N im 50-jährigen Zeitraum 1961-2010 (BSH 2012).

In mäßigen Eiswintern vereisen nur die flachen Buchten vollständig, die wegen ihrer relativ abgeschlossenen 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 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 sehr starken Eiswintern vereist die Ostsee westlich von Bornholm vollständig, und vor der baltischen und schwedischen Küste tritt in einem breiten Streifen dichtes bis sehr dichtes Treibeis (Bedeckungsgrad mehr als 7/10) auf. Es besteht überwiegend aus weißem Eis mit einer Dicke von 30-70 cm.

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 Eisedecke 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 geschütztliegenden Buchten, von 20 bis 50% an den Außenküsten und von 5 bis 30% im Seegebiet auf.

### 2.3.6 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 oberflächennahen Schwebstoffverteilung sind in Abbildung 14 die Monatsmittel des oberflächennahen Schwebstoffgehalts (SPM = Suspended Particular Matter) aus den MERIS<sup>35</sup>-Daten des ENVISAT-Satelliten der Europäischen Raumbehörde (ESA) für 2004 dargestellt.

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 m<sup>2</sup> 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.

---

<sup>35</sup> Fernerkundungsverfahren „Medium Resolution Imaging Spectrometer“

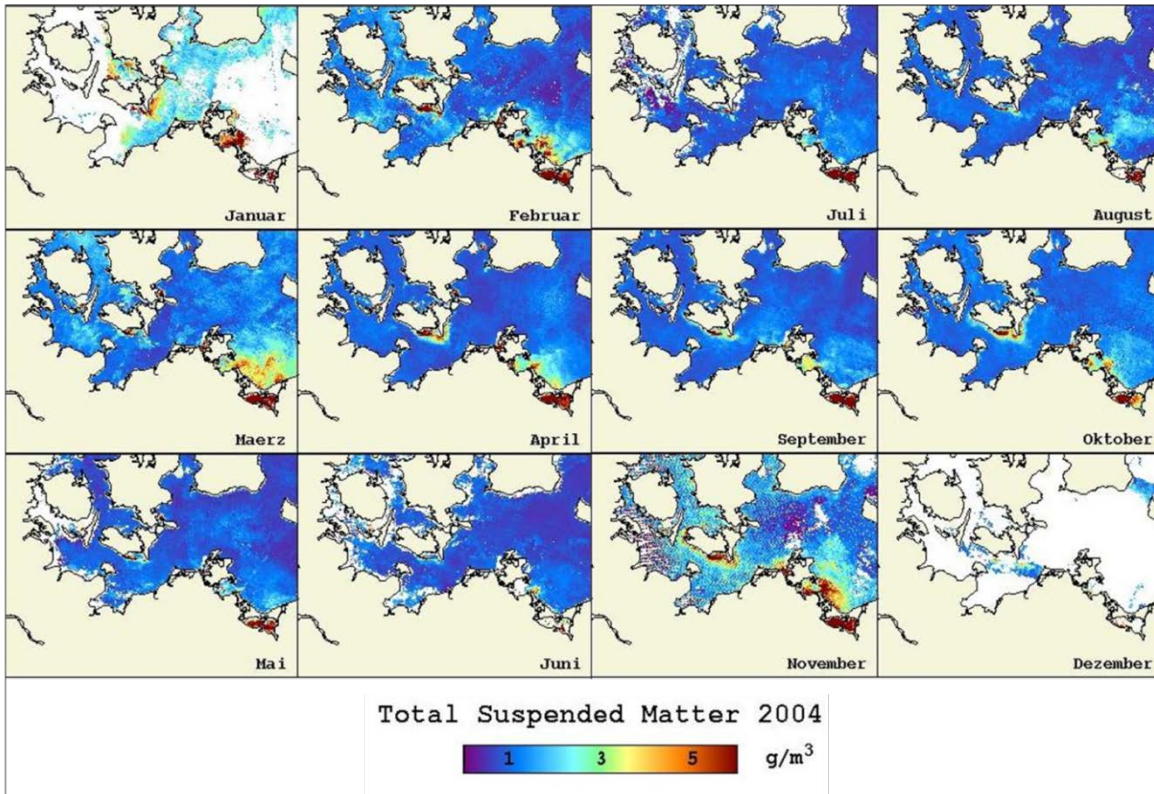


Abbildung 14: Monatsmittel des oberflächennahen Gesamt-Schwefstoffgehaltes aus den MERIS-Daten des ENVISAT-Satelliten für 2004.

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

#### 2.3.7.1 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 sind die Phosphatkonzentrationen in der Regel zwei- bis dreifach deutlich höher als an der Außenküste in der vorgelagerten offenen See; wobei 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 des damit verbundenen verstärkten Abbaus 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 1990ziger 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 Bewertung beruht 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).

### 2.3.7.2 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 Salzwassereinbrüche 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 lang anhaltende 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.

### 2.3.7.3 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). Kupfer zeigt hingegen keinen eindeutigen Konzentrationsgradienten. An allen küstenfernen Stationen der AWZ liegen die Mediane der Zinkkonzentrationen (1999 bis 2004) deutlich und die der Kupferkonzentrationen leicht über dem Hintergrundreferenzwert (UBA 2004). Die Elemente Blei und Cadmium zeigen im westlichen Teil der AWZ Konzentrationen, deren Median über dem Referenzwert und im östlichen Teil in der Nähe oder unter dem Referenzwert liegt. Die Cadmiumkonzentrationen im Wasser sind insgesamt sehr niedrig. So liegt deren Median im westlichen Teil der AWZ beim Referenzwert und im östlichen Teil deutlich darunter. Nach heutigem Kenntnisstand geht von den genannten Metallbelastungen des Meerwassers keine unmittelbare Gefahr für das marine Ökosystem aus.

### 2.3.7.4 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. 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.

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.

Die recht niedrigen Schadstoffkonzentrationen, die im Meer zurzeit beobachtet werden, bedeuten, dass bei allen Handlungen sehr sorgfältig darauf geachtet werden muss, dass keine neuen Einträge ins Meer erfolgen, da dies zwangsläufig zu einer Verschlechterung des Umweltzustands führen würde. Dies ist auch im Rahmen der Strategien der Meeresschutz-Übereinkommen zu sehen, die vorsehen, dass Konzentrationen gefährlicher anthropogener

Schadstoffe bis zum Jahre 2020 auf nahe Null reduziert werden sollen.

### 2.3.7.5 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. 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.

## 2.4 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).

### 2.4.1 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

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

#### 2.4.2 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 näher-

stehen, 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 Darßer 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 Chlorophylls<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 Chlorophylls<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).

#### 2.4.3 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 Nahrungsebenen 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 Mecklenburger 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 auf-

zusuchen, 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 in 2003 nach dem Salzwassereintrich 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 Bedingungen und der Entwicklung des Phytoplanktons ab: Salzwassereintriche 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 lang anhaltenden 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 Ruderfußkrebsart *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 Salzwassereinbruch aus der Nordsee im Vorjahr zurückgeführt (WASMUND et al. 2016). Ein vergleichbarer starker Salzwassereinbruch 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).

#### 2.4.4 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 da-

rauffolgenden 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 Phytoplanktonwachstum: 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).

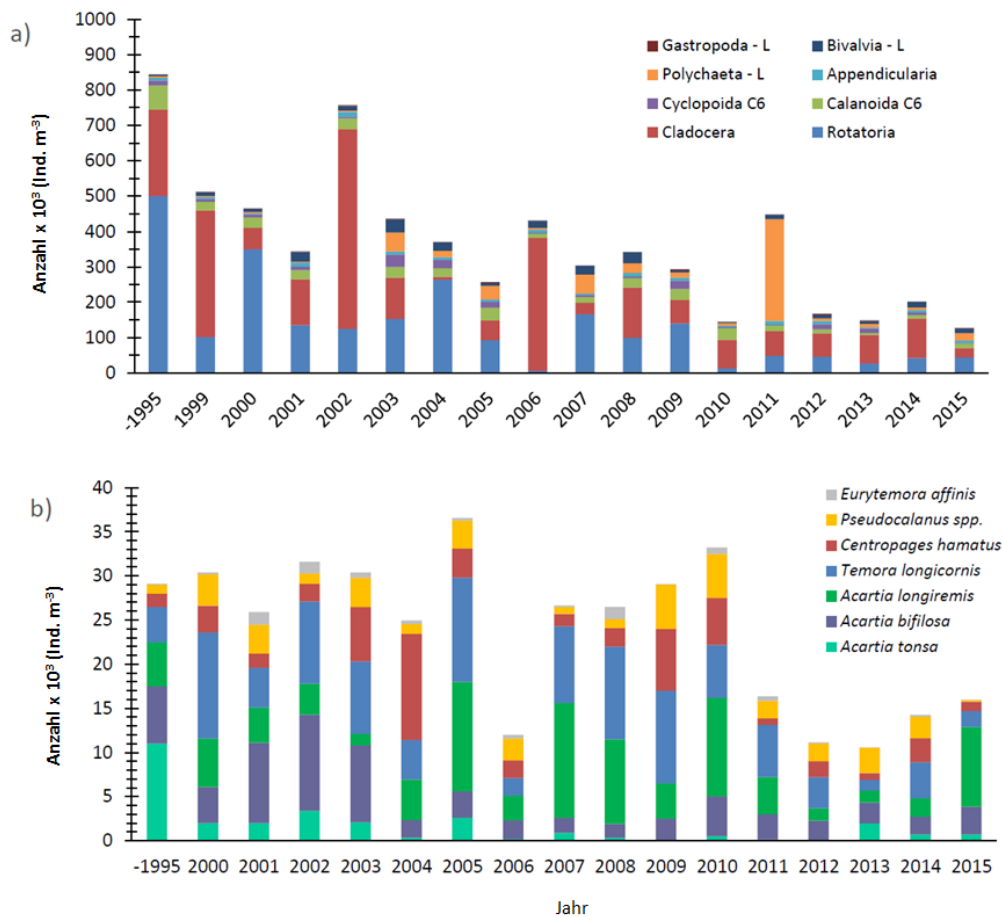


Abbildung 15: Verlauf der Abundanzmaxima von a) fünf holoplanktischen Taxa (Rotatoria, Cladocera, Cyclopoida, Calanoida und Copelata) und drei meroplanktischen Taxa (Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda) und b) sieben calanoiden Copepoden von 1995 – 2015 (WASMUND et al. 2016a).



Ergebnisse des IOW-Zustandsberichts zeigen tendenziell einen Rückgang in der Gesamtabundanz des Holozooplanktons von 1995 – 2015 (Abbildung 15a). 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 15a). 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 15b).

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 Ruderfußkrebse *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. Naupilus Larven sind ein wichtiger Orga-

nismus 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 wachstumsgünstige Bedingungen warten.

## 2.5 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).

### 2.5.1 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 16, 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 Biotope der deutschen Ostsee gemäß des HELCOM „Underwater Biotope and Habitat Classification System“ (HELCOM HUB) wurde von SCHIELE et al. (2015) erarbei-

tet. 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. Hinsichtlich der ausgewiesenen Fläche O-1.3 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).

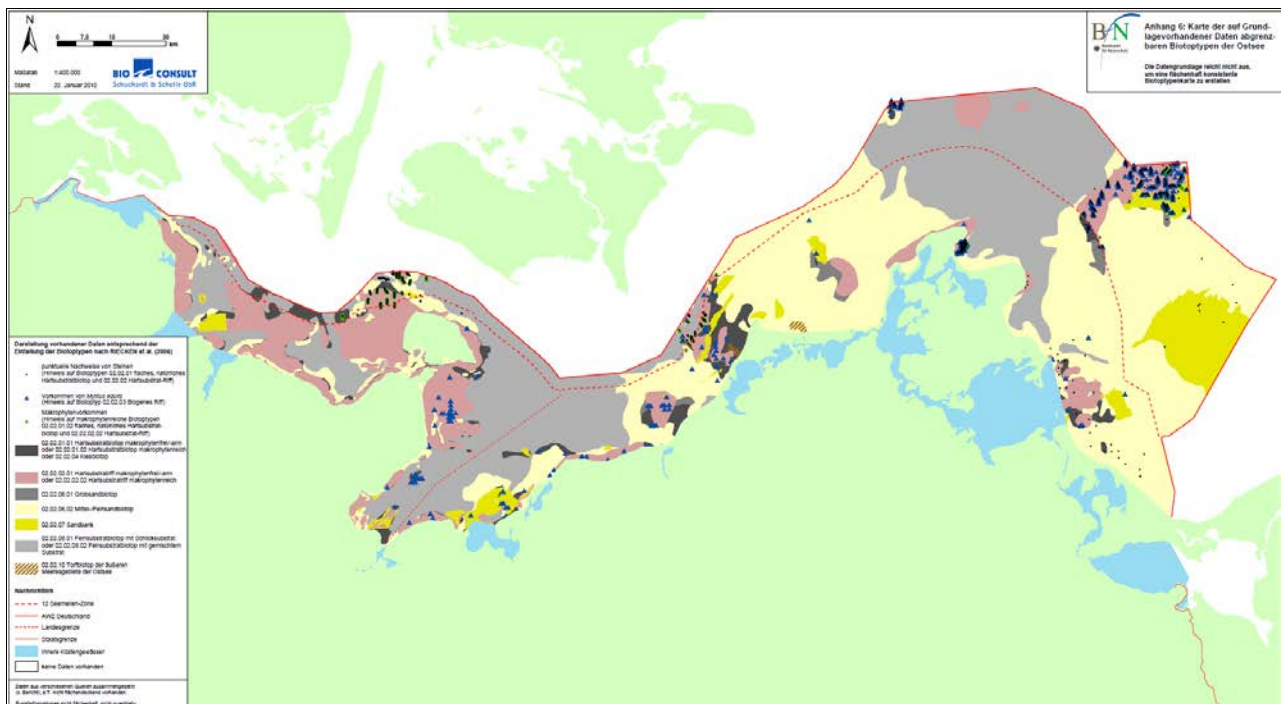


Abbildung 16: Karte der auf Grundlage vorhandener Daten abgrenzbaren Biotoptypen der deutschen Ostsee (nach SCHUCHARDT et al. 2010).

## 2.5.2 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 17 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 Salzwassereinträge der letzten Jahrzehnte zu langanhaltenden Sauerstoffmangel-Perioden in Meer-

resbodennähe 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 2013c).

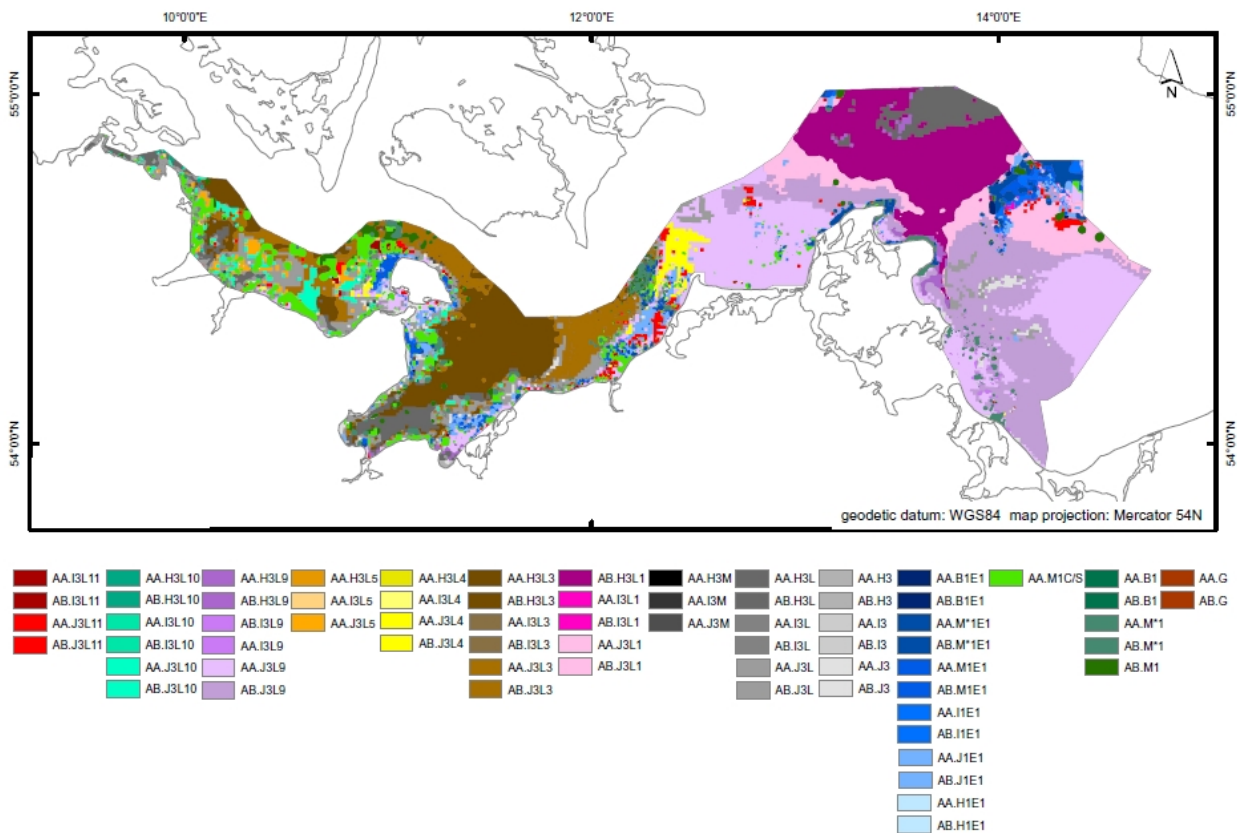


Abbildung 17: Biotopkarte der deutschen Ostsee nach SCHIELE et al. (2015). HELCOM HUB Codes erläutert in HELCOM (2013b).

### 2.5.3 Gesetzlich geschützte marine Biotop gemäß § 30 BNatSchG und FFH-Lebensraumtypen

Nach § 30 BNatSchG werden eine Reihe mariner Biotop einem unmittelbaren bundesgesetzlichen Schutz unterstellt. § 30 Abs. 2 BNatSchG verbietet grundsätzlich Handlungen, die eine Zerstörung oder eine sonstige erhebliche Beeinträchtigung der aufgeführten Biotop 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 Biotop „Seegrasswiesen 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.

### 2.5.3.1 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 Kreidelfen), 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-](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/BfN-Kartieranleitungen/BfN-Kartieranleitung-Riffe-in-der-deutschen-AWZ.pdf)

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 (Zucker-tang), 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 Natur-

schutzgebiets „Pommersche Bucht - Rönnebank“, die Rechtsverordnung vom 22.09.2017 über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „Kadettrinne“ und Rechtsverordnung vom 22.09.2017 über die Festsetzung des Naturschutzgebiets „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 / Querverbindung“ wurden neben den vom BfN gemeldeten Riffvorkommen weitere Riffverdachtsflächen im Bereich des Gebiets O-1 ausgewiesen (1.5.2). Für die Erfassung des Biotoptyps „Riffe“ in der deutschen AWZ ist die entsprechende Kartieranleitung des BfN heranzuziehen (BfN 2018).

### 2.5.3.2 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.

### 2.5.3.3 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.

### 2.5.3.4 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 Grobsandbiotope kommen in den äußeren Küstengewässern der Ostsee vor, überwiegend in einer Wassertiefe von 5-15 m u. a. in submarinen Schwellen und zusammen mit Riffen. Als Beispiel ist hier der Adlergrund zu nennen, dessen Sediment in Teilbereichen auch Grobsand und Kies aufweist. Reine Schillbiotope 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.

#### 2.5.4 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 veröffentlicht (FINCK et al. 2017). Den genannten gesetzlich geschützten Biotopen kommt hierbei grundsätzlich eine hohe

Bedeutung zu. In der Ostsee sind diese Biotope vor allem durch aktuelle oder vergangene Nährstoff- und Schadstoffeinträge (u. a. Abwassereinträge, Ölverschmutzung, Verklappung, Müll- und Schuttablagerung), 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 Biotope gerechnet werden.

##### 2.5.4.1 Bedeutung der Gebiete und Flächen für Biototypen

###### Gebiet O-1

Im Bereich des Gebiets O-1 sind Vorkommen des Biotops „Riffe“ bekannt. Insbesondere im Südosten des Gebiets gibt es Steinfelder 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 Gebiets O-1 ist die Steinbelegung mit <10 % geringer. Dieser Abschnitt der vom BfN ausgewiesenen Rifffläche Nr. 33 hat nach Einschätzung des BfN einen Riffanteil von 26 %.

Im Bereich der ausgewiesenen Fläche O-1.3 wird der Großteil der Fläche durch den Biototyp „Sublitoraler Schlickgrund der Ostsee mit Baltischen Plattmuscheln (*Macoma balthica*) (Code 05.02.11.02.03.02)“ bestimmt (IFAÖ 2015). Gemäß Roter Liste (FINCK et al. 2017) ist für diesen Biototyp derzeit keine Gefährdung erkennbar. Im östlichen Teil der Fläche O-1.3 wurden zwei Bereiche mit einem geringfügig erhöhten Anteil an Mittelsanden identifiziert. Der in diesen Bereichen vorkommende Biototyp „Sublitorales Mischsubstrat der Ostsee mit vereinzeltem Epibenthos, Weidegängern oder ohne epibenthische Makroflora oder -

fauna (Code 05.02.06.02)“ ist gemäß der Roten Liste ebenfalls derzeit ungefährdet. Im nordöstlichen Bereich der Fläche O-1.3 wurde eine Restsedimentfläche mit gröberen Sedimenten und Vorkommen von bewachsenen Steinen nachgewiesen. Der hier vorkommende Bereich stellt eine Verdachtsfläche des gesetzlich geschützten Biototyps „Riffe“ dar. Eine Verifizierung dieser Verdachtsfläche mittels Kartieranleitung des BfN steht noch aus.

### **Gebiet O-2**

Das Gebiet O-2 weist insgesamt einen geringen Strukturreichtum auf. Für den im gesamten Gebiet O-2 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 Biotope sind in diesem Gebiet nicht zu erwarten.

### **Gebiet O-3**

Im Bereich des Gebiets O-3 kommen im nördlichen flachen Bereich Stein- und Geröllgründe mit ausgeprägten Miesmuschelbänken vor. Die dort vorkommenden wallartigen Findlingsansammlungen sind ggfs. als Biototyp „Riff“ einzustufen. Eine Verifizierung mittels Kartieranleitung des BfN steht noch aus.

## **2.6 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 ausweichen 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, Mu-

scheln 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).

### 2.6.1 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 1930; 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. Hinsichtlich der ausgewiesenen Fläche O-1.3 können die Ergebnisse der zweijährigen Basisuntersuchungen aus den Jahren 2011-2013 herangezogen werden (IFAÖ 2013, IFAÖ 2016).

### 2.6.2 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 Pommerische Bucht (E) (Tabelle 7; Abbildung 18).

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 18	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 Endofaunagemeinschaften 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 Endofaunagemeinschaften sowie sehr artenreiche Phytalgemeinschaften
<b>Darßer Schwel- le</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.

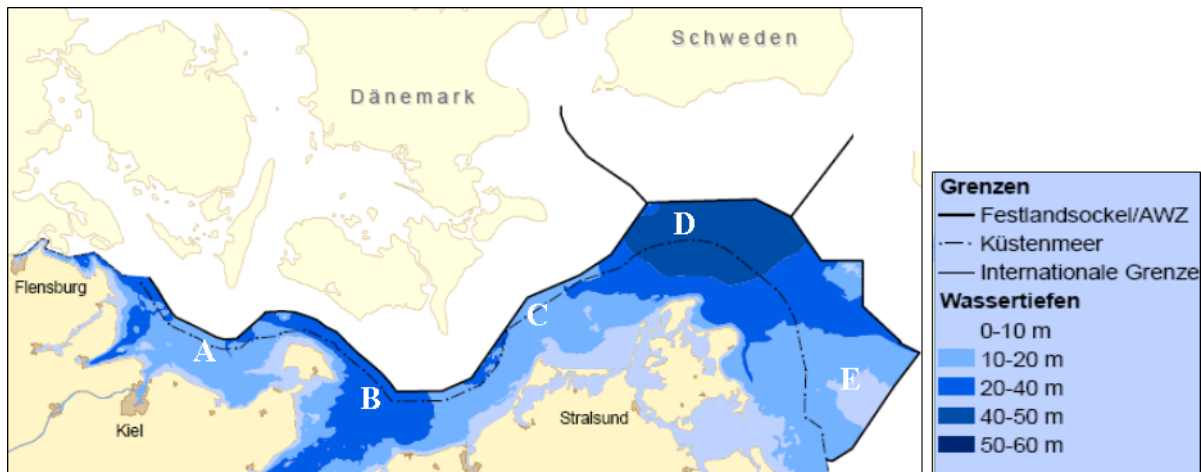


Abbildung 18: Naturräumliche Gliederung der deutschen AWZ der Ostsee (nach BFN 2006).

### 2.6.2.1 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 Arkonabeckens 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 19 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 in 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).

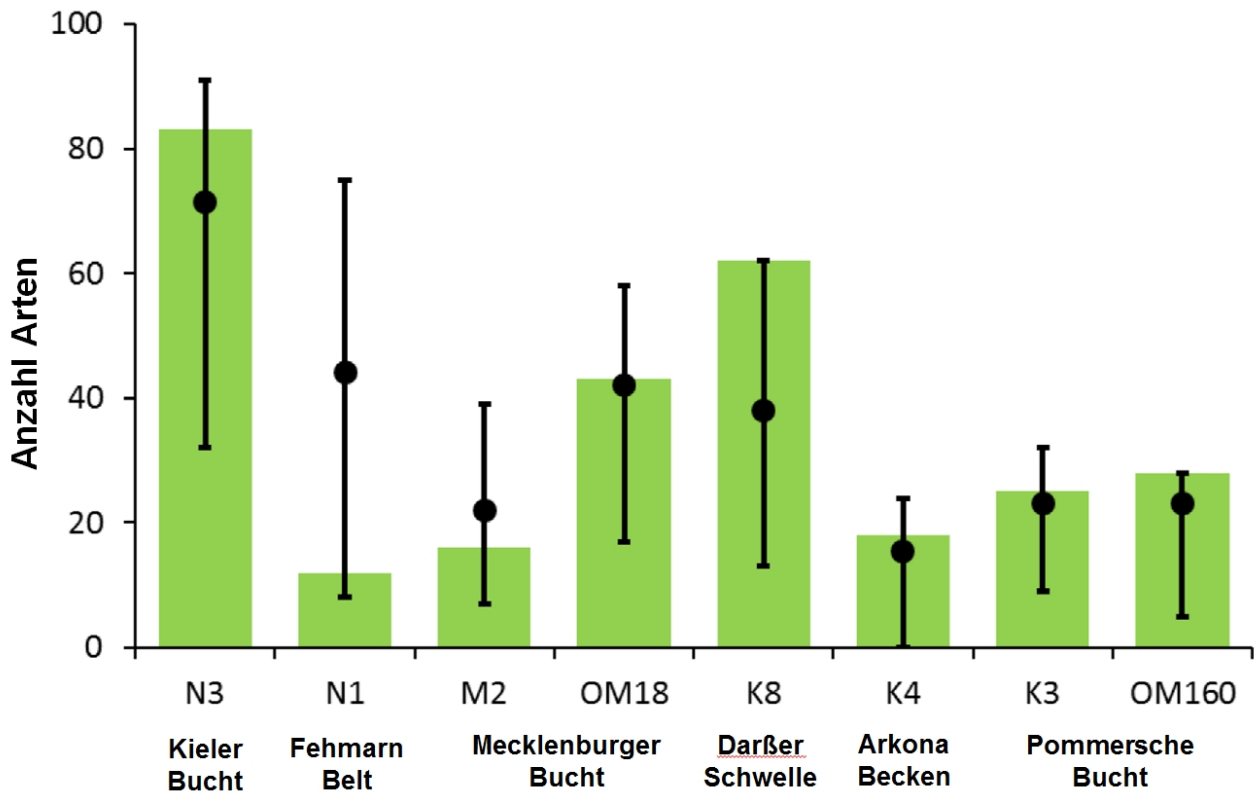


Abbildung 19: Anzahl Arten makrozoobenthischer Arten an 8 Monitoring-Stationen im November 2016 (grüne Balken). Schwarze Punkte und Fehlerbalken zeigen mediane, minimale und maximale Artenzahlen zwischen 1991 und 2016 (verändert nach WASMUND et al. 2017).

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 20). Die höchsten Abundanzen zeigen die wenig 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 Individuenzahlen unter den Makrozoobenthosarten führen. Häufige Sauerstoffmangelereignisse 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).

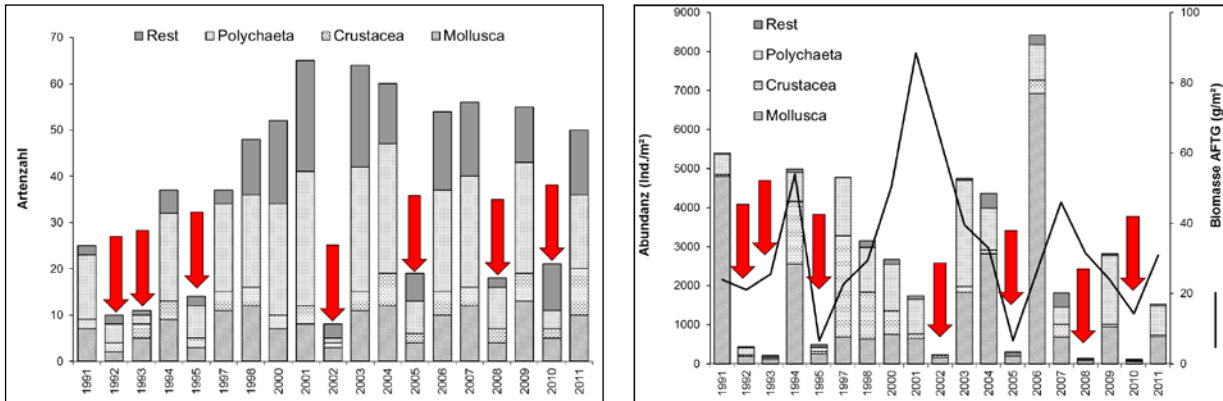


Abbildung 20: Entwicklung der Artenzahl, Abundanz und Biomasse des Makrozoobenthos an der Station am Fehmarnbelt von 1991 bis 2011. Die Pfeile markieren sommerliche Sauerstoffmangelereignisse im bodennahen Wasserkörper (aus WASMUND et al. 2012).

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 Salzwassereinträgen 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, GOSSELCK 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).

#### 2.6.2.2 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. *Hydrobia 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 Schlicken 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).



### **Gebiet O-1**

Im Gebiet O-1 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*.

### **Fläche O-1.3**

Im Bereich der Fläche O-1.3 wurden im Rahmen der Basisaufnahme 2011-2012 die Epifauna-Arten *Mytilus edulis* (Miesmuschel) und *Crangon crangon* (Nordseegarnele) nachgewiesen. Die Infauna war mit insgesamt 40 Arten sowie 13 supraspezifischen Taxa vertreten. Die Polychaeta waren die artenreichste Großgruppe gefolgt von den Mollusca und Crustacea. Die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* sowie der Kiemenringelwurm *Scoloplos armiger* dominierten die Gemeinschaft hinsichtlich der Gesamtabundanz. Weitere dominante Arten waren der Ranzenkrebs *Diastylis rathkei* und der Flohkrebs *Pontoporeia femorata*. Hinsichtlich der Biomasse dominierte vor allem *Macoma balthica*.

### **Gebiet O-2**

Im gesamten Gebiet O-2 ist die *Macoma balthica*-Gemeinschaft ausgebildet, die in weiten Teilen der Ostsee verbreitet ist. Die drei Hauptarten gemessen an der Gesamtindividuen-

anzahl stellen die Baltische Plattmuschel, der Kiemenringelwurm *Scoloplos armiger* und der Cumaceen-Krebs *Diastylis rathkei*. Die vorherrschenden Benthosarten setzen sich überwiegend aus Arten zusammen, die sich nach Störungen schnell regenerieren.

### **Gebiet O-3**

In der Arkonasee können im Gebiet O-3 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 Gebiets O-3 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 der Polychaet *Terebellides stroemi*.

### **2.6.2.3 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 (SORDYL 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 *Hal-campa 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 Wellhornschncke (*Buccinum undatum*) im Bereich der Kieler Bucht vor. Der ebenfalls als stark gefährdet kategorisierte Polychaet *Euch-one 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 calcarea*, *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 Bohrschncke (*Amauropsis islandica*) und die Abgestutzte Purpurschncke (*Boreotrophon truncatus*).

Aus den Untersuchungen zu den Windpark Vorhaben „Wikinger“, „Wikinger Süd“, „Wikinger Nord“, „Arkonabecken 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 Gebiets O-1 wurden bislang 10 gefährdete Arten nachgewiesen, innerhalb der Fläche O-1.3 davon sieben Arten (Tabelle 8).

Die Islandmuschel *Arctica islandica* kommt in der Ostsee von der Kieler Bucht über die Mecklenburger Bucht bis in das nördliche Arkonabecken 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 Tiefenzonen 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 Ost-

see 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 O-1 bis O-3 und der Fläche O-1.3. (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 O-1	Fläche O-1.3	Gebiet O-2	Gebiet O-3
<b>Anthozoa (Blumentiere)</b>						
<i>Halocampa duodecimcirrata</i>	1	-				
<b>Bivalvia (Muscheln)</b>						
<i>Arctica islandica</i>	3	-	X	X	X	X
<i>Astarte borealis</i>	G	-	X	X		X
<i>Astarte elliptica</i>	G	-	X	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	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		X
<b>Oligochaeta (Wenigborster)</b>						
<i>Clitellio arenarius</i>	G	-				X

Art	Status nach Rachor et al., 2013	Status nach HELCOM, 2013	Gebiet O-1	Fläche O-1.3	Gebiet O-2	Gebiet O-3
<i>Tubificoides pseudogaster</i>	G	-				X
<b>Polychaeta (Vielborster)</b>						
<i>Euchone papillosa</i>	2	-				
<i>Fabriciola baltica</i>	G	-	X			X
<i>Nereimyra punctata</i>	G	-				
<i>Scalibregma inflatum</i>	G	-				
<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	X		
<b>Bryozoa (Moostierchen)</b>						
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	3	-	X	X		

Die Astarten sind in der AWZ mit drei Arten vertreten. Im Gebiet O-1 wurden *Astarte borealis* und *Astarte elliptica* dokumentiert. Als marine Arten besiedeln sie die sublitorale sandig-schlickige bis schlickig-sandige Zone zwischen etwa 12 m bis 20 m Wassertiefe. *Astarte montagui* wurde nie häufig nachgewiesen. Sie gehört zu den marinen Arten, die nach Salzwassereintritten 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 der Untersuchungen der Fläche O-1.3 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 Schlickböden 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 Gebiets 3 nachgewiesen.

#### 2.6.2.4 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 O-1 und der Fläche O-1.3 bislang nicht nachgewiesen.

#### 2.6.3 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.

##### 2.6.3.1 Bedeutung der Gebiete und Flächen für benthische Lebensgemeinschaften

Zur Einschätzung der Benthoslebensgemeinschaften werden Kriterien herangezogen, die sich bereits bei den Umweltverträglichkeitsprü-

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

#### **Kriterium: Natürlichkeit**

Für das Kriterium Natürlichkeit wird die Intensität der fischereilichen Nutzung, welche die bedeutendste Störgröße darstellt, als Bewertungsmaßstab herangezogen. Für andere Störgrößen 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 plank-

tischen Primärproduktion, der Anstieg der Benthos-Biomasse (CEDERWALL und ELMGREN, 1980) sowie die Zunahme von Sauerstoffmangelereignissen. Zunehmender Sauerstoffverbrauch durch Eutrophierungsvorgänge und veringertes 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 unterworfenen 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 laminierte 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.

### **Gebiet O-1**

In vorbereitenden Untersuchungen von ZETTLER et al. (2003) zur Ausweisung des besonderen Eignungsgebietes „Westlich Adlergrund“ (Gebiet O-1) 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 Gebiets 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 O-1 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 Gebiets O-1 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 O-1 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 Steinfelder mit den ausgeprägten Miesmuschelbänken, die im Südosten mit ihren für die Region sehr hohen Zahlen benthischer Arten vom Adlergrund in das Gebiet O-1 hineinstreichen. Es wurden hauptsächlich Miesmuschelbänke, Kies- und Steinbänke sowie anstehender Geschiebemergel identifiziert.

### Fläche O-1.3

Auch das Benthos im Bereich der Fläche O-1.3 kann der *Macoma balthica*-Gemeinschaft zugeordnet werden, ebenfalls mit einer ausgeprägten Dominanz der Arten *Macoma balthica* und *Scoloplos armiger*. In den Untersuchungen des Gebiets O-1 konnten bislang insgesamt 10 gefährdete Rote-Liste-Arten nach RACHOR et al. (2013) nachgewiesen werden, wovon sieben Arten innerhalb der Fläche O-1.3 vorkamen (vgl. Tabelle 8). Von den als gefährdet geltenden Arten trat insbesondere die Islandmuschel *Arctica islandica* häufig bis verbreitet in der Fläche O-1.3 auf. Die Muschel *Astarte borealis* war im Frühjahr 2012 verbreitet.

Innerhalb der Fläche O-1.3 hat das Benthos aufgrund des teilweise stetigen Nachweises von Rote Liste-Arten eine insgesamt mittlere Bedeutung hinsichtlich des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung. Die im östlichen Bereich nachgewiesene Restsedimentfläche mit vereinzelt, durch Makrozoobenthos bewachsenen Steinen, ist als Riff-Verdachtsfläche entsprechend höherwertiger anzusehen.

Die im Bereich der Fläche O-1.3 nachgewiesenen 47 Arten und 16 weiteren supraspezifischen Taxa sind charakteristisch für die in der Ostsee weit verbreitete *Macoma balthica*-Zönose unter salzgehaltsbedingter Artenabnahme. Aufgrund der für diesen Lebensraum typischen Lebensgemeinschaft kommt dem Benthos hinsichtlich des Kriteriums Vielfalt und Eigenart eine mittlere Bedeutung zu.

Im Bereich der Fläche O-1.3 konnte keine hohe Belastung der Benthosgemeinschaft nachgewiesen werden. Insgesamt ist somit die Natürlichkeit der Benthosgemeinschaft in diesem Bereich mit mittel zu bewerten.

In der Gesamtbewertung kommt nach derzeitigem Kenntnisstand der benthischen Lebensgemeinschaft im Bereich der Fläche O-1.3 insgesamt eine mittlere Bedeutung zu.

### Gebiet O-2

Zur Bewertung des Benthos in Gebiet O-2 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 Nachkommenszahlen und kurze Lebenszyklen auszeichnen. Dieses sind entscheidende Eigenschaften, um bei den stark variablen Umweltfaktoren des Lebensraums zu bestehen.

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

Insgesamt weist das Gebiet O-2 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.

### **Gebiet O-3**

Für die Beschreibung des Gebiets O-3 wird auf die Ergebnisse der vorbereitenden Untersuchungen zur Ausweisung des besonderen Eingangsgebietes „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 regelmäßig 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 Gebiets O-3 zwischen 2002 und 2014 10 gefährdete Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) nachgewiesen (vgl. Tabelle 8).

Die Benthoslebensgemeinschaft im Gebiet O-3 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 Gebiets, 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 des mit den ausgeprägten Miesmuschelbänken.

### **Anbindungstrasse der Gebiete O-1 und O-2**

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 O-1 wurden insgesamt 61 Arten nachgewiesen.

Die im Trassenverlauf außerhalb von Gebiet O-1 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*, *Diastylis 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 O-1 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 / Quer-Verbindung“ 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 Bestandssituation 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 Riesennassel *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. Inner-

halb der im Gebiet vorkommenden Steinfelder ist mit dem Vorkommen typischer Riffarten bzw. Riffgemeinschaften zu rechnen. Somit ist die Benthosgemeinschaft vor allem im Bereich des Gebiets O-1 als „regional bedeutsam“ einzustufen.

## 2.7 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.

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 Tageslängengesteuerten Phytoplanktonentwicklung. Durch diesen „Mismatch“ (CUSHING 1990, BEAUGRAND



et al. 2003) 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 jedoch 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.

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 (WWW.FISHBASE.ORG). 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 (DICKY-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).

Anhand der Ernährungsweise, der Reproduktion oder der Habitatnutzung können die Fische funktionellen Gilden zugeordnet werden, die es anders als die taxonomische Einordnung erleichtern, die Funktionen der Fische im Ökosystem zu beschreiben (ELLIOTT et al. 2007). Dieses Konzept ist für ästuarine Fischarten gut beschrieben (ELLIOTT et al. 2007, FRANCO et al. 2008, POTTER et al. 2015), für Meeresfische wird es hingegen bislang kaum angewendet.

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. Während 95% der schwedischen Flotte Offshore operiert, machen kleinere Schiffe in der Küstenfischerei 80% der deutschen Ostseeflotte aus (ICES 2017a). Die Hauptzielarten Dorsch *Gadus morhua*, Hering und Sprotte *Sprattus sprattus* machen ca. 95% des Gesamtfanges aus. Andere Fischarten mit geringerer wirtschaftlicher Bedeutung sind Lachs *Salmo salar*, Scholle *Pleuronectes platessa*, Kliesche *Limanda limanda*, Glatt- und Steinbutt *Scophthalmus rhombus* und *S. maximus*, Flunder *Platichthys flesus*, Zander *Sander lucioperca*, Hecht *Esox lucius*, Flussbarsch *Perca fluviatilis*, Kleine Märanne *Coregonus maraena*, verschiedene Weißfische, Aal *Anguilla anguilla* und Meerforelle *Salmo trutta*. Die pelagische Fischerei auf Heringe und Sprotten ist die am weitesten verbreitete Fischereiform in der Ostsee und verzeichnet die mit Abstand größten Anlandungen. Die Grundnetzfisherei zielt auf Dorsch und Plattfische und konzentriert sich im Süden und Westen. Eine lange unterschätzte Rolle spielen auch die Freizeitfischer in der Ostsee, die in Deutschland über die Hälfte der jährlich entnommenen Fischbiomasse anlanden (HYDER et al. 2017).

### 2.7.1 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 Planquadrate betrachtet, die die deutsche AWZ der Ostsee abdecken. Dies sind die Standard-Rundfischgebiete 22 und 24, wobei die Windparkgebiete O-1, O-2 und O-3 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.

### 2.7.2 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 (lokal) 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 Schadstoffeinträgen 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) nutzen oder gar als Rückzugsraum, aus dem die Fischerei bislang ausgeschlossen ist (Offshore-Windparks) (EEA 2015).

### 2.7.2.1 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 Fischartendatenbank Fishbase ([WWW.FISHBASE.ORG](http://www.fishbase.org)) 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 Meeressfischarten, 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 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 Phäno-

menen. 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 Besatzmaßnahmen zumeist 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).

Die aktuelle Rote Liste (THIEL et al. 2013) beschränkt sich bei ihrer Gefährdungsbewertung auf die etablierten Arten, da viele Meerestarten und die Neunaugen im Verlaufe ihrer Entwicklung ausgeprägte Wanderungen zwischen mitunter weit voneinander entfernten Fress-, Laich- und Aufwuchsgebieten durchführen. Als etabliert gilt eine Art daher nicht nur, wenn sie sich im Bewertungsgebiet regelmäßig fortpflanzt, sondern auch, wenn mindestens eines ihrer Entwicklungsstadien (juvenil, subadult, adult) im Gebiet einen Teillebensraum regelmäßig aufsucht oder sie nur als regelmäßiger Wandergast hier auftritt (THIEL et al. 2013). Insgesamt sind im Bewertungsgebiet Ostsee 90 nach diesen Kriterien etablierte Arten anzutreffen. Davon sind 47 Arten (52,8 %) selten bis extrem selten, 40 Arten (45 %) mäßig häufig bis sehr häufig anzutreffen. Zu den sehr häufigen Fischen gehören die marinen Fischar-

ten Hering, Sprotte, Dorsch, Kleiner Sandaal *Ammodytes marinus* und Großer gefleckter Sandaal *Hyperoplus lanceolatus*, Sand- und Strandgrundel *Pomatoschistus minutus* und *P. microps*, die Plattfische Kliesche und Flunder sowie der Dreistachelige Stichling *Gasterosteus aculeatus*, der sowohl marin als auch im Süßwasser vorkommt. Dem Ostseehering wird der Status einer Unterart (*Clupea harengus membras*) zugesprochen, und auch der Ostseedorsch (=Kabeljau) steht taxonomisch als Unterart (*Gadus morhua calaris*). Die gegenüber der Nordsee abweichenden Umweltbedingungen in der Ostsee äußern sich u. a. in veränderten Wachstumscharakteristika und Körperproportionen der hiesigen Formen. In der östlichen Ostsee bleibt der Hering z. B. deutlich kleiner und wird bei geringerer Körpergröße geschlechtsreif. Zu den sehr häufigen Arten gehören ferner Stinte, Flussbarsch und Zander. Häufig anzutreffen sind Lachs und Meerforelle, die Süßwasserfische Aland *Leuciscus idus*, Blei *Abramis brama* und Güster *Blicca bjoerkna* sowie die marinen Arten Wittling *Merlangius merlangus*, Hornhecht *Belone belone*, Seehase *Cyclopterus lumpus* und Scholle. Das Vorkommen der vielen karpfenartigen Arten (Cypriinidae) beschränkt sich auf die Ostseerandgewässer wie das Oderästuar. Lachse, die im Anhang II der FFH-RL als Tierart von gemeinschaftlichem Interesse aufgeführt ist, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen, Meerforellen und Ostseeschnäpel werden durch fischereiliche Fördermaßnahmen gestützt. Durch umfangreiche Fördermaßnahmen scheint sich der Bestand der letztgenannten Art in den vergangenen Jahren deutlich vergrößert zu haben.

Meerneunauge *Petromyzon marinus* und Flussneunauge, beides anadrome Wanderer, sind selten bis regelmäßig in den deutschen Ostseegebieten anzutreffen. Zu den sehr seltenen Fischen zählen alle Haie und Rochen, bei denen es sich ausnahmslos um Irrläufer handelt, nachgewiesen lediglich am Übergang zwi-



schen Kattegatt und der Belte- und Sundsee. Die heringsverwandten anadromen Wanderfische Finte und Alse (*Alosa alosa*), beide wie der Lachs in Anhang II der FFH-RL genannt, werden in der Ostsee selten bzw. sehr selten beobachtet. Seit 1990 gelangen nur zwei Einzelnachweise der Alse in deutschen Ostseegewässern (THIEL & WINKLER 2007), und auch historische Nachweise der Alse sind äußerst selten, räumlich und zeitlich sehr variabel und nicht immer eindeutig (WINKLER et al. 2002). Die der Alse eng verwandte Finte ist in der südlichen Ostsee hingegen nach wie vor etabliert (THIEL & WINKLER 2007). Nachdem zwischen 1960 und 1989 kaum Nachweise gelangen (WINKLER 1991), nahmen die Beobachtungen seit Mitte der 1990er in der südlichen Ostsee wieder zu, mehrheitlich in den Gebieten nordöstlich von Rügen, aus der Pommerschen Bucht und aus dem Oderästuar. Diese Entwicklung entspricht der in Polen (REPEČKA 2003), Litauen (SKÓRA 2003) und Russland (MAKSIMOV 2004). Als ursächlich für den Rückgang der Fintenbestände in der südlichen Ostsee gelten die zunehmende Wasserverschmutzung in den Küstengewässern, die Errichtung von Wanderhindernissen angesehen (z. B. REPEČKA 1999) und möglicherweise klimatische Faktoren (z. B. THIEL et al. 2007).

### **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 Fischge-

meinschaft sind Dorsch, Flunder und Scholle. Neben den genannten, kommerziell genutzten Arten sind verschiedene Kleinfischarten (z. B. Grundeln) wichtige Glieder innerhalb der Fischgemeinschaften der Ostsee. Dazu gehört auch die Schwarzmundgrundel *Neogobius melanostomus*, eine der am weitest verbreiteten invasiven Fischarten weltweit. 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 et al. 2006). In Deutschland stammt der Erstnachweis aus dem Jahr 1998 (WINKLER 2006). 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). 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.

### **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 Ge-



biete 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. wie 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, Boden- und Haffgewässer (THIEL et al. 1996).

Der Salzgehalt beeinflusst die Artenzusammensetzung der Fischfauna maßgeblich. Somit lässt sich die AWZ in eine westliche und östliche Naturraumeinheit gliedern, deren Grenze durch die Darßer Schwelle repräsentiert ist. Während der Kenntnisstand über die Fischbestände der gesamten AWZ mit Ausnahme der wichtigsten kommerziell genutzten Fischarten gering ist, ist die Datenlage für die östliche

AWZ umfangreicher. Zusätzlich zu den Untersuchungen von EHRICH et al. (2006) und KLOPPMANN et al. (2003) liegen weitere Untersuchungen von THIEL & WINKLER (2007) aus den früheren FFH-Gebieten vor sowie aktuelle Umweltverträglichkeitsstudien (UVS) für die in der AWZ geplanten Windparks. In diesen Untersuchungen für die Offshore-Windparkvorhaben „EnBW Baltic 2“, „Arkona-Becken Südost“, „Wikinger“, „Baltic Eagle“ und „Ostseeschatz“ wurden insgesamt 43 Fischarten nachgewiesen, die meisten davon im Bereich Kriegers Flak. EHRICH et al. (2006) und KLOPPMANN et al. (2003) fanden zwischen 1990 und 2001 in der Arkonasee insgesamt 42 Fischarten, darunter 12 Arten, die im Rahmen der UVS nicht gefangen wurden. Zusätzlich zu den in den UVS nachgewiesenen Arten wurden Große Maräne *Coregonus lavaretus*, Groppe *Cottus gobio*, Grauer Knurrhahn *Eutrigla gurnardus*, Flussneunauge, Seehecht *Merluccius merluccius*, Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*, Flussbarsch, Pollack, Plötze *Rutilus rutilus*, Lachs, Meerforelle und der Seestichling *Spinachia spinachia* nachgewiesen (EHRICH et al. 2006, KLOPPMANN et al. 2003). Überdies wiesen THIEL & WINKLER (2007) im Rahmen des F & E-Vorhabens „Erfassung von FFH-Anhang II-Fischarten in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (ANFIOS) Schnäpel *Coregonus maraena*, Seebull *Taurulus bubalis*, Klippenbarsch *Ctenolabrus ruperstris*, Kaulbarsch *Gymnocephalus cernuus*, Quappe *Lota lota*, Schwarzmundgrundel, Strandgrundel und Neunstacheligen Stichling *Pungitius pungitius* nach. MIESKE (2003, 2006) berichtet vom Fang Großer ungefleckter Sandaale *Hyperoplus immaculatus*, womit in der jüngeren Vergangenheit 64 Arten in der Ostsee belegt sind.

### 2.7.2.2 Rote-Liste-Arten in der deutschen AWZ

Für die 89 in der Ostsee etablierten Fisch- und Neunaugenarten wurden im Rahmen der Roten Liste die Gefährdung beurteilt, und zwar an-

hand der aktuellen Bestandssituation sowie dem langfristigen und kurzfristigen Bestandstrend (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).

### 2.7.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Fische

Der 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 **Gebiet 1, 2 und 3** befinden, wurden während der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und im Rahmen des Fischmonitorings zur Bestandseinschätzung in 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 vorkommenden Arten wurde eine Gefährdung unbekanntes 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 **Gebiet 1** 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 unbekanntes 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 **Gebiet 2** 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 **Gebiet 3** 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 ungeflechten Sandaal gestatten die vorliegenden Daten keine Bewertung (D, 2 Ar-

ten 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 Bewertung des Bundesfachplans Offshore 2016/2017 (BSH 2017) insgesamt beibehalten, dass die Fischfauna der betrachteten Gebiete hinsichtlich des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung als durchschnittlich anzusehen ist.

#### *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 (WWW.FISHBASE.ORG) 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 „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 (Abbildung 21). 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 (Abbildung 21).

Gebiets-übergreifend wurden alle für die Ostsee typischen demersalen Platt- und Rundfischarten nachgewiesen. Alle Plattfischarten (Doggerscharbe *Hippoglossoides platessoides*, Kliesche, Flunder, Scholle, Steinbutt, Glattbutt und Seezunge) waren in allen betrachteten Gebieten vertreten (Abbildung 21).

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 (Abbildung 21).

Von den 45 Arten, die in der deutschen AWZ während des Betrachtungszeitraums nachgewiesen wurde, kamen 37 Arten in allen Gebie-

ten vor, eine Art (Sandgrundel) wurde in zwei Gebieten gefunden, und 7 Arten wurden in jeweils einem Gebiet nachgewiesen (Abbildung 21). 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 (Abbildung 21). 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 (Abbildung 21).

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 Übereinstimmung mit der Bewertung des Bundesfachplans Offshore 2016/2017 (BSH 2017) 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.



Artname	Deutscher Trivialname	OS1	OS2	OS3
Agonus cataphractus	Steinpicker			
Ammodytes tobianus	Tobiasfisch			
Anguilla anguilla	Europäischer Aal			
Aphia minuta	Glasgrundel			
Clupea harengus	Hering			
Cyclopterus lumpus	Seehase			
Enchelyopus cimbrius	Vierbärtelige Seequappe			
Engraulis encrasicolus	Sardelle			
Eutrigla gurnardus	Grauer Knurrhahn			
Gadus morhua	Kabeljau			
Gasterosteus aculeatus	Dreistachliger Stichling			
Gobius niger	Schwarzgrundel			
Hippoglossoides platessoides	Doggerscharbe			
Hyperoplus immaculatus	Ungefleckter großer Sandaal			
Hyperoplus lanceolatus	Gefleckter großer Sandaal			
Limanda limanda	Kliesche			
Liparis liparis	Großer Scheibenbauch			
Melanogrammus aeglefinus	Schellfisch			
Merlangius merlangus	Wittling			
Merluccius merluccius	Seehecht			
Mullus surmuletus	Streifenbarbe			
Myoxocephalus scorpius	Seeskorpion			
Neogobius melanostomus	Schwarzmundgrundel			
Osmerus eperlanus	Stint			
Perca fluviatilis	Flussbarsch			
Platichthys flesus	Flunder			
Pleuronectes platessa	Scholle			
Pollachius pollachius	Pollack			
Pollachius virens	Seelachs			
Pomatoschistus minutus	Sandgrundel			
Sander lucioperca	Zander			
Scomber scombrus	Makrele			
Scophthalmus maximus	Steinbutt			
Scophthalmus rhombus	Glattbutt			
Solea solea	Seezunge			
Spinachia spinachia	Seestichling			
Sprattus sprattus	Sprotte			
Syngnathus rostellatus	Kleine Seenadel			
Syngnathus typhle	Grasnadel			
Taurulus bubalis	Seebull			
Trachinus draco	Großes Petermännchen			
Trachurus trachurus	Holzmakrele (=Stöcker)			
Trisopterus esmarkii	Stintdorsch			
Trisopterus minutus	Franzosendorsch			
Zoarces viviparus	Aalmutter			
Anzahl Arten		38	42	40

Abbildung 21: 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).

### Natürlichkeit

Die Natürlichkeit 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 Natürlichkeit 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 Natürlichkeit 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 Habitats durch grundberührende Netze und die Entnahme von Zielarten und Beifangarten. Letztere umfassen oft geschützte, gefährdete oder bedrohte Arten, darunter nicht nur Fische, 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 Beständen, die mit zu hoher Fischereiin-

tensität bewirtschaftet werden, überwiegt die Anteile nachhaltig gefangener und nicht bewerteter Bestände mit großem Abstand (>90%, Abbildung 22). 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 (Abbildung 22).

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 22). Während pelagische Schleppnetze und passive Fanggeräte die vorherrschenden Fischereimethoden in der Ostsee sind, konzentriert sich die grundberührende Schleppnetzerei in der südlichen Ostsee und damit auch die Störung des Meeresbodens. In der Stellnetzerei können mitunter hohe Beifangraten von tauchenden Seevögeln (Alken und Meeressäuger) und seltener auch Schweinswalen auftreten.

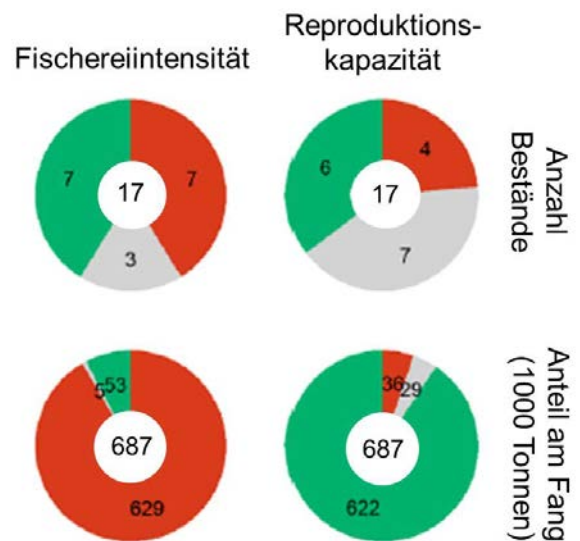


Abbildung 22: Zusammenfassung des Status der Fischbestände in der Ostsee 2017. Links: Die Fischereiintensität gibt die Anzahl der Bestände (oben) und den Biomasseanteil am Fang (unten; in 1000 Tonnen) an, der unterhalb (grün) oder oberhalb des Referenzwertes (fischereiliche Intensität für den nachhaltigen 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).

In der Zusammenschau der fischereilichen Kennzahlen (ICES 2017a), der Ökosystemeffekte der grundberührenden Fischerei (WATLING & NORSE 1998, HIDDINK et al. 2006) und der Stellnetzerei, wird die Natürlichkeit der Fischfauna wie im Bundesfachplan Offshore 2016/2017 (BSH 2017) als durchschnittlich eingestuft.

### 2.7.3.1 Bedeutung der Gebiete und Flächen für Fische

Das übergeordnete Kriterium für die Bedeutung der Gebiete und Flächen für Fische ist der Bezug zum Lebenszyklus, innerhalb dessen verschiedene Stationen mit stadienspezifischen Habitatansprüchen durch mehr oder weniger weiten Wanderungen dazwischen verbunden sind. In keinem der genutzten Datensätze wurden Informationen zum Reproduktionsstatus erhoben, sodass die Bedeutung der Gebiete und Flächen 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 Gebiete 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 (Abb. 21), 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 Ästuare, 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. 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.

## 2.8 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.

### 2.8.1 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>36</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>37</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>38</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.

<sup>36</sup> Small Cetacean Abundance in the North Sea and Adjacent Waters

<sup>37</sup> Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich (vom BMU gefördertes Projekt)

<sup>38</sup> Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise

## 2.8.2 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.

### 2.8.2.1 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 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 For-



schungsvorhabens 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 bis 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 vom 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).

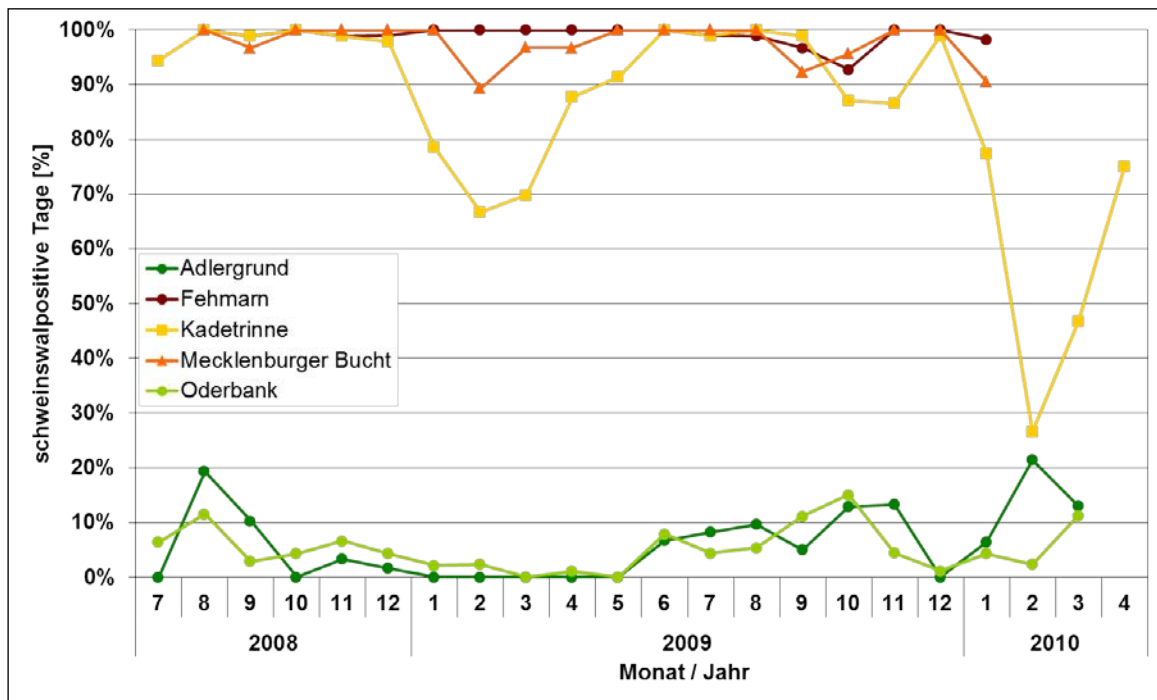


Abbildung 23: Prozentualer Anteil der Schweinswalpositive Tage an der Gesamtzahl aller Aufnahmetage für die Untersuchungsgebiete Fehmarn (3 Stationen), Mecklenburger Bucht (1 Station), Kadetrinne (3 Stationen), Adlergrund (2 Stationen) und Oderbank (3 Stationen). Fehmarn, Kadetrinne und Mecklenburger 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 Frühjahr, 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 Frühjahr 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 Nah-

suche befanden. Im Herbst wurden im westlichen Bereich viele Tiere gesichtet, wenn auch weniger als in 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).

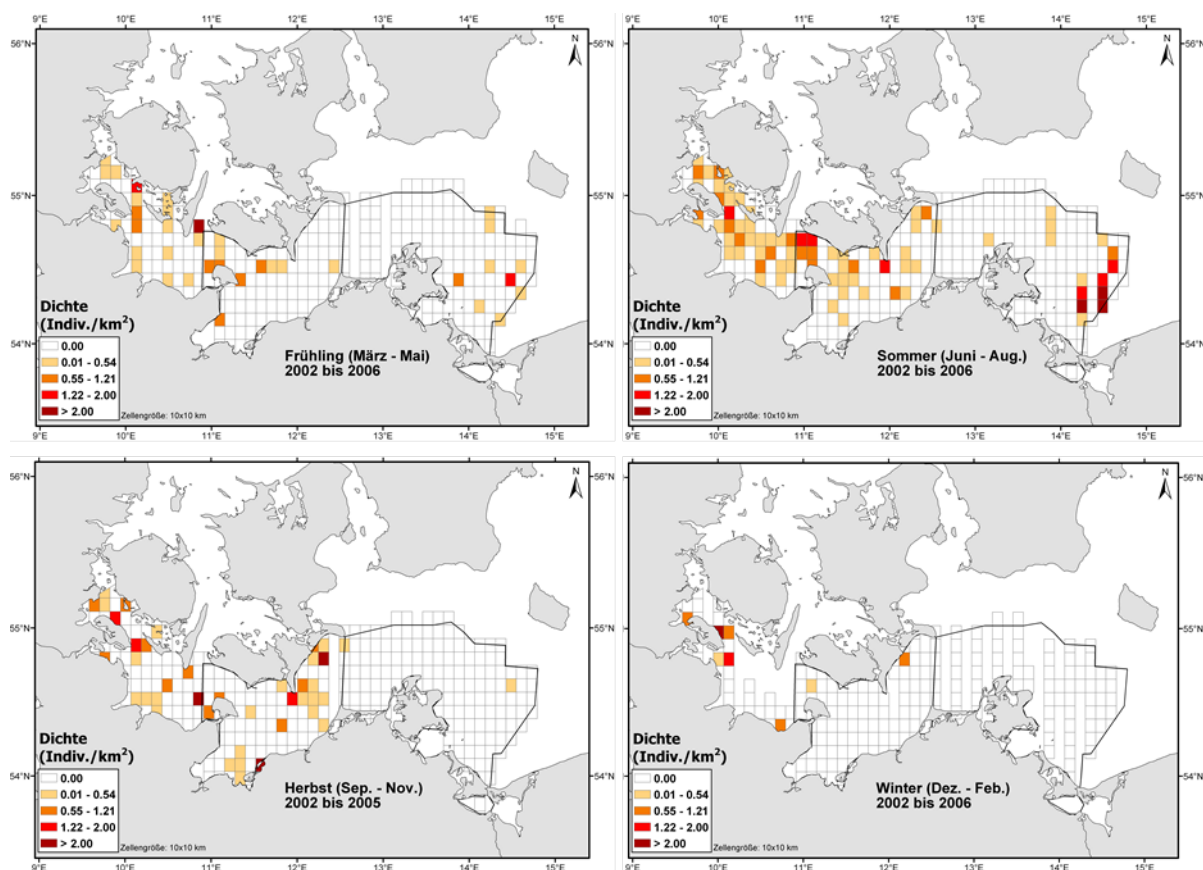


Abbildung 24: Saisonale Verbreitungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006). Die Rasterkarten sind aufwandsbereinigt. Dargestellt ist die mittlere Dichte der Schweinswale pro Rasterzelle (10x10km) im a) Frühling (März-Mai), b) Sommer (Juni-August), c) Herbst (September-November) und d) Winter (Dezember-Februar, Quelle: GILLES et al. 2007, S.126f.).

### Vorkommen in Naturschutzgebieten

Auf Grundlage der Ergebnisse der MINOS- und EMSON<sup>39</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, Westli-

che 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>39</sup> Erfassung von Meeressäugern 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 Kadettrinne wurden regelmäßig Echoortungslaute aufgezeichnet (VERFUSS et al. 2004). Die Kadettrinne 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 „Kadettrinne“ (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 O-1 und O-2

Die Gebiete O-1 und O-2 werden, basierend auf die 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 Flächen der Gebiete O-1 und O-2 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 Gebiet O-3

Das Gebiet O-3 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 O-3, 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 Gebiets als Aufzuchtgebiet ist nach aktuellem 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 O-3 können durch den Bau der Umspannwerke, insbesondere durch Lärmimmissionen während der Installation der Fundamente verursacht

werden, wenn keine Vermeidungs- oder Minimierungsmaßnahmen getroffen werden.

### 2.8.2.2 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 Wismarbuscht (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 Nahrungshabitate 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 der 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 Måklappen 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). Potenzielle 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 zurückführen, 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 Wismarbuscht (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.

### 2.8.3 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).

### **2.8.3.1 Bedeutung der Gebiete und Flächen 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 in Sommer vorhanden und nimmt in 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 die Oderbank deutet eher auf eine temporäre Einwanderung als auf eine regelmäßige Nutzung des Gebiets hin (BENKE et al. 2014). Es ist jedoch vorstellbar, dass sich 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 hat gezeigt, dass in der Ostsee kommen drei Populationen des Schweinswals vor: a) die Nordsee-Population in Skagerrak, b) die Belt-See Population in der westlichen Ostsee –Kattegat, Beltsee, Sound - 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 O-1 und O-2**

Die Gebiete O-1 und O-2 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 O-1 und O-2 werden, basierend auf den 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 O-1 und O-2 ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des Schweinwals. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass gerade in den Wintermonaten Individuen der stark gefährdeten Schweinwalspopulation 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 O-1 und O-2 im Rahmen von verschiedenen Forschungsvorhaben, wie u.a. MINOS sowie aus dem akustischen Monitoring des Schweinwals 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 Schweinwale der Beltseepopulation vorkommen. Dabei sind die Anwesenheitsraten des Schweinwals westlich der Darßer Schwelle wesentlich höher als östlich davon (Gallus A., K. Krügel und H. Benke, 2015. Akustisches Monitoring von Schweinwalen 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 Schweinwals 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. In Sommer zeichnet sich dagegen eine klar definierte Grenze östlich von Bornholm ab (SAMBAH 2015).

Aktuelle Erkenntnisse für die Gebiete O-1 und O-2 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 Säuger 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 Schweinwals 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 von Schiff aus ein Schweinwal gesichtet. Bei insgesamt vier flugzeuggestützte Untersuchungen mittels digitaler Erfassung haben wurden keine Meeressäuger festgestellt.

Weitere aktuelle Erkenntnisse zum Vorkommen mariner Säugetiere in den Gebieten O-1 und O-2 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 videogestützte Erfassungen vom Flugzeug aus in das 2.620 km<sup>2</sup> großem Untersuchungsgebiet insgesamt 8 Schweinwale, zwei Seehunde und eine unbestimmte

Robbe gesichtet. Bei 12 schiffsgestützte 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 akustischen 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 Tage waren Schweinswale in das 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 Gebiets 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 Gebiets durch Schweinswale weist dabei eine stark ausgeprägte interannuelle Variabilität. In 2013 wurde mit einer Anwesenheitsrate an 40 % der Tage eines Monats (PPT/Monat) das höchste Vorkommen festgestellt. In 2011 dagegen mit einer maximalen Anwesenheit von bis zu 25% der Tage eines Monats (PPT/Monat) fiel die Nutzung des Gebiets durch Schweinswale geringer aus.

Es gibt zudem ausgeprägte saisonale Muster in der Nutzung des Gebiets 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 Gebiets entlang der Hängen des Arkona Beckens festgestellt.

Sehr geringe Anwesenheitsraten wurden dagegen im südlichen Bereich des Gebiets in flacheren Bereichen der Pommerschen Bucht. 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 O-1 und O-2 wird von Schweinswalen zwar regelmäßig aber in sehr geringem Umfang genutzt.
- Das Vorkommen des Schweinswals in der Umgebung der Gebiete O-1 und O-2 ist gering im Vergleich zum Vorkommen westlich der Darßer Schwelle.
- Eine Nutzung des Gebiets 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 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 O-1 und O-2 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 Gebiets O-3***

Das Gebiet O-3 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 O-3 ist gering im Vergleich zum Vorkommen in der Kadetrinne.
- Eine Nutzung des Gebiets 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 Verbreitungsgebiets der jeweiligen Art und hat eine geringe Bedeutung.

### **2.8.3.2 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 wild lebender 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 Tieren 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.

### 2.8.3.3 Gefährdungen

Gefährdungen für den Bestand der Schweinswale in der Ostsee gehen von einer Vielzahl anthropogener Aktivitäten, von Veränderungen des marinen Ökosystems und zudem von Klimaänderungen aus. 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.

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 Nebenerwerbsfisherei, 36 in der Berufsfisherei) aus (RUBSCH & KOCK 2004).

Für den Bereich östlich der Darßer Schwelle werden 25 Beifänge (1 Nebenerwerb, 24 Berufsfisherei) 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 Schalausbreitung 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.

## 2.9 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.

### 2.9.1 Datenlage

Um Rückschlüsse über saisonale Verteilungsmuster und die Nutzung verschiedener Teilgebiete ziehen zu können, ist eine gute Datenba-

sis 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 Meerestenten, 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 Wasservögel im Jahresverlauf und schwerpunktmäßig für den Offshore-Bereich. Das vom Bundesamt für Natur-

schutz in den vergangenen Jahren in Auftrag gegebene Seevogel-Monitoring der Natura 2000-Gebiete trägt darüber hinaus weitere wesentliche Informationen zu Rastbeständen und Überwinterung bestimmter Arten in der Ostsee bei (MARKONES & GARTHE 2011, MARKONES et al. 2013, MARKONES et al. 2014, MARKONES et al. 2015).

### 2.9.2 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 Bedin-

gungen 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.

#### 2.9.2.1 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 10 beinhaltet Bestandsschätzungen für die wichtigsten Seevogelarten in der AWZ bzw. in der gesamten deutschen Ostsee im Winter.

Tabelle 10: Mitwinterbestände 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

Deutscher Name ( <i>wissenschaftlicher Name</i> )	Bestand dt. Ostsee	Bestand dt. AWZ
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
Sternaucher ( <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
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

### 2.9.2.2 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, Lappentaucher 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 26 und Abbildung 27) (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 zumeist 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. Neuere Studien im Rahmen des BfN-Seevogelmonitorings in der deutschen Ostsee bestätigen diese Verteilung (MARKONES et al. 2014).



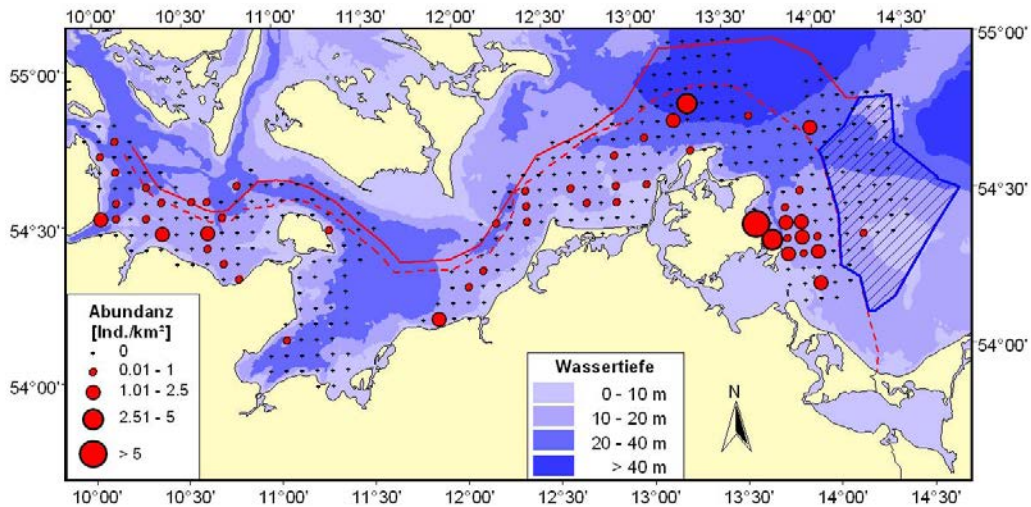


Abbildung 25: Verteilung von Seetauchern (*Gavia stellata*/*G. arctica*) in der gesamten deutschen Ostsee im Januar/Februar 2009 (flugzeugbasierte Erfassung; MARKONES & GARTHE 2009).

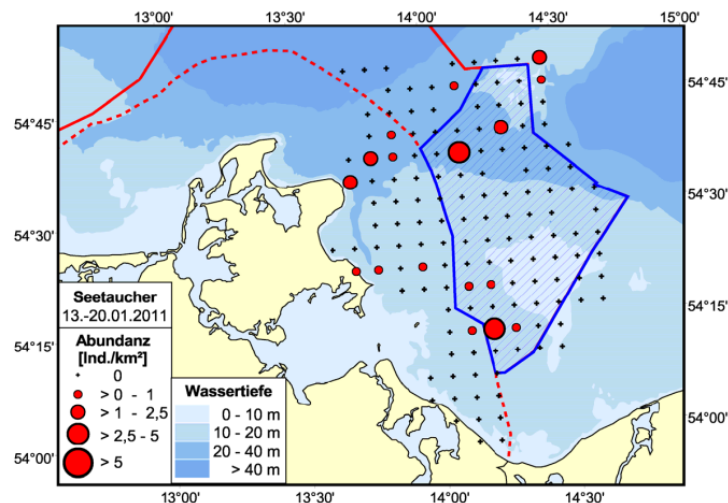


Abbildung 26: Vorkommen von Seetauchern (*Gavia stellata*/ *G. arctica*) in der deutschen Ostsee während einer schiffsgestützten Erfassung vom 13.- 20. Januar 2011 (MARKONES & GARTHE 2011).

### 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 (siehe Abbildung 28) (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 Adler-

grund und der Oderbank (MARKONES et al. 2014, BIOCONSULT SH & Co.KG 2016).

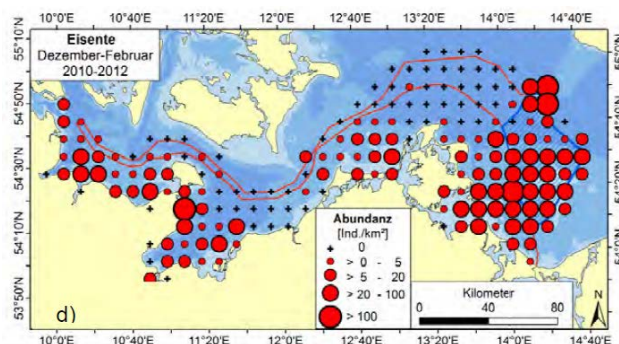


Abbildung 27: Mittleres Wintervorkommen von Eisenten (*Clangula hyemalis*) in der deutschen Ostsee in den Jahren 2010 – 2012 (Flug- und schiffsbasierte Erfassungen, MARKONES et al. 2015).

### 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).

### Trauererente (*Melanitta nigra*)

In der Pommerschen Bucht liegt auf der Oderbank eines der wichtigsten Trauererententrastgebiete 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 (siehe Abbildung 29). Nach GARTHE et al. (2003, 2004) und SONNTAG et al. (2006) kommen Trauerenten ganzjährig in der deutschen Ostsee vor. Der Pommerschen Bucht kommt eine Schlüsselrolle als Rast- und Mauerhabitat für Trauerenten zu. Im Sommer 2012

wurden an einem einzigen Untersuchungstag rund 2000 Trauerenten während der Mauser im Nordwesten der Oderbank gesichtet (MARKONES et al. 2013).

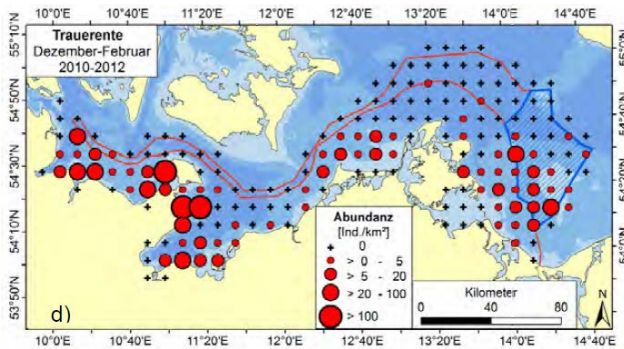


Abbildung 28: Mittleres Wintervorkommen von Trauerenten (*Melanitta nigra*) in der deutschen Ostsee in den Jahren 2010 – 2012 (Flug- und schiffsbasierte Erfassungen, MARKONES et al. 2015).

#### 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 Ver-

breitungsschwerpunkt liegt in den Offshore-Bereichen der Pommerschen Bucht, insbesondere in den tieferen Gewässern zwischen Oderbank und Adlergrund und nordwestlich des Adlergrundes (siehe Abbildung 30) (MENDEL et al. 2006). Nach GARTHE et al. (2003, 2004) kommen Trottellummen nordöstlich von Rügen in geringen bis mittleren Dichten vor.

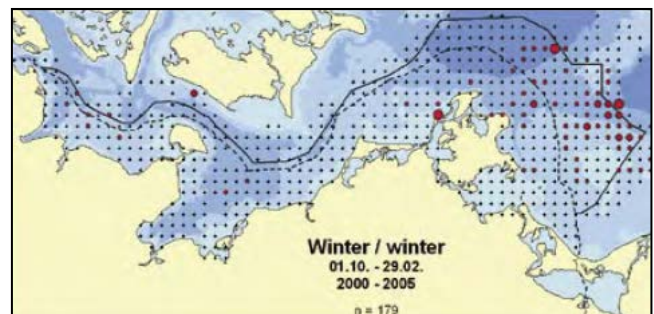


Abbildung 29: Verbreitung der Trottellumme in der deutschen Ostsee (Winter 2000–2005; SONNTAG et al. 2006).

#### 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 Winterrastgebieten 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 31). Trotz relativ geringer Dichten ist dieses Vorkommen nach GARTHE et al. (2003) als international bedeutsam einzustufen (MENDEL et al. 2008).



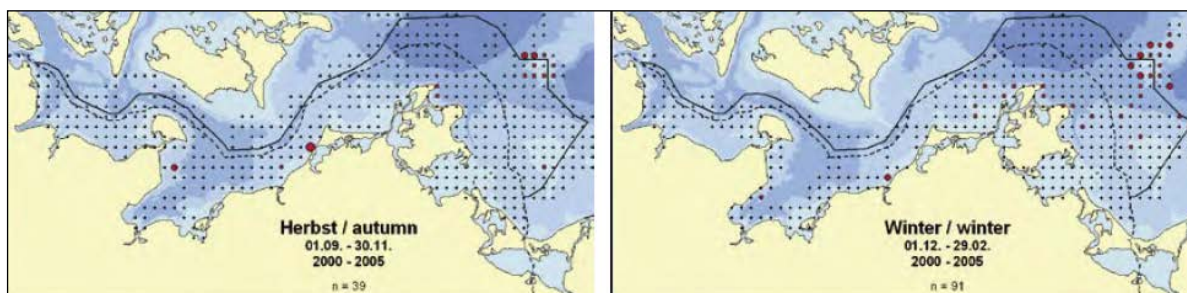


Abbildung 30: Verbreitung der Gryllsteiste in der westlichen Ostsee im Herbst (links) und im Winter 2000 bis 2005 (rechts) aus SONNTAG et al. 2006.

### Rothalstaucher (*Podiceps grisegna*)

Das Hauptvorkommen der Rothalstaucher in der deutschen Ostsee befindet sich in der Pommerschen Bucht (siehe Abbildung 32). 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).

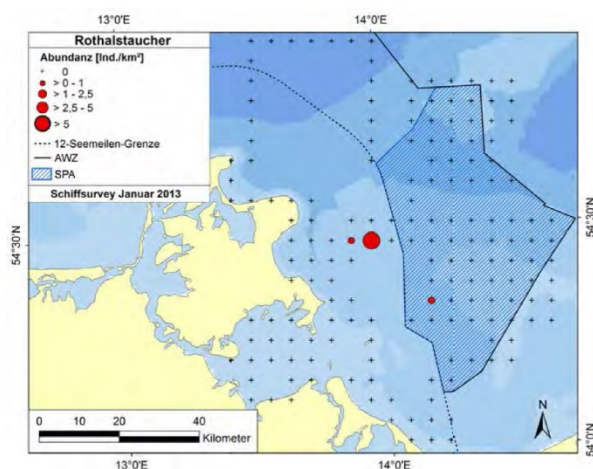


Abbildung 31: Verteilung von Rothalstauchern (*Podiceps grisegna*) in der Pommerschen Bucht, Ostsee, im Januar 2013 (MARKONES et al. 2014).

### 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*)

Die Sturmmöwe kommt 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 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). Natürlicherweise 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).

Die *Heringsmöwe* (*Larus fuscus*) kommt in der Ostsee vereinzelt im Sommerhalbjahr, gelegentlich auch in Zusammenhang mit Fischereiaktivitäten vor (MENDEL et al. 2008).

### 2.9.2.3 Vorkommen von See- und Rastvögeln in den Gebieten

#### **Gebiet O-1**

Die bisherigen Untersuchungen zu den Windparkvorhaben im Gebiet O-1 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 O-1 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 O-1 zeigen ein lediglich geringes Seetauchervorkommen südlich des Gebietes O-1 (BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a). Ohrentaucher wurden bisher nur sehr vereinzelt in diesem Gebiet gesichtet. Zwergmöwen treten im Frühjahr vereinzelt als Durchzügler auf (BIOCONSULT SH & Co.KG 2016).

Sogar während einer ausgeprägten Eisbildung im Küstenmeer und auf der Oderbank im Winter 2010 wurde der eisfreie Bereich des Gebietes O-1 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 Meeresenten im Bereich des Gebietes O-1 nur durchschnittlich vor. In aktuellen Untersuchungen wurden Eisenten östlich und südlich des Gebietes O-1 in hohen bis sehr Dichten gesichtet, im Gebiet selbst waren es hingegen nur wenige Individuen. Samtenten und Trauerten wurden hauptsächlich während der Zugzeiten im Süden des Gebietes O-1 beobachtet (BIOCONSULT SH & Co.KG 2016, BIOCONSULT SH & Co.KG 2017a).

Trottellummen und Tordalken kommen weiträumig im Bereich des Gebietes O-1, 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 O-1 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).

#### **Gebiet O-2**

Im Gebiet O-2 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 O-2 südöstlich von Rügen. Alle bisherigen Erkenntnisse weisen darauf hin, dass in der gesamten Umgebung des Gebietes O-2 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).

### **Gebiet O-3**

Ein Vergleich der Daten für das Gebiet O-3 mit Daten aus der Pommerschen Bucht ergibt für das Gebiet ein unterdurchschnittliches Seevogelvorkommen (GARTHE et al. 2003). Im Gebiet O-3 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 O-3 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 O-3 (IFAÖ 2016, IFAÖ 2017a).

Silber- und Mantelmöwen zählen zu den häufigsten Arten im Gebiet O-3 und seiner Umgebung. Sturmmöwen treten im Winter in Bereichen mit größeren Wassertiefen auf. Tordalke sind in aktuellen Untersuchungen zahlreicher in der Umgebung des Gebietes O-3 beobachtet worden als Trottellummen. Für beide Arten hat dieser Bereich allerdings keine besondere Be-

deutung als Rasthabitat. Gryllteisten werden nur sehr vereinzelt gesichtet (IFAÖ 2016, IFAÖ 2017a).

## **2.9.3 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.

### **2.9.3.1 Bedeutung der Gebiete und Flächen für See- und Rastvögel**

#### **Gebiet O-1**

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine mittlere Bedeutung des Gebietes O-1 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 O-1 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 O-1 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.

### **Gebiet O-2**

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine geringe Bedeutung des Gebietes O-2 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.

### **Gebiet O-3**

Nach der bisherigen Kenntnislage hat das Gebiet O-3 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.

### **2.9.3.2 Schutzstatus**

Die deutsche AWZ der Ostsee beherbergt bedeutende Populationsanteile der Eisente, Trauerente, Samtente und Gryllteiste. Stern- und Prachtttaucher, 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.

Innerhalb der AWZ wurde mit Verordnung vom 22.09.2017 das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ eingerichtet, dessen Bereich IV schon seit 2005 als SPA „Pommersche Bucht“ unter Schutz gestellt war. Das Schutzgebiet beherbergt wesentliche Bestandsanteile wichtiger Rastvogelarten, vor allem der Meeresenten (Eisente, Trauerente, Samtente).

In der nachfolgenden Tabelle 11 sind die aktuellen Zuordnungen in Gefährdungskategorien der europäischen Rote Liste (Europa und EU27) und der HELCOM Roten Liste zusammenfassend dargestellt. Abweichungen in den Kategoriezuordnungen ergeben sich aus unterschiedlichen geographischen Bezugsrahmen.

Tabelle 11: Zuordnung der wichtigsten Rastvogelarten der deutschen AWZ in der Ostsee in die Gefährdungskategorien der europäischen Rote 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 Winterrastpopulation <sup>b)</sup>
Sternaucher	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 erhielten allerdings keinen Gefährdungsstatus. Für die Bestände der Gryllteiste verhält es sich hierbei gegensätzlich.

### 2.9.3.3 Gefährdungen

Die Seevogelgemeinschaft der AWZ der Ostsee ist nicht als natürlich anzusehen. Sie unterliegt einer deutlichen anthropogenen Beeinflussung, vor allem durch die Fischerei und den Schiffsverkehr. Neben anthropogenen Aktivitäten beeinflussen der Klimawandel und die natürliche Variabilität die Seevogelgemeinschaft der südlichen Ostsee. Seevögel sind verschiedenen Gefährdungen ausgesetzt.

- **Fischerei:** Es ist davon auszugehen, dass die Fischerei erheblichen 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, Lapentaucher 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.** Der Schiffsverkehr hat erhebliche Scheuchwirkung auf störempfindliche Arten, z. B. Seetaucher. Schifffahrt schließt zudem ein Risiko von Ölverschmutzung ein. Die rasante Entwicklung der Berufsschifffahrt verursachte eine zunehmende Meidung der Hauptverkehrsrouten der westlichen Ostsee durch Wasservögel (BELLEBAUM et al. 2006). Bezogen auf die deutsche AWZ in der Ostsee bedeutet dies, dass diese westlich des Tiefwasserweges DW 17 von Seevögeln nur wenig genutzt wird. Im Bereich des Fehmarnbelts wurde ebenfalls ein Meideverhalten von Seevögeln aufgrund des Schiffsverkehrs festgestellt (SKOV et al. 1998).
  - **Technische Bauwerke (z. B. Offshore-Windenergieanlagen):** Technische Bauwerke können auf störempfindliche 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 in der Wasserzirkulation, der Planktonverteilung und Zusammensetzung der Fischfauna einher, die den Seevögeln als Nahrungsgrundlage dienen.
- Das Ökosystem der Nord- und Ostsee weist insbesondere seit Ende der 80er Jahre gravierende Veränderungen auf (ALHEIT et al. 2005). Aufgrund der Unsicherheit bzgl. der Effekte des Klimawandels auf die einzelnen Ökosystemkomponenten ist die Prognose von Auswirkungen auf See- und Rastvögel jedoch kaum möglich. Seit den 1990er Jahren beeinflusst die globale Klimaerwärmung das winterliche Rastgeschehen der See- und Rastvögel in der west-

lichen Ostsee: Die Hauptvorkommen verlagern sich ostwärts und regelmäßig auftretender saisonaler Sauerstoffmangel bedingt lokal die dauerhafte Abnahme von Muschelvorkommen (z. B. das alte Oderbett in der westlichen Pommerschen Bucht).

Darüber hinaus gehende Gefährdungen für See- und Rastvögel von Eutrophierung, Schadstoffanreicherung in den marinen Nahrungsketten und im Wasser treibendem Müll, z. B. von Fischereinetzen und Plastikteilen, aus. Auch Epidemien viralen oder bakteriellen Ursprungs stellen für die Bestände von Rast- und Seevögeln eine Gefährdung dar.

## 2.10 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.

### 2.10.1 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 Otten-

by. 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 östlich 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 33). 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 32: 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 Meeressäugern 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.

### 2.10.2 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 fol-

gend. Unterschieden wird hierbei zwischen zwei küstennahen Hauptrouten 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).

### 2.10.2.1 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 11) 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 12: 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
Wasservögel	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 34 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 westöstlich 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.

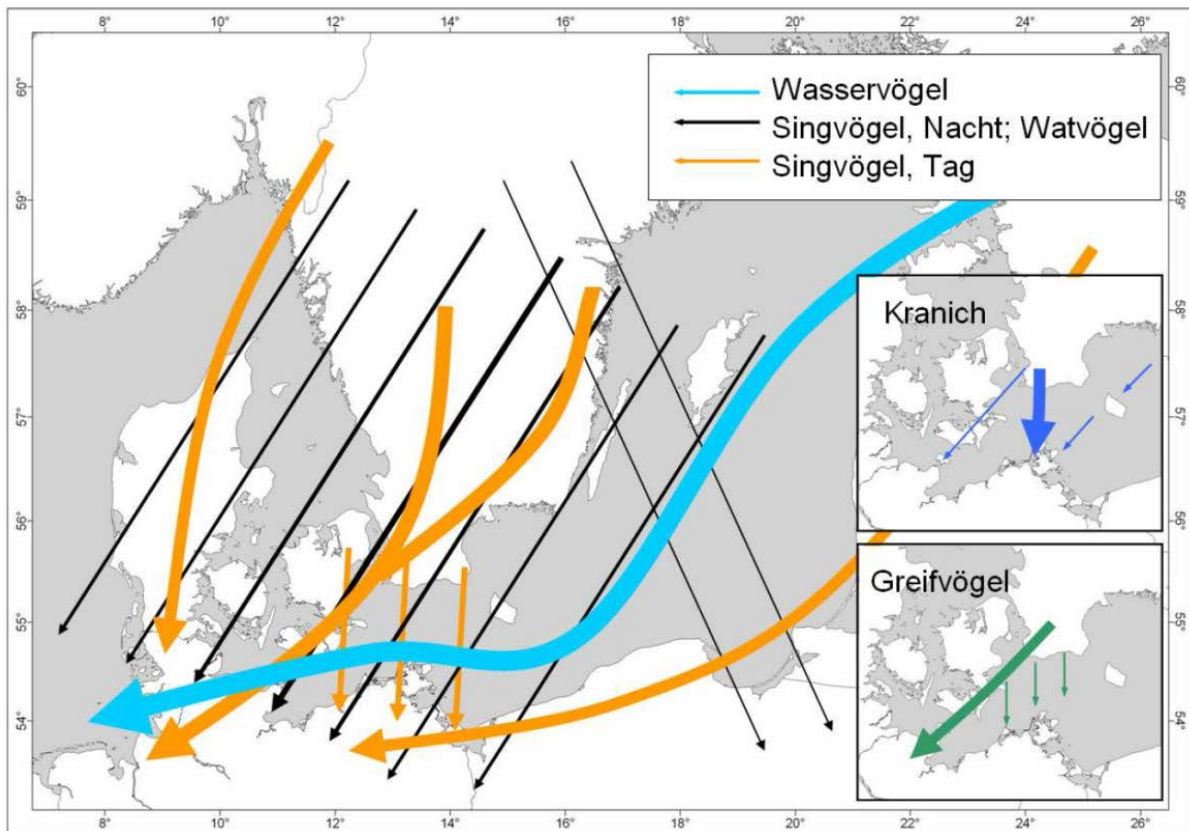


Abbildung 33: Schematische Darstellung der wichtigsten Zugwege im Ostseeraum für den Herbstzug (BELLEBAUM et al. 2008).

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 Meerestenten (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).

#### 2.10.2.2 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, Meerestenten, 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, Meerestenten, Strandläufer, Seetaucher; vgl. Abbildung 34 und Abbildung 35). Diese Vögel orientieren sich oftmals entlang der Küstenlinien. Andere Arten/Populationen, die in skandinavischen Feuchtgebieten brüten und Süßwas-



serbiotope 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 überfliegen die deutsche AWZ überwie-

gend im Bereich Kieler Bucht/ Fehmarnbelt. Ringelgänse zeigen im Frühjahr höhere Flugeschwindigkeiten 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 Höcker-schwan *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 Eiderenten-zuges 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.

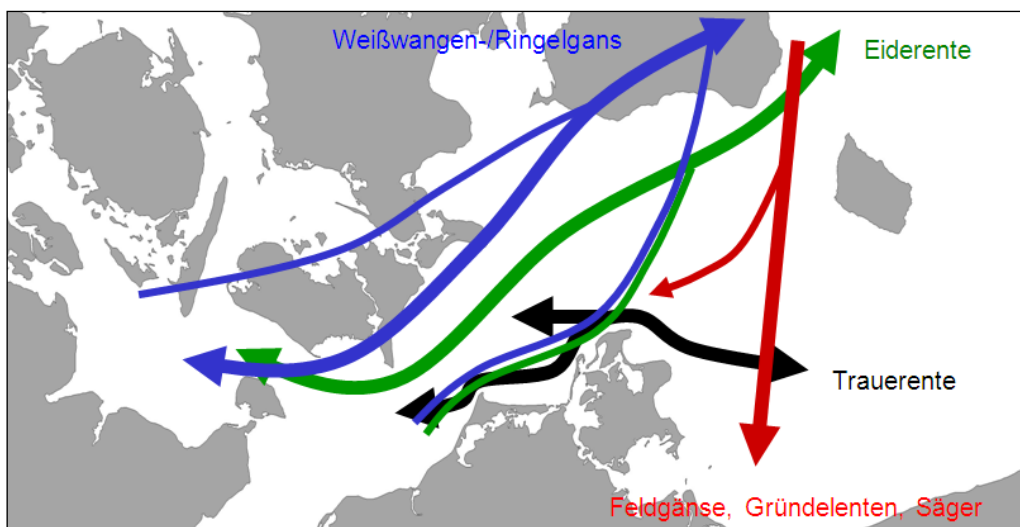


Abbildung 34: Schema ausgewählter Zugwege von Wasservögeln in der westlichen Ostsee (Zusammenstellung IfAÖ nach Literaturquellen und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus BSH 2009).

**Feldgänse, Schwäne, Gründelenten und Sä-  
ger**

Limnische Wasservogelarten mit skandinavischer Brutheimat (Schwäne, Gründel- und Tauchenten, 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 & LYNKS 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 (Thermikseg-  
ler/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 Bodengewässer auf zwei Zugwegen: Von Finnland aus partiell entlang der südlichen Ostseeküste und von Schweden aus durch einen Non-stop-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 36).

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 nutzten 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).

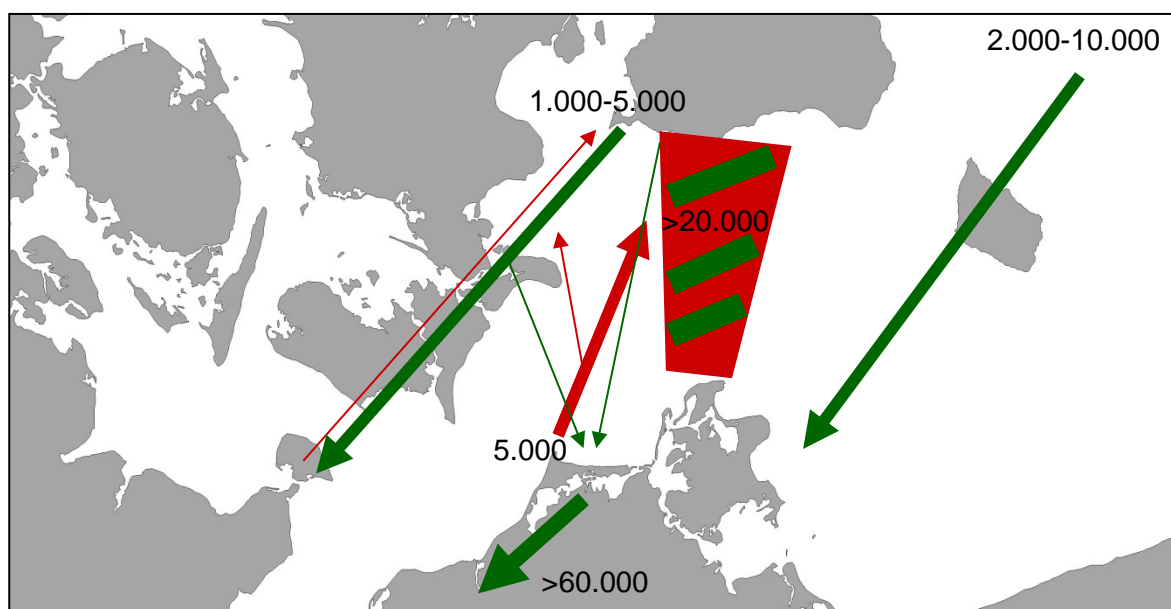


Abbildung 35: Schema der Kranichzugwege in der westlichen Ostsee (rot=Heimzug, grün=Wegzug; Zusammenstellung IfAÖ nach Beobachtungsdaten von Falsterbo, Bornholm und eigenen Beobachtungen in der Arkonasee; aus: BSH 2009).

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  $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  (ALERSTAM 1975). Flughöhen von 200-700 m wurden nach dem Überqueren der Ostsee im Frühjahr über der Südspitze Schwedens ge-

messen (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).

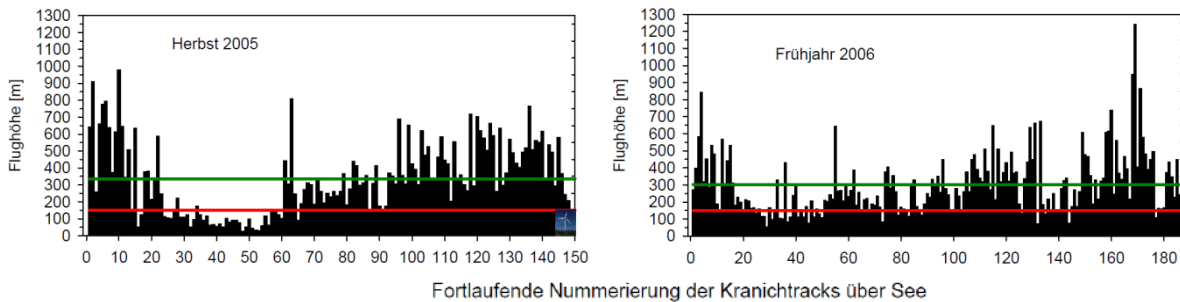


Abbildung 36: Flughöhen von Kranichtruppen über See während des Herbst- und Frühjahrszugs (grüne Linie: mittl. Flughöhe über gesamte Saison; rote Linie: max. Höhe Windräder; BELLEBAUM et al. 2008).

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 37). 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 vornehmlich die offene See zwischen der südschwedischen Küste und

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 Zughöhe 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 12). 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 13: 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 13). 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 14: 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>Wiesenspieper</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).

obachtungen) 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 (*Eritha-*

*cus rubecula*), aber auch Drosseln (Tabelle 15). Nachts können ebenfalls eine Reihe von Vogelarten ziehend beobachtet werden, die auch tagsüber ziehen (Enten, Gänse, Schwäne, Watvögel und Möwen). Oft liegt der Schwer-

punkt 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 15: 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 38). Dabei nahm der relative Anteil kleiner Singvögel (v.a. Rotkehlchen, Laubsänger) im Vergleich zu den großen Singvögeln mit der Höhe zu.

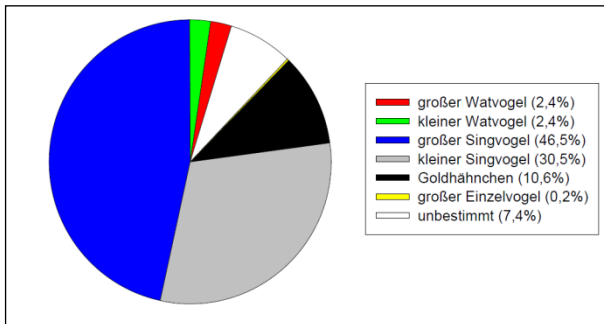


Abbildung 37: Artenzusammensetzung des nächtlichen Vogelzugs auf Rügen im Herbst 2005 (n= 26.612 Echos; aus BELLEBAUM et al. 2008).

Die Hauptzugrichtung von Nachtziehern ist für viele Arten gleich. Im Herbst beträgt sie etwa Süd-Südwest und im Frühjahr Nord-Nordwest (vgl. Abbildung 39). 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.

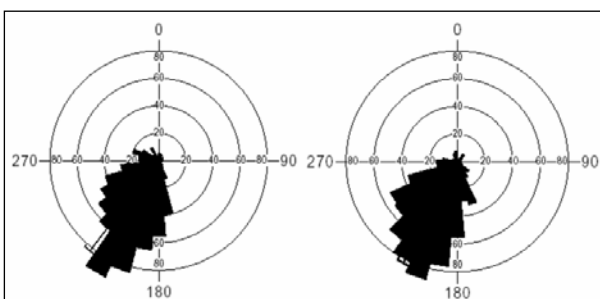


Abbildung 38: Häufigkeit von Zugrichtungen des nächtlichen Vogelzuges (links Flugrichtung, rechts Eigenrichtung/ Heading) auf Basis von Messungen mit dem Zielfolgeradar „Superfledermaus“ im Herbst 2005 auf Rügen (aus BELLEBAUM et al. 2008).

Landvögel queren die Ostsee im gesamten Jahresverlauf. Allerdings gibt es dabei saisonale Unterschiede mit hohen Zugintensitäten von März bis Mai (Heimzug) und im September/Okttober (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 40). 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).

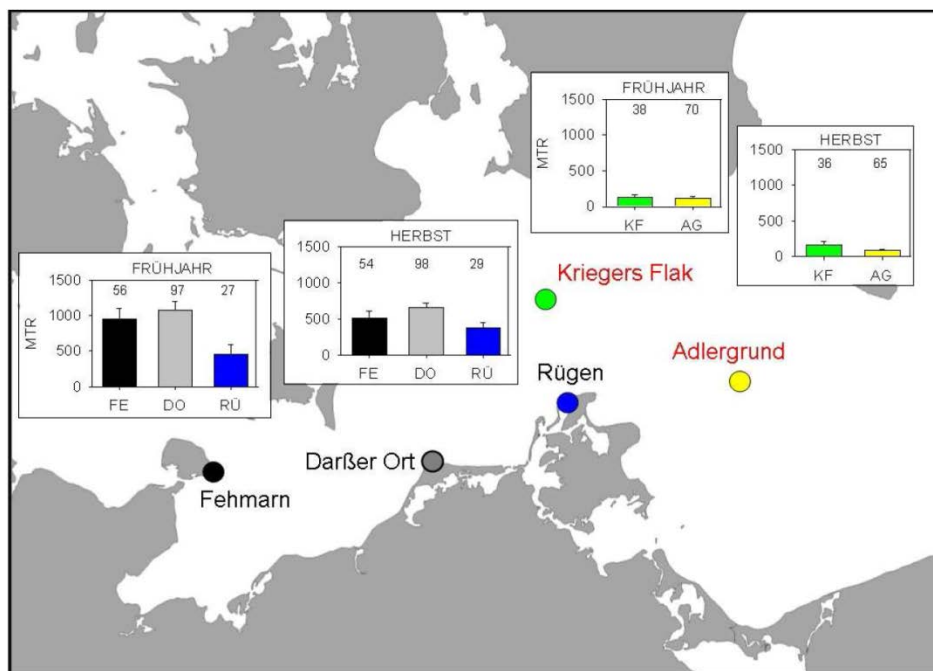


Abbildung 39: Mittlere Zugraten (MTR = mean traffic rate = Vögel pro Kilometer und Stunde) an verschiedenen Messstandorten im Frühjahr und im Herbst (aus BELLEBAUM et al. 2008).

### 2.10.3 Zustandseinschätzung des Schutzgutes Zugvögel

Für die Zugvögel werden folgende Bewertungskriterien verwandt:

- Leitlinien und Konzentrationsbereiche: Die Definition von Konzentrationsbereichen und Leitlinien für den Vogelzug ist im Offshore-Bereich aufgrund fehlender Strukturen nicht klein-räumig zu sehen, sondern eine Bewertung dieses Kriteriums muss den großräumigen Verlauf des Vogelzugs in der westlichen Ostsee berücksichtigen.

- Zuggeschehen und dessen Intensität.
- Artenzahl und Gefährdungsstatus der beteiligten Arten.

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 Hauptroute ziehen diese Vögel in wesentlich geringerer Dichte (z. B. FRANSSON & PETTERSSON 2001).

Im Folgenden erfolgt die Zustandseinschätzung 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.

#### *Wasservögel*

Die westliche Ostsee stellt für Meeresenten und Gänse, die in Nordeuropa und Russland (bis Westsibirien) brüten, ein wichtiges Durchzugsgebiet zu den Überwinterungsplätzen in der Nordsee und dem nördlichen Kattegat dar. Da es sich bei den Meeresenten 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 Prachtaucher sind ebenfalls Arten nach Anhang I der V-RL. Eine Hauptroute 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 2.10.3.3).

#### *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 Meeresenten (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 O-3 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 O-1 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 O-3. 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 O-1 wurden 2014 (BIOCONSULT 2016) ca. 0,33% und im Gebiet O-3 ca. 0,5% (2014) bzw. 0,12% (2015) (IfAÖ 2016a und b) der biogeografischen Population gesichtet. Samtentenzug 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 "Kriegers Flak" wurden nur 105 Samtenten und im Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“ 217 Samtenten gesichtet. Ähnliches gilt für die Eisente im Gebiet O-3. Obwohl im Gebiet O-1 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, Singeschwan, 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 biogeographische 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 Gebiets O-3 (Vorranggebiet „Kriegers Flak“) 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 O-1 (Gebiet „Westlich Adlergrund“) 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 O-2 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 Weißwangengänse 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 biogeografischen Population) durchziehen.

#### *Singschwan (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 „Westlich Adlergrund“ (Gebiet O-1) wurden in einem Jahr ca. 0,3% und im Vorranggebiet „Kriegers Flak“ (Gebiet O-3) ca. 0,03% der biogeographischen Population registriert. Im Gebiet O-2 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 Zugrou-

ten („Vogelfluglinie“) ggf. mit höherer Intensität nutzen.

#### *Kraniche*

Der Kranich unterliegt als Vogelart des Anhang 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 biogeographischen 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 Konzentrationsbereichen. Es wird angenommen, dass von Südschweden kommend ca. 50.000 bis 60.000 Kraniche über das Arkonabecken ziehen. Damit nutzen etwa 55% der biogeographischen 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 Gebiets O-3 („Kriegers Flak“) erfasst (IFAÖ 2016a und b). Damit durchflogen ca. 5,6% bzw. 3,9% der biogeographischen Population den Bereich von Gebiet O-3. Ursächlich hierfür sind vermutlich stärkere östli-

che 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 O-2 lagen die jährlichen Sichtungsraten zwischen 500 und 700 Individuen, wobei allein an zwei Tagen im Herbst 2008 550 Kraniche bei westlichen Briesen zwischen 4 und 5 Beaufort gesichtet wurden (OECOS 2015). Im Bereich des Vorranggebietes „Westlich Adlergrund“ (Gebiet O-1) 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 biogeographischen 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 ermöglicht.

### *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.

#### **2.10.3.1 Anthropogene Einflüsse auf den Vogelzug**

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. Da-

neben 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 Kollisionopfer 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 darstel-

len. 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.

### 2.10.3.2 Klimaänderungen

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.



### 2.10.3.3 Bedeutung der Gebiete und Flächen für Zugvögel

Für die Einschätzung der Bedeutung der Gebiete und Flächen für die Zugvögel werden die in Kapitel 2.11.3 aufgeführten Bewertungskriterien unter Berücksichtigung der Hauptgruppen Wasservögel, Kraniche und Greifvögel sowie Landvögel verwandt. 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.

#### Gebiet O-1

##### *Wasservögel*

Insgesamt ist das Gebiet O-1 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 liegen. Allerdings deuten die Ergebnisse aus dem Umweltmonitoring im Gebiet O-1 „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 O-1 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 ziehende Weißwangengänse (BIOCONSULT 2016) entspricht einem Anteil von ca. 0,01 % der biogeographischen 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 Gebiets O-1 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 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 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 die Flächen des Gebiets O-1.

##### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet O-1 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 haben die Flächen des Gebiets O-1 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

**Gebiet O-2***Wasservögel*

Insgesamt ist das Gebiet O-2 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 liegen. 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 Seetau-

chern 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 biogeographischen Population im Bereich des Gebietes O-2 registriert. Auch die Sichtungsraten der Samtente und Eisente waren im Jahr 2011 mit 0,04 % bzw. 0,06 % der jeweiligen biogeographischen 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 biogeographischen Population durch das Gebiet O-2. 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 biogeographischen 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 Gebiets O-2 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 Gebiets O-2 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 die Flächen des Gebiets O-2.

#### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet O-2 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 „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 haben die Flächen des Gebiets O-2 für die Nachtzie-

her eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

#### **Gebiet O-3**

##### *Wasservögel*

Insgesamt ist der Bereich des Gebiets O-3 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 liegen. Allerdings deuten die Ergebnisse aus dem Baumonitoring 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 O-3 ca. 0,5% (2014) bzw. 0,12% (2015) (IFAÖ 2016b) der biogeographischen Population gesichtet. Die Sichtungsrate der Samtente lag bei 105 Individuen und ähnliches gilt für die Eisente. Bei den Tagesbeobachtungen zwischen dem Herbst 2013 und dem Herbst 2015 im Gebiet O-3 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 O-3 eine überdurchschnittliche Bedeutung für den Eiderentenzug. Eine vergleichbare Bedeutung hat der Bereich des Gebiets O-3 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 biogeogra-

fischen Population. Hinsichtlich des Singeschwanes ist festzustellen, dass das Gebiet für den Zug keine große Bedeutung hat, da in einem Jahr nur ca. 0,03% der biogeographischen Population registriert wurde.

#### *Kraniche*

Im Bereich des Gebiets O-3 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 biogeographischen Population den Bereich von Gebiet O-3. 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 die Flächen des Gebiets O-3.

#### *Greifvögel*

Nach aktuellen Untersuchungsergebnissen hat das Gebiet O-3 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

„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 haben die Flächen des Gebiets O-3 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

## **2.11 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*), Raufhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*), Zweifarbfledermaus (*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).

Raufhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*): Im Frühjahr und Herbst werden oft ziehende Tiere beobachtet. Es mehren sich die Hinweise, dass Raufhautfledermäuse auch in Norddeutschland überwintern. In Küstenregionen Südschwedens wurden wie beim Großen Abendsegler Individuen beobachtet, die Richtung Meer flogen.

Auch bei der Raufhautfledermaus 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.

### 2.11.1 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 denen im FEP für Windenergie aufgenommenen Gebiete und Flächen 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.

### 2.11.2 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 führen 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 Rauhauffledermaus, Großer Abendsegler und Zweifarbfledermaus vor. Allerdings liegen nur von der Rauhauffledermaus 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 Rauhauffledermaus 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 regis-

triert. 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 Rauhauffledermaus 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 gesi-

cherte 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 Rauhaut-

fledermäuse 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-Zuggeschehens 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 Ruferfassung der Zugvögel unter dem Einsatz von Fle-

dermaus-Detektoren zur Erfassung der Rufaktivität durchgeführt werden. Im Rahmen dieses verpflichtenden Fledermaus-Monitorings von Windparkvorhaben in Gebiet O-1 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 O-1 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 Gebiets O-1 gesichtet. Im Gebiet O-2 wurden mit Hilfe bioakustischer Handerfassungsgeräte am 21.5.2012 drei Fledermausrufe registriert. Im Frühjahr 2011 wurden zusätzlich zwei Rauhautfledermäuse an Bord des für die Vogelzugerfassung eingesetzten Schiffes gesichtet. Im Gebiet O-3 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.

### **2.11.3 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 Be-

stände 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 Nordfledermaus 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 geographische 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 Trendentwick-

lung 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 unbe-



kannten Ausmaßes“, vier Arten der Kategorie „stark gefährdet“ und drei Arten der Kategorie „vom Aussterben bedroht“ zugeordnet. Die Langflügel-Fledermaus (*Miniopterus schreibersii*) gilt als „ausgestorben oder verschollen“. Von denen in Deutschland bisher häufiger im Meeres- bzw. Küstenbereich festgestellten Arten steht der Große Abendsegler auf der Vorwarnliste, Zwergfledermaus und Raufhautfledermaus gelten als „ungefährdet“. Für eine Bewertung des Gefährdungsstatus des Kleinen Abendseglers ist die Datenlage unzureichend.

#### 2.11.4 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 zur 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 Barrierewir-

kung und mögliche Kollisionen ausgehen (u. a. AHLEN 2002).

### 2.12 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, einem dynamischen Prozess 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 derzeit 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 Meerestische (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 Rastvögel 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.

## 2.13 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) in 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 zur „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)).

## 2.14 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. Un-

ter 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 Berichten des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC 2001, 2007) sind als großräumige Folgen der Klimaänderungen auf die Ozeane der Anstieg der Meeresoberflächentemperatur und des durchschnittlichen globalen Meeresspiegels zu erwarten. Viele Ökosysteme des Meeres reagieren empfindlich auf Klimaänderungen. Auch auf die Ostsee wird die Erderwärmung voraussichtlich erheblichen Einfluss haben.

### 2.15 Landschaft

Das 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, die Forschungsplattform „FINO2“ 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.

### 2.16 Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter

Hinweise auf mögliche Sachwerte oder kulturelles Erbe liegen insofern vor, als dass die räumliche Lage einer Vielzahl von Wracks auf Grundlage der Auswertung vorhandener hydroakustischer Aufnahmen und der Wrackdatenbank des BSH bekannt ist und in den Seekarten des BSH verzeichnet ist. Zu Bodendenkmälern, wie Siedlungsresten, in der AWZ liegen keine weitergehenden Informationen vor.

### 2.17 Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit

Insgesamt hat das Gebiet, für das der FEP 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 Planungsgebietes für Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen kann nicht abgeleitet werden.

## 2.18 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. Nahrungslimitierung wirkt auf die Individuenebene durch Beeinträchtigung der Kondition der einzelnen Individuen. Auf Populationsebene führt Nahrungslimitierung zu Veränderungen der Abundanz und Verbreitung von Arten. Ähn-

liche 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 deren Konsumenten, der Trottellummenjungvögel wieder. Das Wachstum und die Überlebenschance der jungen Trottellummen 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), Verände-

zung 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 Plans

Für die Erfüllung der Klimaschutz- und energiepolitischen Ziele der Bundesregierung spielt der Ausbau der Offshore-Windenergie eine tragende Rolle.

Mit § 6 WindSeeG erhält das BSH die Aufgabe, unter den in den § 4 ff. WindSeeG genannten Voraussetzungen einen Flächenentwicklungsplan für die AWZ und bei Abschluss einer Verwaltungsvereinbarung auch für das Küstenmeer aufzustellen und fortzuschreiben. Aufgabe des Plans ist es daher, die Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen sowie die darauf voraussichtlich zu installierende Leistung und die notwendigen Trassen und Standorte für die gesamte benötigte Netzinfrastruktur bzw. Netztopologie in der AWZ der Ostsee räumlich festzulegen. Weiterhin entwickelt der Plan auch die zeitliche Komponente des Ausbaus, indem die zeitliche Reihenfolge der Ausschreibung der Flächen für Windenergieanlagen auf See sowie die Kalenderjahre der Inbetriebnahme von Anbindungsleitungen festgelegt wird.

Um die in § 4 Nr. 2b EEG festgeschriebenen Ausbauziele einhalten zu können, ist die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen erforderlich. Auch bei einer unterstellten Nichtdurchführung des FEP würden also weitere Windparks entsprechend der geltenden Rechtsgrundlagen errichtet und in Betrieb genommen. Der Fachplan dient gerade einem räumlich und zeitlich geordneten und flächensparsamen sowie effizienten Ausbau der Windenergie auf See, um eine Fragmentierung durch eine weitere Antragstellung außerhalb der Gebiete und damit einer Steuerung des Flächenverbrauchs und hierdurch eine möglichst konfliktarme Entwicklung dieser Technologie umzusetzen. Die Umweltauswirkungen der Festlegungen des FEP gehen daher nicht über die Auswirkungen

der Nullvariante (Nichtdurchführung des Plans) hinaus, sondern können durch den FEP wegen seiner Steuerungswirkung vielmehr reduziert werden.

Nach § 17d Abs. 1 Satz 1 EnWG hat der zuständige ÜNB die Netzanbindung von Offshore-Windparks sicherzustellen bzw. nach den Vorgaben des durch die BNetzA bestätigten O-NEP bzw. ab dem 1. Januar 2019 entsprechend den Vorgaben des Netzentwicklungsplans und des Flächenentwicklungsplans gemäß § 5 des Windenergie-auf-See-Gesetzes zu errichten und zu betreiben.

Um die in den Offshore-Windparks in der AWZ der Ostsee erzeugten Strommengen in das landseitige Höchstspannungsnetz einspeisen zu können, ist die Verlegung von stromabführenden Seekabelsystemen bis zu den Netzverknüpfungspunkten an Land zwingend erforderlich. Die Notwendigkeit zum Netzanschluss der Offshore-Windparks bestünde auch bei Nichtdurchführung des Plans. Das bedeutet, diese Nutzungen würden auch bei Nichtdurchführung des Plans entsprechend der geltenden Rechtsgrundlagen ausgeübt werden.

Der zum Netzanschluss der Offshore-Windparks in der Ostsee verpflichtete ÜNB verfolgt bislang ein Anbindungskonzept auf Basis der Drehstromtechnologie. Bei Einsatz der Drehstromtechnologie erfolgt die Netzanbindung von Offshore-Windparks indem der von den einzelnen Windenergieanlagen eines oder mehrerer Parks erzeugte Strom an einer Umspannplattform zusammengeführt und von hier aus über ein Drehstrom-Seekabelsystem direkt an Land und weiter zum Netzverknüpfungspunkt geführt wird. Hierdurch ist im Gegensatz zum HGÜ-Konzept keine eigene Konverterplattform für den Netzanschluss an sich notwendig. Zur Abführung einer gegebenen Leistung ist beim Einsatz der Drehstromtechnologie jedoch aufgrund der geringeren Übertragungskapazität der Drehstrom-Seekabelsysteme eine höhere Anzahl von Kabelsystemen notwendig. Auf-

grund der für Inbetriebnahmen ab 2026 im Vergleich zur Kapazität eines HGÜ-Systems erwarteten geringen Windparkleistung in der deutschen AWZ der Ostsee würde eine Anbindung mittels Gleichstromsystem voraussichtlich zu dauerhaften Leerständen führen. Wie bereits dargelegt, werden diese Flächen für Seekabelsysteme unabhängig von der Durchführung des FEP in der AWZ in Anspruch genommen. Die Umweltauswirkungen der Festlegungen des FEP gehen daher nicht über die Auswirkungen der Nullvariante (Nichtdurchführung des Plans) hinaus, sondern können durch den FEP im Wege einer Steuerung vielmehr reduziert werden.

Durch die Auslegung auf eine Spannungsebene von 220 kV kann eine – für die Drehstromanbindung – möglichst hohe Übertragungsleistung je Kabelsystem realisiert und die Übertragungsaufgabe mit möglichst wenigen Kabelsystemen erfüllt werden. Die Flächen für die parkinterne Verkabelung werden unabhängig von der Durchführung des FEP in der AWZ in Anspruch genommen. Die Umweltauswirkungen der Festlegungen des FEP gehen daher ebenfalls nicht über die Auswirkungen der Nichtdurchführung des Plans hinaus. Vielmehr kann der FEP mit seiner Steuerungswirkung zu ihrer Reduzierung dienen.

Ziel des FEP ist es, den Ausbau von Windenergieanlagen auf See und die Netztopologie, insbesondere im Hinblick auf die Netzanbindung der Offshore-Windparks in der AWZ, räumlich koordiniert im Sinne einer vorausschauenden und aufeinander abgestimmten Gesamtplanung festzulegen. Bei Nichtdurchführung des FEP bliebe es bei dem früher praktizierten System der vorhabenspezifischen Einzelplanung und -anbindung, d. h. Planung und Realisierung der Windparks und ihrer Netzanschlüsse würden ohne systematische Einbeziehung des Gesamttraums erfolgen. Durch die Regelung von Planungs- und Technikgrundsätzen im FEP können der erforderliche Flächenbedarf minimiert

und die potenziellen Umweltauswirkungen auf ein Minimum reduziert werden. Da der Plan zahlreiche Festlegungen trifft, die sich auf eine möglichst verträgliche Ausgestaltung der Nutzungen beziehen, wäre bei Nichtumsetzung des FEP der Schutz der einzelnen Schutzgüter vermutlich schwieriger zu gewährleisten als bei Durchführung des Plans.

Die im Plan vorgesehene zeitliche Staffelung des Netzanschlusses der einzelnen Flächen hat das Potenzial, insbesondere Störungen von geschützten Arten zu minimieren. Bei Nichtdurchführung des Plans wären die Flächeninanspruchnahme und die damit einhergehende Belastung der Meeresumwelt vermutlich größer. Die unzureichende räumliche Koordinierung bei Nichtdurchführung des Plans könnte beispielsweise zu deutlich mehr fragmentierten Windparkflächen und Kabelkreuzungen mit entsprechenden Auswirkungen – verursacht durch erforderlich werdende Kreuzungsbauwerke – auf die betroffenen Schutzgüter führen.

Die Anzahl der dadurch zusätzlich entstehenden Flächennutzungen oder auch Kreuzungen und der damit verbundene zusätzliche Flächenbedarf lassen sich nicht konkret quantifizieren. Allerdings wird bei den im FEP getroffenen Festlegungen, insbesondere der Gebiete für Windenergieanlagen, Trassenführung und der Grenzkorridore, deutlich, dass aufgrund des früheren durch Einzelzulassungen und -anbindungen geprägten Systems die Planungen des ÜNB bereits so weit fortgeschritten sind, dass aufgrund bestehender Zwangspunkte eine Gesamtkoordination nicht mehr vollständig erfolgen kann. Unter Berücksichtigung dieser Zwangspunkte konnte eine erhebliche Anzahl an Kreuzungen in diesem Planungsstadium nicht mehr vermieden werden. Für zukünftige Vorhaben ist es das Ziel, diese zu koordinieren und entsprechend den Planungsgrundsätzen vorausschauend zu planen (vgl. im Einzelnen unter Kapitel 5 FEP).

### 3.1 Boden/Fläche

Die Schutzgüter Boden bzw. Fläche würden sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des Plans durch verschiedene Nutzungen, wie z. B. Fischerei, in Teilen stark beansprucht werden. Die anthropogenen Faktoren wirken durch Abtrag, Durchmischung, Aufwirbelung, Materialsortierung, Verdrängung und Verdichtung auf den Meeresboden ein. Auf diese Weise werden die natürliche Sedimentdynamik (Sedimentation/Erosion) und der Stoffaustausch zwischen Sediment und Bodenwasser beeinflusst. Die Erderwärmung führt ebenfalls zu Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Auswirkungen auf den Boden können während der Bauphase der WEA und Plattformen sowie der Seekabelsysteme aus der direkten Störung der oberflächennahen Sedimente, Resuspension von Sediment, Schadstoffeinträgen und Sedimentumlagerungen folgen. Durch das Einbringen der Gründungselemente wird der Meeresboden eng begrenzt versiegelt. Bei den Seekabelsystemen kann es betriebsbedingt zu Energieverlusten in Form von Wärmeabgabe an das umgebende Sediment kommen. Potenzielle Auswirkungen auf die Schutzgüter Boden/Fläche sind lokal begrenzt und ergeben sich unabhängig von der Durchführung des Plans.

Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Verlegung und ggf. einer größeren Anzahl oder längeren Seekabelsystemen zu rechnen. Dies könnte zu einer höheren Flächeninanspruchnahme durch die Seekabel und damit zu einer Verstärkung der möglichen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden gegenüber der Durchführung des FEP führen. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre darüber hinaus mit einer erhöhten Anzahl von Kabelkreuzungen zu rechnen. Dadurch würde eine vermehrte Einbringung von Steinschüttungen notwendig werden.

### 3.2 Wasser

Das Schutzgut Wasser wäre sowohl bei der Durchführung als auch bei der Nichtdurchführung des Plans durch verschiedene Nutzungen, wie z. B. Schifffahrt, in Teilen betroffen. Darüber hinaus ist damit zu rechnen, dass sich die durch den Klimawandel bereits eingesetzte Erwärmung des Wassers auch in Zukunft fortsetzen wird. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Auswirkungen auf den Wasserkörper können sich während der Bauphase der Plattformen und der Verlegung der Seekabelsysteme durch die Resuspension von Sediment, Schadstoffeinträge und die Bildung von Trübungsfahnen ergeben. Betriebsbedingt ist lokal eine Erhöhung der Trübung im Zuge der Kolkbildung um die Fundamente nicht auszuschließen. Potenzielle Auswirkungen der geplanten Plattformen und Seekabelsysteme auf das Schutzgut Wasser sind lokal eng begrenzt und ergeben sich unabhängig von der Durchführung des Plans. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Verlegung und ggf. einer größeren Anzahl oder längeren Seekabelsystemen zu rechnen. Dies könnte zu einer höheren Flächeninanspruchnahme durch die Seekabelsysteme und damit zu einer Verstärkung der möglichen Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser gegenüber der Planumsetzung führen.

### 3.3 Plankton

Das Schutzgut Phyto- und Zooplankton wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Fischerei und Schifffahrt, in Teilen betroffen. Zudem machen sich Auswirkungen der Klimaveränderungen auf Phyto- und Zooplankton inzwischen eindeutig bemerkbar (BEAUGRAND et al., 2003; WILTSHIRE und MANLY, 2004). Phyto- und Zooplanktonarten werden künftig zunehmend durch mögliche Auswirkun-

gen der Klimaveränderungen, insbesondere durch Temperatur-, Salinitäts- und Strömungsänderungen betroffen sein. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Aus den im FEP vorgesehenen Nutzungen resultieren nach derzeitigem Kenntnisstand keine erheblichen Auswirkungen auf das Plankton, so dass sich das Plankton bei Nichtdurchführung des Plans genauso entwickeln wird wie bei der Durchführung des Plans. Beim Bau von Windenergieanlagen, Plattformen und der Verlegung von Seekabelsystemen kann es durch die Entstehung von Sedimenttrübungsfahnen zu Auswirkungen auf das Phyto- und Zooplankton kommen. Da diese Effekte allerdings kleinräumiger und kurzfristiger Natur sind, können erhebliche Auswirkungen durch die Umsetzung des FEP auf das Phyto- und Zooplankton mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen werden. Auch im Normalbetrieb sind Auswirkungen auf das Plankton mit der erforderlichen Sicherheit auszuschließen.

### 3.4 Biotoptypen

Das Schutzgut Biotoptypen wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Fischerei, in Teilen betroffen. Bei Nichtdurchführung des FEP wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Planung der Windparks und Seekabelsysteme zu rechnen. Infolge der Nichtdurchführung des Plans könnte es zu einer höheren Flächeninanspruchnahme und damit einer Verstärkung möglicher Auswirkungen auf geschützte Biotope gegenüber der Planung kommen. Mögliche Auswirkungen auf Biotoptypen resultieren aus der Einbringung der WEA- und Plattformfundamente sowie der Verlegung der Kabel. Während der Bauphase könnte es durch die direkte Störung der oberflächennahen Sedimente, durch Schadstoffeinträge, Resuspension von Sediment, Bildung von Trübungsfahnen und die Erhöhung der

Sedimentation zu Auswirkungen auf empfindliche Biotopstrukturen kommen. Zum besonderen Schutz von in § 30 BNatSchG genannten Biotopen und FFH-Lebensraumtypen formuliert der FEP entsprechende Planungsgrundsätze.

Durch das mit den Fundamenten eingebrachte künstliche Hartsubstrat oder durch die bei der Kabelverlegung erforderlich werdenden Steinschüttungen ergeben sich lokal Änderungen des Habitats, die zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung der Benthoslebensgemeinschaften führen können. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer erhöhten Anzahl von Kabelkreuzungen zu rechnen. Da keine Gebiete und Flächen innerhalb von Schutzgebieten im Rahmen des FEP geplant werden und die Festlegungen des FEP durch die Reduzierung von Seekabelsystemen und Minimierung von Kreuzungen auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens auch außerhalb dieser Gebiete abzielen, wäre bei Nichtumsetzung des Planes der Schutz mariner Biotope voraussichtlich schwieriger zu gewährleisten als bei Umsetzung des Plans.

### 3.5 Benthos

Das Schutzgut Benthos wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. 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 das Benthos. 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 FEP wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Planung der Windparks und Verlegung der Seekabelsysteme zu rechnen. Infolge der Nichtdurchführung des Plans könnte es zu einer vergleichsweise



höheren Flächeninanspruchnahme und damit einer Verstärkung möglicher Auswirkungen auf das Benthos gegenüber der Durchführung des FEP kommen. Mögliche Auswirkungen auf das Benthos resultieren aus der Einbringung der Fundamente der Anlagen und Plattformen sowie der Verlegung der Kabelsysteme. 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 Lebensgemeinschaften des Benthos kommen.

Im Umkreis der Fundamente der Anlagen und Plattformen können sich in anlagebedingt durch das eingebrachte künstliche Hartsubstrat Änderungen in der vorhandenen Artenzusammensetzung ergeben. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer erhöhten Anzahl von Kabelkreuzungen 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 FEP durch die Reduzierung von Seekabelsystemen und die Minimierung von Kreuzungsbauwerken auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens abzielen und zudem die Inanspruchnahme von Naturschutzgebieten mit ihren geschützten Lebensraumtypen durch die Trassenführungen des FEP vollständig vermieden wird, wäre bei Nichtumsetzung des Plans der Schutz des Benthos vermutlich schwieriger zu gewährleisten als bei Durchführung des Plans.

### 3.6 Fische

Das Schutzgut Fische wäre sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des Plans insbesondere durch die Auswirkungen der Fischerei betroffen. Darüber hinaus ist unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans damit zu rechnen, dass sich die durch den Klimawandel bereits eingesetzte Erwärmung des Wassers auch in Zukunft weiter fortsetzen wird. Dieses hat auch Auswirkungen auf das Schutzgut Fische. So kann es zur Einwanderung neuer Fischarten kommen, wodurch Konkurrenz mit einheimischen Fischarten zwar nicht zwingend folgt, jedoch auch nicht ausgeschlossen werden kann. Während der Bauphase der Windparks und Konverterplattformen und der Seekabelverlegung auf den geplanten Trassen kann es durch die Erhöhung der Sedimentation sowie Bildung von Trübungsfahnen zu Beeinträchtigungen der Fischfauna kommen, z. B. für visuell jagende Arten und durch Verkleben der Kiemenblättchen, falls die Fische nicht ausweichen. Ferner kann es in der Bauphase zur vorübergehenden Vergrämung von Fischen durch Lärm und Vibrationen kommen. Weitere Auswirkungen auf die Fischfauna können von den zusätzlich eingebrachten Hartsubstraten infolge einer möglichen Veränderung des Benthos ausgehen. Bei Nichtdurchführung des Plans wäre mit einer räumlich weniger koordinierten Verlegung der Seekabelsysteme zu rechnen. Dieses könnte zu einer vergleichsweise höheren Flächeninanspruchnahme, längerer Bauzeit und damit zu einer Verstärkung der potenziellen Effekte auf die Fischfauna gegenüber einer durch den FEP koordinierten Verlegung führen. Daher wäre ohne die Umsetzung des FEP der Schutz der Fischfauna vermutlich schwieriger zu gewährleisten als mit seiner Durchführung.



### 3.7 Marine Säuger

Das Schutzgut marine Säugetiere wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Schifffahrt und Fischerei, in Teilen weiterhin betroffen.

Marine Säugetiere, insbesondere die schallsensitiven Schweinswale, könnten bei der Verwendung von Tiefgründungen durch rammbedingten Schall beim Einbringen der Plattform- und Anlagenfundamente beeinträchtigt werden. Der Plan enthält eine ganze Reihe von Planungsgrundsätzen, die sich auf eine möglichst verträgliche Ausgestaltung der Nutzungen beziehen, insbesondere einen Grundsatz zur Schallminderung sowie den Ausschluss von Windenergieanlagen und Plattformen in Natura2000-Gebieten. Durch diese Grundsätze werden negative Auswirkungen auf Meeressäuger vermindert. Insgesamt werden die Auswirkungen der Planfestlegungen auf marine Säuger mit den Effekten der Nullvariante vergleichbar sein, da im konkreten Einzelverfahren grundsätzlich projekt- und standortspezifische Schallminderungsmaßnahmen angeordnet werden, und das unabhängig von der Durchführung des Plans. Die im Plan vorgesehene Staffelung des Netzanschlusses der einzelnen Gebiete hat das Potenzial, Störungen von marinen Säugern zu minimieren. Ebenso werden Störungen von marinen Säugern durch die Vermeidung der Inanspruchnahme von Schutzgebieten vermindert.

Die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf marine Säugetiere sind komplex und kaum zu prognostizieren. Alle Arten werden indirekt durch mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf ihre Nahrungsorganismen, die Fische, betroffen sein. Insgesamt besteht diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Durchführung des Plans.

### 3.8 See- und Rastvögel

Das Schutzgut See- und Rastvögel wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Schifffahrt und Fischerei, in Teilen wie dargestellt betroffen. Die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die betroffenen Arten sind komplex und kaum zu prognostizieren. Alle Arten werden indirekt durch mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf ihre Nahrungsorganismen, insbesondere die Fische, betroffen sein. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Bei Nichtdurchführung des FEP käme es zu einer räumlich weniger koordinierten Planung von Windparkvorhaben, Plattformen und Seekabelsystemen. Die Flächeninanspruchnahme würde dadurch voraussichtlich erhöht, was wiederum Auswirkungen auf störepfindliche Arten haben könnte. Weiterhin basiert der FEP 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, weitgehend zu reduzieren.

Auch wenn im Grunde sowohl bei Durchführung als auch bei Nichtdurchführung des FEP ähnliche Faktoren auf das Schutzgut Seevögel 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.

### 3.9 Zugvögel

Das Schutzgut Zugvögel wäre auch bei Nichtdurchführung des Plans durch die Auswirkungen verschiedener Nutzungen, wie z. B. Schifffahrt und Fischerei betroffen. Die Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die betroffenen Arten sind komplex und kaum zu prognostizie-

ren. Alle Arten werden indirekt durch mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf ihre Nahrungsorganismen, insbesondere die Fische, betroffen sein. Insgesamt besteht diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Bei Nichtdurchführung des FEP käme es vor allem zu einer erhöhten Flächeninanspruchnahme des Meeresbodens durch unkoordinierte Einzelanbindungen von Offshore-Windparks. Dies würde keine zusätzliche oder geänderte Beeinträchtigung der Avifauna darstellen. Das durch Bau/Kabelverlegung und Wartung bedingte erhöhte Schiffsaufkommen würde darüber hinaus das Maß des bei Durchführung des FEP auftretenden Schiffsverkehrs nicht überschreiten. Zusätzliche bau- und betriebsbedingte Auswirkungen auf die Avifauna sind nicht zu erwarten. Insofern werden sich Auswirkungen auf das Schutzgut Zugvögel bei Nichtdurchführung des Plans voraussichtlich in gleicher Weise entwickeln wie bei der Durchführung des Plans.

### 3.10 Fledermäuse und Fledermauszug

Zugbewegungen von Fledermäusen über der Ostsee sind zwar verschiedentlich dokumentiert, allerdings fehlen bislang konkrete Informationen über ziehende Arten, Zugkorridore, Flughöhen und Zugkonzentrationen. Bisherige Erkenntnisse bestätigen lediglich, dass Fledermäuse, insbesondere langstreckenziehende Arten, über die Ostsee fliegen. Aufgrund von bisherigen Erkenntnissen, u.a. zur Verbreitung und Habitatpräferenzen von Fledermäusen lassen sich jedoch einige Effekte des Klimawandels prognostizieren. So ist u.a. mit dem Verlust an Rastplätzen entlang der Zugrouten, der Dezimierung von Bruthabitaten und mit Veränderungen des Nahrungsangebots zu rechnen. Zeitversetztes Vorkommen der Nahrung kann insbesondere Folgen für den Fortpflanzungserfolg der Fledermäuse haben (AHLEN 2002,

RICHARDSON 2004). Das zu beobachtende Insektensterben wird sich in erhöhtem Maße negativ auf Fledermäuse auswirken.

Gefährdungen von einzelnen Individuen durch Kollisionen mit Windparks oder Plattformen lassen sich nicht ausschließen. Das Schutzgut Fledermäuse wird sich bei Nichtdurchführung des Plans voraussichtlich in gleicher Weise entwickeln wie im Falle der Plandurchführung. Es ist zudem davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen auf Fledermäuse durch dieselben Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vermieden werden können, die zum Schutz des Vogelzuges eingesetzt werden.

### 3.11 Biologische Vielfalt

Auch in den Ozeanen ist mit großräumigen Folgen von Klimaveränderungen zu rechnen. Da viele Ökosysteme des Meeres empfindlich auf Klimaveränderungen reagieren, hat dies Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Es kann zu einer Verschiebung im Artenspektrum kommen. Denkbar wäre beispielsweise eine starke Beeinflussung der Populationsdichte und -dynamik von Fischen, welche wiederum bedeutende Folgen für die Nahrungsketten hätte. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Durchführung des Plans.

Temporäre oder permanente akustische und visuelle Belastungen können bezüglich der Schutzgüter Fische, Vögel und Meeressäuger zu Beeinträchtigungen einzelner Arten führen. Auswirkungen auf die biologische Vielfalt sind derzeit jedoch nicht vorstellbar, da ein Verlust von Arten nicht zu erwarten ist. Auswirkungen durch Trübungsfahnen, Sedimentation sowie die Sedimenterwärmung oder Magnetfelder auf die biologische Vielfalt sind ebenfalls unwahrscheinlich, da es sich hierbei in der Regel um lokale Beeinträchtigungen handelt. Es ist zudem zu erwarten, dass die in Bezug auf die einzelnen Schutzgüter vorgesehenen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen auch die

möglichen negativen Effekte auf die biologische Vielfalt vermindern.

Durch die Ausschlusswirkung der Nutzungen in Natura2000-Gebieten wird der potenzielle Einfluss auf die biologische Vielfalt weiter reduziert. Lokale Auswirkungen auf die Vielfalt an Lebensräumen und die Artenvielfalt sind grundsätzlich nicht auszuschließen, z. T. durch die Einbringung von Hartsubstrat sogar zu erwarten. Insgesamt werden sich die ansiedelnden Benthosarten und die dadurch eventuell angelockten Fischarten jedoch aus dem näheren Umfeld rekrutieren, so dass letztlich keine großräumigen Änderungen der biologischen Vielfalt innerhalb des Untersuchungsraums zu erwarten sind. Da die Festlegungen des FEP durch die Reduzierung von Kabeltrassen und die Minimierung von Kreuzungsbauwerken auf eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Meeresbodens abzielen und zudem eine Reihe von Grundsätzen der möglichst umweltverträglichen Ausgestaltung der Festlegungen dienen, können die Auswirkungen auf die biologische Vielfalt gegenüber der Nullvariante voraussichtlich reduziert werden.

### 3.12 Luft

Mit zunehmender Nutzungsintensität nimmt auch der Schiffsverkehr in der Ostsee zu, was zu einer negativen Beeinflussung der Luftqualität führen kann. Diese Entwicklung ist jedoch weitestgehend unabhängig von der Durchführung bzw. Nichtdurchführung des Plans. Durch den Bau und Betrieb der Plattformen und die Verlegung von Seekabelsystemen im Rahmen der Durchführung des FEP ergeben sich keine messbaren Auswirkungen auf die Luftqualität. Daher entwickelt sich das Schutzgut Luft bei Durchführung des Plans in gleicher Weise wie bei Nichtdurchführung des Plans.

### 3.13 Klima

Laut Berichten des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC 2001,

2007) sind als großräumige Folgen der Klimaänderungen auf die Ozeane der Anstieg der Meeresoberflächentemperatur und des durchschnittlichen globalen Meeresspiegels zu erwarten. Viele Ökosysteme des Meeres reagieren empfindlich auf Klimaveränderungen. Insgesamt ist diese Entwicklung jedoch unabhängig von der Nichtdurchführung bzw. Durchführung des Plans.

Negative Auswirkungen auf das Klima durch Plattformen 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 ist langfristig mit positiven Auswirkungen auf das Klima zu rechnen. Dadurch kann ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung geleistet werden.

### 3.14 Landschaft

Durch die Realisierung von Offshore-Windparks werden Auswirkungen auf das Landschaftsbild eintreten, 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. Der Raumordnungsplan der Nordsee sieht als Ziel in Ziffer 3.5.1 (8) eine Höhenbegrenzung von 125 m für Windenergieanlagen in Sichtweite der Küste und Inseln vor.

Die Errichtung von Plattformen kann ebenfalls zu visuellen Veränderungen des Landschaftsbildes führen. Das Maß der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes 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. Aufgrund der Entfernung der geplanten Plattformen und der sie umgebenden

Windparks zur Küste von mehr als 25 km werden die Anlagen von Land aus nur sehr eingeschränkt wahrnehmbar sein und dies auch hauptsächlich bei guten Sichtverhältnissen. Einen Anhaltspunkt hierzu bieten beispielsweise verfügbare Visualisierungen von 2005 (Abbildung 41).

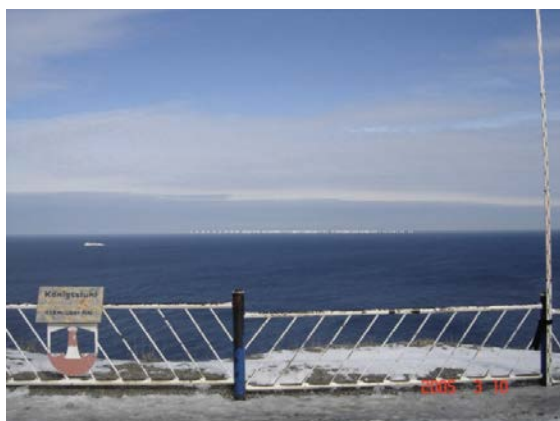


Abbildung 40: Visualisierung der Wahrnehmbarkeit von Offshore-Windenergieanlagen im besonderen Eignungsgebiet nach SeeAnIV "Westlich Adlergrund" links am Aussichtspunkt Königsstuhl auf Rügen; Nabenhöhe der WEA 100m; Entfernung des Betrachters ca. 33 km; Augenhöhe ca. 120m über NN; rechts am Strand am Fuß des Königsstuhls auf Rügen; Augenhöhe ca. 2 m über NN (ARCADIS 2005, zitiert in BSH 2009).

Insofern können erhebliche Beeinträchtigungen der Landschaft, wie es von Land aus wahrgenommen wird, ausgeschlossen werden. Zur Minimierung der Sichtbarkeit trägt ebenfalls bei, dass im Rahmen der Zulassung von Einzelprojekten standardmäßig ein blendfreier und reflexionsarmer Anstrich zur Auflage gemacht wird.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass Plattformen stets im räumlichen Verbund mit den Offshore-Windparks geplant sind, so dass die Veränderung des Landschaftsbildes durch Einzelbauwerke in unmittelbarer räumlicher Nähe zu den Offshore-Windparks lediglich geringfügig erhöht wird. Darüber hinaus trägt die Ausschlusswirkung in den Naturschutzgebieten (ca. 55% der Fläche der deutschen AWZ der Ostsee) dazu bei, dass weite Teile der AWZ frei

von Anlagen bleiben. Die Entwicklung der Landschaft bei Nichtdurchführung des FEP wird sich voraussichtlich nicht wesentlich von der Entwicklung bei Durchführung des FEP unterscheiden.

Für die Seekabelsysteme sind aufgrund der Verlegung als Unterwasserkabel in der Betriebsphase negative Auswirkungen auf die Landschaft auszuschließen.

### 3.15 Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter

Hinweise auf mögliche Sachwerte oder kulturelles Erbe liegen insofern vor, als dass die räumliche Lage einer Vielzahl von Wracks bekannt und in den Seekarten des BSH verzeichnet ist.

Zu Bodendenkmalen, auch zu Siedlungsresten, in der AWZ fehlen weitergehende Informationen. Aufgrund der vorliegenden hydroakustischen Untersuchungen sowie nach Auswertung der Unterwasserhindernis-Datenbank liegen keine Erkenntnisse über Sachwerte oder kulturelles Erbe im Bereich der geplanten Plattformen vor. Entlang der geplanten Seekabeltrassen liegen Hinweise auf Unterwasserhindernisse vor. Diese sind im konkreten Planfeststellungsverfahren mit besonderem Gewicht zu berücksichtigen.

Sollten in Zulassungsverfahren für die Gebiete und Flächen, die Errichtung von Plattformen und die Verlegung von Seekabelsystemen bei der vorgeschriebenen Baugrunderkundung kulturell bedeutsame Funde oder Sachwerte festgestellt werden, so sind geeignete Maßnahmen zu deren Erhaltung zu ergreifen. Um sicher zu stellen, dass keine Beeinträchtigung dieses Schutzgutes eintreten kann, wird im FEP eine entsprechende textliche Festlegung getroffen (vgl. z. B. Planungsgrundsatz 4.4.1.7 FEP). Unter dieser Voraussetzung sind keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut „kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter“ infolge der Durchführung des FEP zu erwarten.

### **3.16 Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit**

Insgesamt hat das Gebiet, für das der FEP Festlegungen trifft, eine geringe Bedeutung für Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen. Der Mensch ist durch die Festlegungen des Plans nicht direkt betroffen, sondern allenfalls indirekt durch seine Wahrnehmung des Schutzgutes Landschaft (vgl. Kapitel 3.14) und mögliche Einflüsse auf die Erholungsfunktion der Landschaft für Wassersportler und Touristen. Aufgrund der beträchtlichen Distanz zur Küste von mindestens 25 km sind diese Effekte als unerheblich einzuschätzen. Diese Auswirkungen gehen nicht über die Auswirkungen der Nullvariante hinaus.

### **3.17 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern**

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern bei Nichtdurchführung des Plans in gleicher Weise entwickeln wie bei Durchführung des FEP. An dieser Stelle wird daher auf Kapitel 2.18 verwiesen.



## 4 Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt

Im Folgenden konzentriert sich die Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen auf die Schutzgüter, für die signifikante Auswirkungen durch die Umsetzung des FEP nicht von vornherein ausgeschlossen werden können.

Nach § 40 Abs. 1 UVPG sind die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans zu bewerten. Dabei werden nach § 40 Abs. 3 UVPG die Umweltauswirkungen des Plans im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge vorläufig bewertet. Nach § 3 Satz 2 UVPG dient die Umweltprüfung dabei einer wirksamen Umweltvorsorge nach Maßgabe der geltenden Gesetze. Im Rahmen des FEP und der insoweit geltenden Vorschriften der §§ 4 ff. WindSeeG ist nach § 5 Abs. 3 WindSeeG bei den im Plan enthaltenen Festlegungen eine Gefährdung der Meeresumwelt auszuschließen. Zur Meeresumwelt gehören die in diesem Umweltbericht dargestellten Schutzgüter und ihr Lebensraum einschließlich möglicher Wechselwirkungen.

Nicht berücksichtigt werden die Schutzgüter, für die im vorangegangenen Kapitel 2 bereits eine maßgebliche Beeinträchtigung ausgeschlossen werden konnte. Das betrifft die Schutzgüter Plankton, Wasser, 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 § 2 Abs. 1 UVPG aufgeführten Schutzgüter untersucht, bevor die

artenschutz- und gebietsschutzrechtlichen Prüfungen dargestellt werden. Aussagen zum allgemeinen Schutz von Natur und Landschaft nach § 13 BNatSchG sind bei der Prüfung der einzelnen Schutzgüter mit abgedeckt.

### 4.1 Boden/Fläche

#### 4.1.1 Gebiete und Flächen sowie Plattformen

Die Umspann- bzw. Sammelpattform hat im Hinblick auf das Schutzgut Boden eine lokal eng begrenzte Umweltauswirkung. Das Sediment ist nur im unmittelbaren Nahbereich permanent durch das Einbringen der Gründungselemente und die daraus resultierende Flächeninanspruchnahme betroffen.

Baubedingt: Bei der Gründung der Windenergieanlagen und Plattformen kommt es 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.

In den Gebieten mit Weichsedimenten und entsprechend hohen Feinkorngehalten (Gebiet O-2) wird sich das freigesetzte Sediment deutlich langsamer wieder absetzen. Da im Gebiet O-2 die bodennahen Strömungen jedoch mit einem mittleren Betrag von rund 0,06 m/s (oberflächennah: 0,1 m/s, vgl. Kapitel 2.1) gering sind, ist davon auszugehen, dass auch hier die auf-

tretenden 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, der vergleichbare Sedimentverhältnisse wie das Gebiet O-2 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 der 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 Es ist davon auszugehen, dass Trübungsfahnen, die bei der Gründung der Plattform in Bereichen mit Weichsedimenten freigesetzt werden, maximal bis zu einer Entfernung von 500 m über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen können.

Kurzfristig können Schad- und Nährstoffe aus dem Sediment in das Bodenwasser freigesetzt werden. In Bereichen mit weichen, 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 ih-

rem 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.

Anlagebedingt wird der Meeresboden durch das Einbringen von Gründungselementen lokal eng begrenzt dauerhaft versiegelt. Die betroffenen Flächen umfassen im Wesentlichen den Durchmesser der Gründungspfähle der Windenergieanlagen bzw. Plattformen ggf. erforderlichem Kolkenschutz. Die Flächeninanspruchnahme durch Versiegelung (einschl. Kolkenschutzmaßnahmen) entspricht in den Größenordnungen wie sie für die Nordsee angegeben wurden.

Betriebsbedingt kann es durch die Wechselwirkung von Fundament und Hydrodynamik im unmittelbaren 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 Plattformen zu rechnen. Für die Ostsee liegen derartige Erfahrungen zurzeit nicht vor. Aber aufgrund der geringen bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten im Bereich der Plattformen ist auch hier nur ein lokaler Kolk zu erwarten. Aufgrund des prognostizierten räumlich eng begrenzten Umgriffs der Auskolkung ist mit keinen nennenswerten Substratveränderungen zu rechnen.

Auf Grundlage der obigen Aussagen und unter Berücksichtigung der Zustandseinschätzung kommt die SUP im Ergebnis zu dem Schluss, dass durch die Festlegung der Standorte für die Plattformen keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu erwarten sind.

#### 4.1.2 Seekabelsysteme

Baubedingt nimmt als Folge der Sedimentaufwirbelung bei den Arbeiten zur Kabelverlegung 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. Für den Windpark „Arkona-Becken Südost“ in Gebiet O-1 schätzt LEDER (2003), dass wesentliche Sedimentverdriftungen während der Bauarbeiten höchstens in einem kleinräumigen Umkreis von 500 m zu erwarten sind – selbst unter Annahme extremer Strömungsverhältnisse (Salzwassereinstrom). 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 mit einem mittleren Betrag von rund 0,06 m/s (oberflächennah: 0,1 m/s, vgl. Kap.4.1) 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. Eine Simulation zu den Auswirkungen des Offshore-Windparks „Beta Baltic“ in der Mecklenburger Bucht, der vergleichbare Sedimentverhältnisse wie Gebiet O-2 aufweist, zeigt, 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 der Freisetzung sinkt die Konzentration auf unter 0,001 kg/m<sup>3</sup>.

Auch im Rahmen der Umweltgutachten für die Nord Stream Pipeline werden insgesamt nur klein- bis mittelräumige, vorübergehende Auswirkungen durch Sedimentverdriftungen erwartet (IFAÖ, 2009). Daher werden diese insgesamt als geringe Struktur- und Funktionsbeeinträchtigung eingestuft. Im Nahbereich bis zu 50 m werden mittlere, in der weiteren Umgebung bis zu 500 m Entfernung geringe bis sehr geringe Intensitäten der Schwebstoffgehalte prognostiziert (IFAÖ, 2009). Basierend auf diesen Ergebnissen ist davon auszugehen, dass Trübungsfahnen, die bei der Verlegung von Seekabelsystemen in Bereichen mit Weichsedimenten freigesetzt werden, maximal bis zu einer Entfernung von 500 m über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen können. Diese liegen in der Pommerschen Bucht bei bis zu 3,9 mg/l (IFAÖ, 2009), in Flussmündungen oder schlickreichen Küstengebieten werden diese Werte deutlich übertroffen. 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, 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 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 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 kommt es radial um die Kabelsysteme zu einer Erwärmung des umgebenden Sediments. Die Wärmeabgabe resultiert aus den thermischen Verlusten des Kabelsystems bei der Energieübertragung.

Diese thermischen Verluste hängen von einer Reihe von Faktoren ab (Tabelle 16). Wesentlichen Einfluss haben die folgenden Ausgangsparameter:

- **Kabeltyp:** Grundsätzlich ist bei gleicher Übertragungsleistung bei Drehstrom-Seekabelsystemen von einer höheren Wärmeabgabe durch Energieverluste auszugehen als bei Gleichstrom-Seekabelsystemen (OSPAR COMMISSION 2010).
- **Umgebungstemperatur im Bereich der Kabelsysteme:** Je nach Wassertiefe und Jahreszeit ist von einer Schwankungsbreite in der natürlichen Sedimenttemperatur auszugehen, die Einfluss auf die Wärmeabfuhr hat.
- **Thermischer Widerstand des Sediments:** Im Untersuchungsraum kommen unterschiedliche Bodentypen mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften vor. Danach ist bei gröberen Sedimenten von einer effizienteren Wärmeabfuhr auszugehen als bei feinkörnigeren Sedimenten. Am höchsten ist der Wärmewiderstand bei dicht gelagerten Tonen.

Tabelle 16: Thermische Eigenschaften wassergesättigter Böden (nach SMOLCZYK 2001)

<b>Bodentyp</b>	<b>Wärmeleitfähigkeit minimal</b>	<b>Wärmeleitfähigkeit maximal</b>	<b>Spezifischer Wärmewiderstand maximal</b>	<b>Spezifischer Wärmewiderstand minimal</b>
	W / (K*m)	W / (K*m)	K*m/ W	K*m/ W
Kies	2,00	3,30	0,50	0,30
Sand	1,50	2,50	0,67	0,40
Ton	0,90	1,80	1,11	0,56
Geschiebemergel	2,60	3,10	0,38	0,32
Schluff/ Schlick	1,40	2,00	0,71	0,50

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. Temperaturmessungen an einem parkinternen Drehstromkabelsystem im dänischen Offshore-Windpark „Nysted“ in der Ostsee ergaben eine Sedimenterwärmung direkt über dem Kabelsystem (Übertragungsleistung von 166 MW) 20 cm unter dem Meeresboden von max. 1,4 K (MEISSNER et al. 2007). Die bodennahe Wasserbewegung trägt darüber hinaus zu einem zügigen Abtransport von lokaler Wärme bei.

Die Verlegetiefe ist in der AWZ der Ostsee allerdings aufgrund der heterogenen geologischen Verhältnisse auf den Trassen sowie der verfügbaren Verlegeverfahren grundsätzlich begrenzt. Daher erscheint die Festlegung eines für alle geplanten Seekabeltrassen einheitlich geltenden Werts für die herzustellende Überdeckung nicht zielführend (vgl. z. B. Planungsgrundsatz 5.4.2.7 BFO-O). Gleichwohl ist gemäß dem Planungsgrundsatz zur Überdeckung dauerhaft eine sichere Tiefenlage der Kabelsysteme herzustellen. Die Festlegung der herzustellenden Überdeckung erfolgt daher im Einzelzulassungsverfahren auf Grundlage einer umfassenden, durch den Vorhabenträger vorzulegenden Studie. Dabei sind explizit auch die Belange des Meeresumweltschutzes zu berücksichtigen.

Um die Einhaltung des sogenannten „2 K-Kriteriums“<sup>40</sup>, d.h. eine maximale Tempera-

turerhöhung um 2 Grad in 20 cm unterhalb der Meeresbodenoberfläche, sicherzustellen, wurde ein entsprechender Grundsatz zur Sedimenterwärmung in den FEP aufgenommen (vgl. Planungsgrundsatz 4.4.4.8). Dieser Grundsatz legt die Einhaltung des 2 K-Kriteriums fest, um potenzielle Beeinträchtigungen der Meeresumwelt durch eine kabelinduzierte Sedimenterwärmung weitestgehend zu reduzieren. Bei Einhaltung des 2 K-Kriteriums gemäß Planungsgrundsatz kann nach derzeitigem Stand davon ausgegangen werden, dass keine signifikanten Auswirkungen, wie Struktur- und Funktionsveränderungen, durch die kabelinduzierte Sedimenterwärmung auf das Schutzgut Boden zu erwarten sind.

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 Seekabelsystemen auf das Schutzgut Boden zu erwarten sind. Inwieweit eine Einhaltung des 2 K-Kriteriums in allen Trassenabschnitten unter Berücksichtigung der lokalen Baugrundverhältnisse sichergestellt werden kann, ist im Rahmen des Einzelzulassungsverfahrens bei Bekanntwerden der detaillierten projektspezifischen Rahmenbedingungen zu überprüfen.

---

<sup>40</sup> „Das sog. 2 K-Kriterium stellt einen Vorsorgewert dar, der nach Einschätzung des BfN auf Basis des derzeitigen Wissensstandes mit hinreichender Wahrscheinlichkeit sicherstellt, dass erhebliche negative Auswirkungen der Kabelerwärmung auf die Natur bzw. die benthische Lebensgemeinschaft vermieden werden.“



## 4.2 Benthos

Durch den Bau von Plattformen und Windenergie-Anlagen sowie durch die Anlagen selbst kann es zu Auswirkungen auf das Makrozoobenthos kommen. Das Arteninventar der AWZ der Ostsee ist mit seinen ca. 260 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 an Rote-Liste-Arten als durchschnittlich angesehen. Anhand der im Rahmen von HELCOM durchgeführten Makrozoobenthos-Untersuchungen und HELCOM Rote Liste ist im Bereich der deutschen AWZ von einem Vorkommen von mindestens 30 Arten der Roten Liste nach RACHOR et al. (2013) auszugehen. Dies entspricht ca. 12% des gesamten Arteninventars. Untersuchungen des Makrozoobenthos im Rahmen der Genehmigungsverfahren der Offshore-Windparks aus den Jahren 2002 bis 2014 haben diese Einschätzung bestätigt. Auch im Bereich des Gebietes O-1 und der Fläche O-1.3 weisen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse auf eine durchschnittliche Bedeutung des Untersuchungsraums für Benthosorganismen hin.

### 4.2.1 Gebiete und Flächen

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. Die Ausbreitung von Sedimentpartikeln hängt in hohem Maße vom Gehalt an Feinbestandteilen und der hydrographischen Situation (insbesondere Seegang, Strömung) ab (HERRMANN & KRAUSE 2000). Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen werden auch in Gebieten mit Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsfahnen auftreten, die deutlich über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird. Somit bleiben die Beeinträchtigungen während der Bauphase nach derzeitigem Kenntnisstand kleinräumig und in der Regel kurzfristig. Ein kurzzeitiges Auftreten von erhöhten Konzentrationen von suspendierten Stoffen scheint für adulte Muscheln nicht schädlich zu sein.

Eier und Larven einer Art reagieren jedoch im Allgemeinen empfindlicher als die erwachsenen Tiere und könnten kurzfristig und kleinräumig durch die Trübungsfahnen geschädigt werden. Obwohl die Konzentration suspendierter Partikel Werte erreichen kann, die für bestimmte Organismen schädlich sind, sind die Auswirkungen auf das Makrozoobenthos als relativ gering anzusehen, da derartige Konzentrationen räumlich und zeitlich nur beschränkt auftreten (HERRMANN & KRAUSE 2000).

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). Ebenfalls kurzfristig und kleinräumig können benthische Organismen durch die mit der Resuspension von Sedimentpartikeln verbundene Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen beeinträchtigt werden. Die mögliche Freisetzung von Schadstoffen aus sandigem Sediment ist aufgrund des relativ

geringen Feinkornanteils (Schluff und Ton) und der geringen Schwermetallkonzentrationen zu vernachlässigen. Im Bereich von 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 schlackigen Becken abgesetzt.

Viele Weichbodenarten sind relativ unempfindlich gegenüber Überdeckung und können mehrere Zentimeter zusätzliche Sedimentauflage überleben (BIJKERK 1988). 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. Hierdurch ist eine Beeinflussung der Weichbodenfauna in der unmittelbaren Umgebung möglich. Nach KNUST et al. (2003) führt das Einbringen künstlichen Hartsubstrats in Sandböden 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 Weichbodengemeinschaft durch gebietsuntypische Arten gering.

Allerdings ist die Besiedlung der künstlichen Hartsubstrate mit einer Anreicherung von organischem Material verbunden, da organische Bestandteile von der an den Anlagen siedeln-

den Fauna (z. B. Bauten, Fäzes, tote Tiere usw.) herunter rieseln (WOLFSON et al. 1979; DAVIS et al. 1982) und sich auf dem Sediment am Fuße der Anlagen ablagern. Hier werden sie biologisch abgebaut, was schließlich zu erhöhten Kohlenstoff- und Stickstoffwerten und somit lokalem Sauerstoffmangel in diesem Bereich führen kann. Durch diese sich im Laufe der Zeit verändernden Umweltbedingungen im näheren Umfeld der Anlagen kann es zu einer kleinräumigen Beeinflussung der dortigen benthischen Gemeinschaft kommen.

Betriebsbedingte Auswirkungen der Windenergieanlagen auf das Makrozoobenthos sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen und Darstellungen ist als Ergebnis der SUP festzuhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Festlegung der Gebiete und Flächen im FEP 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.

Hinsichtlich der bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen durch die parkinterne Verkabelung gelten analog die in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Auswirkungsprognosen.

#### 4.2.2 Plattformen

Baubedingt: Bei der Tiefgründung der Plattformen 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 zu errichtenden Plattfor-

men zu einer Beeinträchtigung oder Schädigung benthischer Organismen oder Gemeinschaften kommen.

Die in Kapitel 4.2.1 beschriebenen Auswirkungen durch Störung des Meeresbodens, Ausbildung von Trübungsfahnen und Sedimentation gelten analog auch für die Errichtung von Plattformen. Insgesamt sind die baubedingten Auswirkungen als kurzfristig und kleinräumig einzustufen.

Anlagebedingt kann es durch die lokale Flächenversiegelung, das Einbringen von Hartsubstrat sowie die Veränderung der Strömungsverhältnisse um die Plattformen herum zu Veränderungen der benthischen Gemeinschaft kommen. Neben lokalen Habitatverlusten bzw. Habitatveränderungen entstehen neue standortfremde Hartsubstrathabitate. Hierdurch ist eine Beeinflussung der Weichbodenfauna in der unmittelbaren Umgebung möglich. Die in Kapitel 4.2.1 beschriebenen anlagebedingten Auswirkungen gelten analog auch für die Plattformen. Die Auswirkungen sind zwar langfristig, jedoch kleinräumig auf das nähere Umfeld der Plattformen beschränkt.

Betriebsbedingt kann es durch die Entnahme von Kühlwasser und die Einleitung von erwärmtem Wasser zu einer Schädigung von Eiern und Larvenstadien des Makrozoobenthos kommen. Bei der Entnahme von Meerwasser zu Kühlzwecken werden die darin befindlichen Eier und Larvenstadien diverser Makrozoobenthosarten ebenfalls angesaugt und durch die nachfolgende Passage und Erwärmung geschädigt bzw. getötet. Die Menge des entnommenen Wassers ist in Relation zur Größe des Wasserkörpers, in dem die Eier und Larven verbreitet sind, jedoch sehr gering, so dass relevante Auswirkungen auf Populationsniveau nach derzeitigem Stand nicht zu erwarten sind.

Das zur Kühlung der Aggregate erforderliche Meerwasser wird mit maximal 35°C wieder an die Umgebung abgegeben. Dabei kommt es zu

einer lokalen Erwärmung. Grundsätzlich führen Erhöhungen der Wassertemperatur zu Veränderungen der Faunengemeinschaften oder, bei sehr hohen Temperaturen, zu letalen Schädigungen von Eiern und Larven.

Die Menge des zurückgegebenen Kühlwassers ist in Relation zur Größe des Wasserkörpers, in dem die Eier und Larven verbreitet sind, jedoch sehr gering, so dass relevante Auswirkungen auf Eier und Larven des Makrozoobenthos nicht zu befürchten sind.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen und Darstellungen ist als Ergebnis der SUP festzuhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Festlegung der Standorte für die Plattformen im FEP 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 sehr 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 Seekabelsysteme

Baubedingt: Mögliche Auswirkungen auf das Benthos sind abhängig von den eingesetzten Verlegeverfahren. Bei der vergleichsweise schonenden Verlegung mittels Einspülverfahren sind nur kleinräumige, kurzfristige und damit geringfügige Störungen des Benthos im Bereich der Kabeltrasse zu erwarten. Für die Dauer der Verlegung der Seekabelsysteme ist mit lokalen Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen zu rechnen. Hierdurch kann es für die Dauer der Bautätigkeiten in der Umgebung der Kabelsysteme zu einem kleinräumigen und kurzfristigen Habitatverlust für benthische Arten bzw. zu einer Beeinträchtigung oder Schädigung bent-

hischer Organismen oder Gemeinschaften kommen.

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. Die Ausbreitung von Sedimentpartikeln hängt in hohem Maße vom Gehalt an Feinbestandteilen und der hydrographischen Situation (insbesondere Seegang und Strömung) ab (HERRMANN & KRAUSE 2000). Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen werden auch in Gebieten mit Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsfahnen auftreten, die deutlich über den natürlichen Schwebstoffmaxima liegen. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird.

Somit bleiben die Beeinträchtigungen während der Bauphase nach derzeitigem Kenntnisstand kleinräumig und in der Regel kurzfristig. 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 reagieren jedoch im Allgemeinen empfindlicher als die erwachsenen Tiere und könnten kurzfristig und kleinräumig durch die Trübungsfahnen geschädigt werden. Obwohl die Konzentration suspendierter Partikel Werte erreichen kann, die für bestimmte Organismen schädlich sind, sind die Auswirkungen auf das Makrozoobenthos als relativ gering anzusehen, da derartige Konzentrationen räumlich und zeitlich nur beschränkt auftreten (HERRMANN & KRAUSE, 2000).

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). Nach BOSSEL-

MANN (1989) erfolgt eine Ausbreitung nicht nur über die Larvenstadien, sondern auch durch die Dispersion postlarvaler und adulter Formen. Weiterhin zeigten Begleituntersuchungen des Benthos sowie der Fisch- und Decapodenfauna (Krebse) bei der 1994 verlegten Europipe-Rohrleitung in der Nordsee, dass bereits zwei Jahre nach Beendigung der Bauarbeiten ein deutliches Zurückschwingen der Gemeinschaften in Richtung des Zustandes vor den Bauarbeiten festzustellen war. Dort wurde davon ausgegangen, dass die Effekte der Bauarbeiten zwei bis drei Jahre nach den baulichen Aktivitäten nicht mehr festzustellen seien (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. Die Gemeinschaftsstruktur der Benthosorganismen und die Abundanzen in den beeinträchtigten Flächen unterschieden sich schon nach zwei Jahren nicht mehr signifikant von den Referenzgebieten. Aufgrund des vergleichsweise langsamen Wachstums der langlebigen Muschel *Mya arenaria* war allerdings die Gesamtbiomasse der Benthosgemeinschaften im Bereich des verfüllten Grabens nach 2 Jahren noch um 50% geringer im Vergleich zu den Referenzgebieten (NORD STREAM 2014).

Ebenfalls kurzfristig und kleinräumig können benthische Organismen durch die mit der Resuspension von Sedimentpartikeln verbundene Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen beeinträchtigt werden. Der Sauerstoffgehalt kann abnehmen, wenn organische Stoffe in Lösung gebracht werden (HERRMANN & KRAUSE, 2000). 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 schlickigen Becken abgesetzt.

Potenzielle Effekte, die von ggf. erforderlich werdenden Reparaturarbeiten ausgehen, sind vergleichbar mit den möglichen baubedingten Auswirkungen. Da der schadhafte Kabelabschnitt wie beschrieben recht genau lokalisiert werden kann, dürften sich die Effekte unmittelbar auf den betroffenen Kabelabschnitt beschränken.

Sollte es aufgrund der geologischen Verhältnisse lokal erforderlich werden, einzelne Kabelabschnitte auf dem Meeresboden zu verlegen, werden im Bereich der Kabeltrasse benthische Lebensgemeinschaften direkt überbaut. Das gilt auch für Steinschüttungen im Bereich von Kabelkreuzungen. Der dadurch bedingte Lebensraumverlust ist dauerhaft, aber sehr kleinräumig.

Anlagebedingt: Die lokal erforderlich werden den 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 dem Kabelsystem 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.

Die Verlegetiefe ist in der AWZ der Ostsee aufgrund der heterogenen geologischen Verhältnisse auf den Trassen sowie der verfügbaren Verlegeverfahren grundsätzlich begrenzt. Daher erscheint die Festlegung eines für alle geplanten Seekabeltrassen einheitlich geltenden Werts für die herzustellende Überdeckung nicht zielführend. Der Planungsgrundsatz 4.4.4.7 setzt dementsprechend für die Ostsee lediglich eine Überdeckung ohne Konkretisierung eines einheitlichen Wertes voraus. Gleichwohl ist gemäß dem Planungsgrundsatz zur Überdeckung dauerhaft eine sichere Tiefenlage der Kabelsysteme herzustellen. Die Festlegung der herzustellenden Überdeckung erfolgt daher im Einzelzulassungsverfahren auf Grundlage einer umfassenden, durch den Vorhabenträger vorzulegenden Studie. Dabei sind explizit auch die Belange des Meeresumweltschutzes zu berücksichtigen.

Um die Einhaltung des 2 K-Kriteriums sicherzustellen, wurde ein entsprechender Grundsatz zur Sedimenterwärmung in den FEP (vgl. Planungsgrundsatz 4.4.4.8) aufgenommen. Dieser Grundsatz legt die Einhaltung des 2 K-Kriteriums fest, um potenzielle Beeinträchtigungen der Meeresumwelt durch eine kabelinduzierte Sedimenterwärmung weitestgehend zu reduzieren. Bei Einhaltung des 2 K-Kriteriums gemäß Planungsgrundsatz und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Effekte kleinräumig, d. h. nur wenige Meter beiderseits des Kabels, auftreten werden, kann davon ausgegangen werden, dass keine signifikanten Auswirkungen auf die Benthosgemeinschaften



durch die kabelinduzierte Sedimenterwärmung zu erwarten sind.

Selbige Annahmen gelten für elektrische bzw. elektromagnetische Felder. Auch durch diese sind keine erheblichen Auswirkungen auf das Makrozoobenthos zu erwarten. Elektrische Felder außerhalb des Kabelsystems können bei Drehstrom-Kabelsystemen durch geeignete Isolierung bzw. durch entsprechende Kabelkonfiguration vermieden werden, so dass elektrische Felder nicht in signifikant messbarer Weise auftreten. Ein Meideverhalten von benthischen Organismen über Kabelsystemen ist nicht bekannt (KNUST et al., 2003). Untersuchungen an einigen Krebsarten sowie Miesmuscheln ergaben keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Tiere durch niederfrequente statische Magnetfelder im  $\mu\text{T}$ -Bereich (BOCHERT & ZETTLER 2004).

Beim Betrieb entstehende Magnetfelder der einzelnen Kabel heben sich bei den geplanten Dreileiter-Drehstromkabelsystemen weitgehend auf und liegen deutlich unter der Stärke des natürlichen Magnetfelds der Erde. Modellierungen für Gleichstrom-Seekabelsysteme ergaben Werte von 11 bis max. 15  $\mu\text{T}$  an der Meeresbodenoberfläche (PGU 2012a & b). Im Vergleich dazu beträgt das natürliche Magnetfeld der Erde je nach Standort 30 bis 60  $\mu\text{T}$ . Aufgrund des geringeren Laststroms und der Dreileitertechnik ist für Drehstrom-Kabelsysteme von einem schwächeren Magnetfeld auszugehen als bei einem Gleichstrom-Kabelsystem. Für Drehstrom-Kabelsysteme sind Werte in der Größenordnung von unter 10  $\mu\text{T}$  zu erwarten. Die stärksten magnetischen Felder treten direkt oberhalb der Kabel auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender Entfernung relativ schnell ab.

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 Seekabelsystemen auf das Schutzgut Benthos zu erwarten sind. Inwieweit eine Einhaltung des 2 K-Kriteriums in allen Trassenabschnitten unter Berücksichtigung der lokalen Baugrundverhältnisse sichergestellt werden kann, ist im Rahmen des Einzelzulassungsverfahrens bei Bekanntwerden der detaillierten projektspezifischen Rahmenbedingungen zu überprüfen. Diese trassenbezogenen Erkenntnisse sind bei der Festlegung der erforderlichen Überdeckung (vgl. z. B. Planungsgrundsatz 4.4.4.7) entsprechend zu berücksichtigen.

### 4.3 Biotoptypen

Bei der Bewertung der voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen durch Festlegungen des FEP in Bezug auf Biotoptypen wird wie im Fall des BFO nach Aussage des BfN anders als bei der FFH-Verträglichkeitsprüfung in § 34 BNatSchG nach § 30 BNatSchG keine Kumulation von Beeinträchtigungen durch verschiedene Handlungen gefordert. Dementsprechend wird keine kumulative Betrachtung von Einzelfestlegungen durchgeführt.

#### 4.3.1 Gebiete und Flächen

Mögliche Auswirkungen der Gebiete und Flächen auf das Schutzgut Biotoptypen 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.

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. Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen sind auch in Gebieten mit Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsfahnen zu erwarten, die natürliche Schwebstoffmaxima deutlich überschreiten. 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. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird. Somit bleiben die Beeinträchtigungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand i. d. R. kleinräumig und temporär.

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 Windenergieanlagen auf Biotope sind nachzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

Hinsichtlich der bau- und anlagebedingten Auswirkungen durch die parkinterne Verkabelung gelten analog die in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Auswirkungsprognosen.

#### 4.3.2 Plattformen

Mögliche Auswirkungen der Plattformen auf das Schutzgut Biototypen können sich durch eine direkte Inanspruchnahme geschützter Biotope durch die Fundamente der Plattformen, eine mögliche Überdeckung durch Sedimentation von baubedingt freigesetztem Material sowie durch potenzielle Habitatveränderungen ergeben.

Die in Kapitel 4.3.1 beschriebenen baubedingten und anlagebedingten Auswirkungen auf Biotope durch direkte Inanspruchnahme, Sedimentation und Habitatveränderung gelten analog auch für die Errichtung von Plattformen. Insgesamt sind die bau- und anlagebedingten Auswirkungen als kurzfristig und kleinräumig einzustufen. Betriebsbedingte Auswirkungen durch die Plattformen auf Biotope sind nachzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten.

#### 4.3.3 Seekabelsysteme

Baubedingt können sich mögliche Auswirkungen von Seekabelsystemen 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 Seekabelsysteme 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 (vgl. Planungsgrundsatz 4.4.4.9).

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. Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen sind auch in Gebieten mit

Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsfahnen zu erwarten, die natürliche Schwebstoffmaxima deutlich überschreiten. 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. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird. Somit bleiben die Beeinträchtigungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand i. d. R. kleinräumig und temporär.

Anlagenbedingte, permanente Habitatveränderungen beschränken sich auf den unmittelbaren Bereich von Steinschüttungen, die für Kabelkreuzungen oder für den Fall, dass es lokal nötig sein sollte, Kabelabschnitte auf dem Meeresboden zu verlegen, erforderlich 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 Biotypen sind 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.

#### 4.4 Fische

Die Fischfauna weist im Bereich der Gebiete eine typische Artenzusammensetzung auf. In allen Bereichen wird die Fischgemeinschaft von Dorsch, Hering, Sprotte und Plattfischen dominiert, was typisch für die Ostsee ist.

##### 4.4.1 Gebiete und Flächen

Die geplanten Standorte stellen nach derzeitigem Kenntnisstand für keine der geschützten Fischarten ein bevorzugtes Habitat dar. Demzufolge hat der Fischbestand im Planungsbereich keine ökologisch herausgehobene Bedeutung. Die bau- und betriebsbedingten Auswirkungen der Windparks auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich begrenzt. Durch die Bautätigkeiten entstehen Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen, die – wenn auch zeitlich befristet und artspezifisch unterschiedlich – physiologische Beeinträchtigungen sowie Scheueffekte bewirken können. Im Freiwasser jagende Räuber wie Makrele und Holzmakrele 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 daher 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 (Seitenlinie) 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 ist, sind generell empfindlicher als erwachsene Artgenossen. Die Laichgebiete der meisten Fischarten liegen jedoch außerhalb der zu entwickelnden Windparkgebiete in der deutschen AWZ entweder nahe der Küste (frühjahrs-lai-chender Ostseehering, OEBERST et al. 2009) oder in den tiefen Becken (Ostseedorsch, KÖSTER et al. 2005). Fischeier bilden nach der Befruchtung die sog. Lederhaut aus, die sie robust

gegenüber mechanischen Reizen macht, z. B. gegenüber aufgewirbelten Sedimenten. Auch die frühen Lebensstadien sind möglicherweise an Turbulenz angepasst, wie sie infolge von Naturphänomenen wie Sturm oder Strömungen regelmäßig wiederkehrt. Es ist wahrscheinlich, dass es während der Bauphase durch kurze, intensive Schallereignisse insbesondere während der Installation der Fundamente zur Vergrämung von Fischen kommt. Die bei Rammarbeiten erzeugte Schallintensität und Frequenzspektrum werden, können nahezu alle Fische wahrnehmen (KNUST et al. 2003). Die Reichweite der Wahrnehmung und mögliche artspezifische Verhaltensreaktionen sind jedoch bislang nur wenig untersucht. Der bei Rammarbeiten entstehende Schalldruck reichte aus, um bei Kabeljau (*Gadus morhua*) innere Blutungen und Barotraumen der Schwimmblase zu verursachen. Diese Wirkung wurde ab einer Entfernung von 1400 m oder näher von einer Ramm-schallquelle festgestellt (DE BACKER et al. 2017). Allerdings ist auch hier mit einer Fluchtreaktion der Fische zu rechnen, eine Rückkehr nach Beendigung der Störung ist wahrscheinlich. Baumaßnahmen im Testfeld „alpha ventus“ in der südlichen Nordsee hatten einen stark verringerten Bestand von pelagischen Fischen relativ zu dem umgebenden Gebiet zur Folge (KRÄGEFSKY 2014), und auch im Vorhabengebiet „BARD Offshore 1“ ergaben sich während der dreijährigen Bauphase deutliche Hinweise auf temporäre Vergrämungen, vermutlich durch Rammarbeiten und erhöhten Schiffsverkehr. Nach Beendigung der Rammarbeiten kehrten die Fische schnell wieder in die zuvor gemiedenen Bereiche zurück. Hydroakustische Messungen im ersten deutschen Windpark „alpha ventus“ zeigten eine verringerte Fischdichte während der Bauphase, vermutlich infolge von Rammarbeiten und andere Bauaktivitäten. Während des anschließenden Betriebes konnten weder Scheuchung noch Attraktion belegt werden (KRÄGEFSKY 2014). Dieser Befund wurde für die Windparks „BARD Offshore 1“ und

„Global Tech 1“ für Heringe (*Clupea harengus*) und Sprotten (*Sprattus sprattus*) bestätigt (FLOETER et al. 2017). Eine erhöhte Individuendichte nahe der Turbinenfundamente (SCHRÖDER et al. 2013, KRÄGEFSKY 2014) legt eine trophische Beziehung zwischen den pelagischen Fischen und dem Bewuchs nah, allerdings stellen Hartsubstrat-assoziierte Organismen für Makrelen (*Scomber scombrus*) und Holzmakrelen (*Trachurus trachurus*) nur unbedeutende Nahrungskomponenten dar (KRÄGEFSKY 2014). Die filtrierenden Arten, die den Großteil des Fundamentbewuchses ausmachen, könnten die Planktondichte beeinflussen, die auch für planktonfressende Fische ausschlaggebend ist. Dies war anhand Abundanz pelagischer Fische jedoch nicht messbar. Stattdessen wurden signifikant erhöhte Meroplanktondichten in Wasserkörpern festgestellt, die zuvor durch einen Windpark geströmt waren (FLOETER et al. 2017). Da in den Windparks die Fischerei weitestgehend ausgeschlossen sein wird, werden durch die Installation von Windparks Rückzugsgebiete entstehen, von wo aus die umliegenden Gebiete ebenfalls Fische empfangen könnten.

#### 4.4.2 Plattformen

Die Fischfauna weist auch im Bereich der geplanten Konverterplattformen eine typische Artenzusammensetzung auf. In allen Bereichen wird die Fischgemeinschaft von Dorsch, Hering, Sprotte und Plattfischen dominiert, was typisch für die Ostsee ist. Die geplanten Konverterstandorte stellen nach derzeitigem Kenntnisstand für keine der geschützten Fischarten ein bevorzugtes Habitat dar. Demzufolge hat der Fischbestand im Bereich der geplanten Konverterplattformen keine ökologisch herausgehobene Bedeutung. Die bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen der Konverterplattformen auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich eng begrenzt.



Baubedingt: Durch die Bautätigkeiten entstehen Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen, die vorübergehend und artspezifisch physiologische Beeinträchtigungen sowie Scheueffekte bewirken können. Im Freiwasser jagende Räuber wie Makrele und Holzmakrele meiden Areale mit hohen Sedimentfrachten und weichen so der Gefahr einer Verklebung des Kiemenapparates mit einer verbundenen Respirationseinschränkung aus (EHRICH & STRANSKY 1999). Eine Gefährdung dieser Arten infolge von Sedimentaufwirbelungen erscheint daher aufgrund des Ausweichens unwahrscheinlich. Auch eine Beeinträchtigung von Grundfischen ist nicht zu erwarten. Schollen und Seezungen zeigten beispielsweise bei sturmbedingten Sedimentaufwirbelungen erhöhte Nahrungssuchaktivität (EHRICH et al. 1998). Insgesamt ist für adulte Fische somit von geringen Beeinträchtigungen auszugehen. Aufgrund der vorherrschenden Sedimentbeschaffenheit wird sich das freigesetzte Sediment zudem schnell wieder absetzen. Somit bleiben die Beeinträchtigungen voraussichtlich kleinräumig und temporär. Eine kurzfristige Erhöhung der Sedimentkonzentration im Wasser scheint für adulte Fische nicht schädlich zu sein, da Fische derartige Bereiche meiden (IFAF 2004). Eier und Larven sind jedoch empfindlicher als die erwachsenen Tiere, so dass durch die Trübungsfahnen eine kurzfristige und kleinräumige Schädigung von Fischeiern und Fischlarven möglich ist. Für die meisten in der AWZ vorkommenden Fischarten ist eine Laichschädigung aber nicht zu erwarten, da die mögliche Beeinträchtigung des Fischlaichs von der Reproduktionsstrategie abhängig ist. Die Eier pelagisch laichender Fische besitzen eine Schutzschicht, die sie vor mechanischen Einwirkungen z. B. durch aufgewirbelte Sedimente schützt. Obwohl die Konzentration suspendierter Partikel Werte erreichen kann, die für bestimmte Organismen schädlich sind, sind die Auswirkungen auf die Fische als relativ gering anzusehen, da derartige Konzentrationen zeitlich und räumlich nur

begrenzt auftreten (HERMANN & KRAUSE 2000). Das gilt auch für mögliche Konzentrationserhöhungen von Nähr- und Schadstoffen durch die Resuspension von Sedimentpartikeln, die durch Verdünnungs- und Verteilungseffekte schnell wieder abgebaut werden (ICES 1992, 1998). Die Bautätigkeiten führen zu Schallemissionen, die eine Scheuchwirkung auf Fische entfalten können. Es ist wahrscheinlich, dass es während der Bauphase durch kurze, intensive Schallergebnisse insbesondere während der Installation der Fundamente zur Vergrämung kommt. Es ist allerdings zu erwarten, dass die Fische nach Wegfall der Geräuschquelle in das Gebiet zurückkehren. Bei entsprechender Intensität sind auch physiologische Schädigungen des Hörapparates oder anderer Organe mit letalen Folgen denkbar. Dies gilt in besonderem Maße für Schallemissionen während der Rammarbeiten (WOODS et al. 2001). KNUST et al. (2003) gehen davon aus, dass die Schallemissionen bei Rammarbeiten aufgrund der hohen Schallintensität und des erzeugten Schallspektrums von nahezu allen Fischarten wahrgenommen werden können. Die Reichweite der Wahrnehmung und mögliche artspezifische Verhaltensreaktionen sind jedoch bislang nicht ausreichend untersucht. Die Untersuchung der baubedingten Effekte von Windenergieanlagen auf Fische im Testfeld „alpha ventus“ (KRÄGEFSKY 2014) zeigte eine scheuchende Wirkung der Baumaßnahmen, aufgrund des stark verringerten Bestands von pelagischen Fischen im „alpha ventus“-Gebiet während der Bauphase relativ zu dem umgebenden Gebiet. Auch im Vorhaben-gebiet „BARD Offshore 1“ haben sich während der dreijährigen Bauphase deutliche Hinweise auf temporäre Vergrämungen ergeben, die vermutlich v. a. lärminduziert waren. Die kleinräumigen Ergebnisse zeigen eine Vergrämung und damit eine Beeinträchtigung der Fischfauna für die durch Lärmmissionen beeinflussten Bereiche im Baugebiet vor (Intensivierung des Schiffsverkehrs) und während der Rammarbeiten. Die Ergebnisse bestätigen aber auch, dass



nach Beendigung der Rammarbeiten die jeweiligen Bereiche schnell wieder durch die Fischfauna erschlossen werden. So konnten fünf Monate nach Rammung keine signifikanten Effekte in den Fischgemeinschaften mehr gefunden werden (PGU 2013). Beim Bau der Konverterplattformen entstehen Geräuschemissionen sowohl durch den Einsatz von Schiffen, Kränen und Bauplattformen als auch durch die Installation der Plattformfundamente. Das vom Schalleintrag durch die Rammarbeiten ausgehende Risiko für die Fische wird durch angeordnete Maßnahmen zur Schallminderung voraussichtlich reduziert. Teilaspekte der Vergrämuungsmaßnahmen für marine Säuger sind wahrscheinlich auch auf Fische anwendbar. Als Lärmschutzwert ist entsprechend dem Planungsgrundsatz zur Schallminderung bei Rammarbeiten ein emittierter Schallereignispegel von unter 160 dB re 1µPa<sup>2</sup>s außerhalb eines Kreises mit einem Radius von 750 m um die Ramm- bzw. Einbringungsstelle einzuhalten.

Anlagebedingt: Durch die Errichtung der Fundamente der Konverterplattformen sowie des Kolksschutzes werden lokal Lebensräume überbaut. Dadurch gehen den demersalen Fischen dauerhaft, aber sehr kleinräumig Lebensräume verloren. Durch die anzunehmende Besiedlung der Fundamentoberflächen durch Benthos- und Algenarten wird in allen bisher bekannten Untersuchungen eine Erhöhung der lokalen Biomasse prognostiziert, die zu einer Erweiterung des Nahrungsspektrums und der Nahrungsvfügbarkeit für einzelne Arten sowie einer Erhöhung der Artenvielfalt führen kann. Während einzelne Studien für demersale Fische Anlockeffekte aufzeigen, konnten diese für die hochmobilen, pelagischen Arten bislang nicht nachgewiesen werden.

Betriebsbedingt: Im Betrieb geht von den Konverterplattformen keine erhebliche Gefährdung für Fische aus. Es kann durch Entnahme von Kühlwasser und die Einleitung von erwärmtem

Wasser zu Beeinträchtigungen von Fischlarven kommen, relevante Auswirkungen auf das Lichthyoplankton oder die Fischgemeinschaft sind jedoch nicht zu erwarten, da die Menge des entnommenen und erwärmten Wassers in Relation zur Größe des Wasserkörpers, in dem diese verbreitet sind, sehr gering ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nach derzeitigem Kenntnisstand unter Berücksichtigung der Zustandseinschätzung nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung des Schutzgutes Fische durch die geplanten Konverterstandorte zu rechnen ist. Die baubedingten Auswirkungen auf die Fischfauna werden insgesamt als nicht erheblich eingeschätzt, da diese von kleinräumiger und kurzfristiger Natur sind. Schallemissionen der Bauphase sind durch geeignete Maßnahmen zu mindern. Die konkrete Ausgestaltung dieser Maßnahmen ist Gegenstand des Einzelzulassungsverfahrens. Bezüglich möglicher betriebsbedingter Auswirkungen der Konverterplattformen sind ebenfalls keine signifikanten Auswirkungen zu erwarten.

#### 4.4.3 Seekabelsysteme

Die Fischfauna weist auch im Bereich der vorgesehenen Seekabeltrassen eine typische Artenzusammensetzung auf. In allen Bereichen wird die Fischgemeinschaft von Dorsch, Hering, Sprotte und Plattfischen dominiert, was typisch für die Ostsee ist. Die geplanten Seekabeltrassen stellen nach derzeitigem Kenntnisstand für keine der geschützten Fischarten ein bevorzugtes Habitat dar. Demzufolge hat der Fischbestand im Bereich der geplanten Seekabeltrassen keine ökologisch herausgehobene Bedeutung. Die bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen der Seekabelverlegung auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich eng begrenzt.

Baubedingt: Bei der Verlegung der Kabelsysteme können vorübergehend Trübungsfahnen auftreten und lokale Sedimentaufwirbelungen auftreten. Hierdurch kann es für die Dauer der

Bautätigkeiten in der Umgebung der Kabelsysteme zu einer Beeinträchtigung oder Schädigung der Fische kommen. Aufgrund der vorherrschenden Sedimentbeschaffenheit wird sich das freigesetzte Sediment schnell absetzen. Somit bleiben die Beeinträchtigungen vorübergehend und kleinräumig. Ferner kann es zur zeitweisen Vergrämung von Fischen und damit zu einem kleinräumigen und kurzfristigen Habitatverlust durch baubedingten Lärm und Vibrationen kommen. Eine kurzfristige Erhöhung der Konzentration von Sedimentpartikeln scheint für adulte Fische nicht schädlich zu sein, da bekannt ist, dass Fische Bereiche mit anthropogen bedingter hoher Sedimentaufwirbelung meiden (IFAF 2004). Dazu gehören im Freiwasser jagende Räuber wie Makrele und Holzmakrele, die Areale mit hohen Sedimentfrachten meiden und so der Gefahr einer Verklebung des Kiemenapparates verbunden mit einer Respirationseinschränkung ausweichen (EHRICH & STRANSKY 1999). Eier und Larven einer Art sind jedoch empfindlicher als die erwachsenen Tiere, so dass durch die Trübungsfahnen eine kurzfristige und kleinräumige Schädigung von Fischeiern und -larven möglich ist. Für die meisten in der AWZ vorkommenden Fischarten ist eine Laichschädigung jedoch nicht zu erwarten, da die mögliche Beeinträchtigung des Fischlaichs von der Reproduktionsstrategie abhängig ist. Die Eier der pelagisch laichenden Fische weisen in der Regel eine Schutzschicht auf, die sie vor mechanischen Einwirkungen durch aufgewirbelte Sedimente schützt. 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 Sediment-

partikeln (ICES 1992, 1998). 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. Außerdem ist die Fischfauna an die hier typischen, von Stürmen verursachten natürlichen Sedimentaufwirbelungen angepasst.

Betriebsbedingt: Beim Betrieb von Seekabeln ist die Erzeugung von magnetischen Feldern nicht auszuschließen. Elektrische Felder sind jedoch weder bei den Gleichstrom- noch bei den Drehstrom-Seekabelsystemen messbar. Magnetfelder der einzelnen Kabelsysteme heben sich bei den geplanten bipolaren (Hin- und Rückleiter) bzw. Dreileiter-Kabelkonfigurationen weitgehend auf. Modellierungen für Gleichstrom-Seekabelsysteme ergaben Werte von 11 bis max. 15  $\mu\text{T}$  an der Meeresbodenoberfläche (PGU 2012a & b). Im Vergleich dazu beträgt das natürliche Magnetfeld der Erde je nach Standort 30 bis 60  $\mu\text{T}$ . Aufgrund des geringeren Laststroms und der Dreileitertechnik ist für Drehstromkabelsysteme von einem schwächeren Magnetfeld auszugehen als bei den Gleichstromkabelsystemen. Für Drehstromkabelsysteme sind Werte von unter 10  $\mu\text{T}$  zu erwarten. Die stärksten magnetischen Felder treten direkt oberhalb des Kabelsystems auf. Die Stärke der Felder nimmt mit zunehmender Entfernung vom Kabelsystem relativ schnell ab. Für eine Reihe von Fischarten, insbesondere wandernde Spezies wie Lachs und Flusssaal, ist eine Orientierung am Erdmagnetfeld dokumentiert. Diese Arten können elektrische Felder wahrnehmen, was in einigen Fällen zu Verhaltensänderungen führen kann (MARHOLD & KULLINK 2000, ÖHMANN 2007). Nach KULLINK & MARHOLD (1999)

ist eine mögliche Beeinträchtigung des Orientierungsverhaltens adulter Exemplare von Arten, die elektrische oder magnetische Felder zur Orientierung nutzen (wie Aale, Haie, Lachse), höchstens kurzfristig, wie Experimente am Ostsee-Aal belegen. Fische greifen auf unterschiedliche Umweltparameter zurück, die im Zusammenspiel für die Orientierungsleistungen verantwortlich sind.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand nicht mit einer erheblichen Beeinträchtigung des Schutzgutes Fische durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabeln zu rechnen ist. Die baubedingten Auswirkungen auf die Fischfauna werden insgesamt als nicht erheblich eingeschätzt. Was mögliche betriebsbedingte Auswirkungen der Seekabelsysteme wie die Temperaturerhöhung des Sediments und magnetische Felder betrifft, sind ebenfalls keine signifikanten Auswirkungen zu erwarten.

## 4.5 Marine Säuger

### 4.5.1 Gebiete und Flächen sowie Plattformen

Die drei Gebiete O-1, O-2 und O-3 gehören, wie die gesamte westliche Ostsee, zum Lebensraum der Schweinswale. Nach aktuellem Kenntnisstand werden die drei Gebiete von Schweinswalen als Durchzugsgebiete genutzt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass diese drei Flächen besondere Funktionen als Nahrungsgründe oder Aufzuchtgebiete für Schweinswale haben. Seehunde und Kegelrobben nutzen die Gebiete O-1 und O-2 nur sporadisch als Durchzugsgebiete. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem Monitoring der Natura2000-Gebiete und aus Untersuchungen für Offshore-Windparks kann derzeit eine geringe bis mittlere Bedeutung der drei Flächen für Schweinswale abgeleitet werden. Für Seehunde und Kegelrobben haben diese Flächen keine besondere Bedeutung.

Baubedingt: Gefährdungen können für Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde durch Lärmemissionen während der Installation der Fundamente von Windenergieanlagen und Umspannplattformen, sofern diese als gerammte Tiefgründung ausgeführt werden, verursacht werden, wenn keine Verminderungs- und Vermeidungsmaßnahmen getroffen werden.

Zur Abschätzung der möglichen Auswirkungen sowie des Gefährdungspotenzials für marine Säuger sind einerseits Kenntnisse über das Hörvermögen mariner Säuger und andererseits Kenntnisse hinsichtlich der Intensität der Schallemissionen während der Rammung erforderlich. Bis heute gibt es nur lückenhafte Kenntnisse über das Hörvermögen von marinen Säugetieren, über die Gefährdungspotentiale verschiedener Aktivitäten und über Hörschwellen bzw. Hörschwellenverschiebungen (RICHARDSON 2002).

Erste 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 (sogenanntes 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 Hörschwellenverschie-

bung erleiden, die möglicherweise auch zu Schädigungen von lebenswichtigen Sinnesorganen führen kann. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die zur Empfehlung oder Festlegung von Lärmschutzwerten geführt haben, beruhen mehrheitlich auf Beobachtungen bei anderen Walarten (SOUTHALL et al. 2007) oder auf Experimenten an Schweinswalen in Gefangenschaft unter Einsatz von sogenannten Airguns oder Luftpulsern (LUCKE et al. 2009).

Ohne den Einsatz von schallmindernden Maßnahmen könnten erhebliche Beeinträchtigungen mariner Säuger während der Installation in einzelnen Teilräumen nicht ausgeschlossen werden. Die Installation der Pfähle von Windenergieanlagen und Umspannplattformen wird deshalb im konkreten Zulassungsverfahren nur unter dem Einsatz wirksamer Schallminderungsmaßnahmen gestattet werden. Hierzu trifft der Plan mit dem Grundsatz zur Schallminderung eine textliche Festlegung. Dieser besagt, dass die Rammung der Plattformfundamente nur unter Einhaltung von strengen Schallminderungsmaßnahmen durchzuführen ist. Im konkreten Zulassungsverfahren werden zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte umfangreiche Schallminderungsmaßnahmen und Überwachungsmaßnahmen angeordnet. Festgelegt sind ein maximaler Schallereignispegel (SEL) von 160 dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$  und ein Spitzenschalldruckpegel von 190 dB re  $1\mu\text{Pa}$  in 750 m Entfernung um die Ramm- bzw. Einbringstelle. Durch geeignete Maßnahmen ist dabei sicherzustellen, dass sich im Nahbereich der Rammstelle keine marinen Säugetiere aufhalten. Insbesondere während der Rammarbeiten sind direkte Störungen mariner Säugetiere auf Individuenebene zeitlich begrenzt zu erwarten. Derzeit wird die Dauer der Rammarbeiten zur Installation einer Umspannplattform auf höchstens eine Woche eingeschätzt; dabei beträgt die effektive Rammzeit einschließlich der Vergrämung ca. drei Stunden. Für die Dauer der Installation der Fundamente ist mit einem Habitatverlust um die Baustelle zu rechnen. Die je-

weils einzuhaltende effektive Rammzeit (einschließlich der Vergrämung) wird 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.

Der vom Umweltbundesamt 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 Einzelereignissen 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 Lärmschutzwert unter dem von SOUTHALL et al. (2007) vorgeschlagenen Grenzwert. Gleichwohl ist auf Grundlage der neuen wissenschaftlichen Arbeiten davon auszugehen, dass die Lärmschutzwerte einzuhalten sind, um Verletzungen der Schweinswale mit der erforderlichen Sicherheit ausschließen zu können.

Seit 2011 kommen bei allen Bauvorhaben in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee technische Schallminderungsmaßnahmen zum



Einsatz. In den Jahren 2012 und 2013 konnten die Lärmschutzwerte nicht durchgehend verlässlich eingehalten werden. Die nicht kontinuierliche Einhaltung der Lärmschutzwerte hing mit den bis dahin geringen praktischen Erfahrungen in der Entwicklung und Anwendung von Schallschutzmaßnahmen zusammen. Mit der Unterstützung von Offshore-Betreibern und Forschungsvorhaben des Bundes ist es jedoch gelungen sehr effektive technische Entwicklungen voranzutreiben. Die Entwicklung des technischen Schallschutzes in Offshore-Baustellen hat dazu geführt, dass seit 2014 die Lärmschutzwerte verlässlich eingehalten und sogar unterschritten werden. Überschreitungen der Lärmschutzwerte sind seit 2014 seltene Ereignisse, die dann mit unvorhersehbaren technischen Defekten der Schallminderungssysteme zusammenhängen.

In 2016 wurde das Vorhaben „Wikinger“ in dem Gebiet O-1 realisiert. Die Gründung der Fundamente auf Jacketstrukturen erfolgte mittels Rammung. Im 2017 wurden die Fundamente auf Monopfahlgründungen für das Vorhaben „Arkona Becken Südost“ installiert. Trotz der schwierigen Bodenverhältnisse ist durch den Einsatz von kombinierten Schallschutzmaßnahmen bestehend aus einem weiterentwickelten Blasenschleiersystem und aus einem pfahlnahen System gelungen, die Lärmschutzwerte verlässlich einzuhalten und sogar den Schalleignispegel  $SEL_{05}$  in 750 m Entfernung mit bis zu 6 dB re  $1\mu\text{Pa}^2$  zu unterschreiten. Ähnlich gute Ergebnisse wurden auch bei der Installation von Monopfählen in der AWZ der Nordsee erzielt.

Die Ergebnisse aus der bisherigen Anwendung von Schallminderungssystemen bestätigen, dass es unter Einsatz von geeigneten Maßnahmen möglich ist, den Einzelereignispegel (SEL) der Rammung in einer Entfernung von 750 m auf unter 160 dB re  $1\mu\text{Pa}$  zu reduzieren.

Das Maß der erforderlichen Auflagen ergibt sich auf Zulassungsebene standort- und projektspezifisch aus der Prüfung des Einzelvorhabens anhand von artenschutz- und gebietsschutzrechtlichen Vorgaben. Generell gelten die genannten Erwägungen für Schweinswale zur Schallbelastung durch Bauaktivitäten von Umspannplattformen auch für Robben und Seehunde. Um Auswirkungen der Schichtung des Wassers unter bestimmten hydrographischen Bedingungen auf die Ausbreitung des Schalleintrags durch Rammarbeiten in der Ostsee zu erfassen, und ggf. zusätzliche Maßnahmen ergreifen zu können, werden im Rahmen des Vollzugs der Einzelvorhaben besondere Überwachungsmaßnahmen angeordnet.

Zusammenfassend ist aufgrund der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse davon auszugehen, dass der Rammschall ohne den Einsatz von Vergrämungs- und Minderungsmaßnahmen zu erheblichen Auswirkungen auf marine Säugetiere führt. Die aktuellen technischen Entwicklungen aus dem Bereich der Minderung von Unterwasserschall zeigen allerdings, dass durch den Einsatz von geeigneten Maßnahmen das Risiko von Auswirkungen des Schalleintrags auf marine Säugetiere wesentlich reduziert oder sogar ausgeschlossen werden kann.

Auf der Basis der funktionsabhängigen Bedeutung der Gebiete für Schweinswale und der getroffenen Regelungen im Flächenentwicklungsplan zur Reduzierung der Schalleinträge werden in Tabelle 17 die Auswirkungen von Windenergieanlagen und Umspannplattformen auf Schweinswale eingeschätzt. Der Ausschluss der Errichtung von Windenergieanlagen und Umspannplattformen in Natura2000-Gebieten trägt zu einer Reduzierung der Gefährdung von Schweinswalen in wichtigen Naturschutzgebieten bei.



Tabelle 17: Einschätzung der Auswirkungen von Windenergieanlagen und Umspannplattformen auf Schweinswale in Bezug auf die Funktion und Bedeutung der einzelnen Gebiete.

Auswirkungen	Gebiet	Funktion	Bedeutung	Einschätzung <sup>1</sup>
<b>Bauphase</b> (zeitlich eingeschränkte, lokale, höchstens mittlere Belastung)	O-1	Durchzugsgebiet	mittel	unerheblich
		Nahrungsgrund	mittel	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	gering	unerheblich
	O-2	Durchzugsgebiet	mittel	unerheblich
		Nahrungsgrund	gering	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	keine	unerheblich
	O-3	Durchzugsgebiet	gering	unerheblich
		Nahrungsgrund	gering	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	keine	unerheblich
<b>Betriebsphase</b> (lokale, permanente geringe Belastung durch Anlockung)	O-1	Durchzugsgebiet	mittel	unerheblich
		Nahrungsgrund	mittel	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	gering	unerheblich
	O-2	Durchzugsgebiet	mittel	unerheblich
		Nahrungsgrund	gering	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	keine	unerheblich
	O-3	Durchzugsgebiet	gering	unerheblich
		Nahrungsgrund	gering	unerheblich
		Aufzuchtsgrund	keine	unerheblich

<sup>1</sup>unter strenger Einhaltung von Schallminderungsmaßnahmen gemäß Planungsgrundsatz.

Betriebs- und anlagebedingt: Erhebliche Auswirkungen der Umspannplattformen in der Betriebsphase auf marine Säugetiere können nach aktuellem Kenntnisstand ausgeschlossen werden. So haben die Untersuchungen zum Betriebsschall der Windenergieanlagen im Testfeld „alpha ventus“ ergeben, dass sich die betriebsbedingten Schallpegel bereits in Entfernungen von wenigen hundert Metern kaum vom Hintergrundschall unterscheiden (BETKE et al. 2012). Die Ergebnisse lassen die Annahme zu, dass in einer Entfernung von 1000 m von der Windenergieanlage der Schallpegel 12 bis 15 dB unter der Hörschwelle des Schweinswals liegt. Nach aktuellem Kenntnisstand sind durch den Betrieb der Umspannplattformen höchstens

vergleichbare Geräuschpegel zu erwarten. Nach der ständigen Zulassungspraxis wird jedoch auch für die Umspannplattformen angeordnet, nur die Technologie nach Stand der Technik einzusetzen, die den geringstmöglichen Schalleintrag in den Wasserkörper gewährleistet.

Neue Ergebnisse über die Habitatnutzung von Offshore-Windparks im Betrieb liefert eine Studie aus dem niederländischen Offshore-Windpark „Egmond aan Zee“. Mit Hilfe der akustischen Erfassung wurde die Nutzung der Windparkfläche bzw. von zwei Referenzflächen durch Schweinswale vor der Errichtung der Anlagen (Basisaufnahme) und in zwei aufei-

inander 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 Windparkfläche 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 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. Auch Ergebnisse von „Horns Rev I“ deuten in der Betriebsphase auf eine im Vergleich zur Basisuntersuchung stärkere Anwesenheit von Schweinswalen innerhalb des Windparks hin (BLEW et al. 2006).

Auf der Grundlage der obigen Aussagen ist im Ergebnis der SUP festzuhalten, dass während der Rammungen erhebliche Beeinträchtigungen mariner Säuger in Teilbereichen nicht ausgeschlossen werden können. Daher enthält der Plan einen Grundsatz zur Schallminderung bei der Errichtung von Umspannplattformen. Unter der Voraussetzung der Einhaltung geltender Lärmschutzwerte nach Umsetzung der im Einzelzulassungsverfahren anzuordnenden Minderungsmaßnahmen gemäß Planungsgrundsatz und aufgrund der hohen Mobilität der Tiere sind nach derzeitigem Stand keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten.

#### 4.5.2 Seekabelsysteme

Baubedingt: Während der zeitlich und räumlich eng begrenzten Verlegephase kann es durch den baubedingten Schiffsverkehr zu kurzfristigen Scheueffekten für marine Säuger kommen. Diese Effekte gehen allerdings nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamen Schiffsbewegungen verbunden sind. Da die Ostsee intensiv für die Schifffahrt genutzt wird, ist durch den erhöhten Schiffsverkehr in der Bauphase oder zu Reparatur- und Wartungszwecken keine erhebliche zusätzliche Störung mariner Säuger zu erwarten. Mögliche Veränderungen der Sedimentstruktur und damit verbundene temporäre Benthosveränderungen haben auf marine Säugetiere keine Auswirkungen, denn marine Säugetiere suchen ihre Beute in weit ausgedehnten Arealen in der Wassersäule.

Betriebsbedingte Sedimenterwärmungen haben keine direkten Auswirkungen auf hochmobile Tiere wie marine Säuger. Der Einfluss elektromagnetischer Felder von Seekabeln auf das Wanderverhalten von Meeressäugetieren ist weitgehend unbekannt (GILL et al. 2005). Da die auftretenden Magnetfelder aber deutlich unter dem natürlichen Magnetfeld der Erde liegen, sind keine signifikanten Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten.

Als Ergebnis der SUP bleibt festzuhalten, dass nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Marine Säuger zu erwarten sind.

## 4.6 See- und Rastvögel

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine mittlere Bedeutung des Gebietes O-1, sowie geringe Bedeutungen der Gebiete O-2 und O-3 für See- und Rastvögel hin. Das Gebiet O-1 weist insgesamt ein mittleres Seevogelvorkommen und ebenfalls nur ein mittleres Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Die Gebiete O-2 und O-3 weisen ein geringes Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf. Alle drei Gebiete zählen nicht zu den Hauptrast-, Nahrungs- und Überwinterungshabitaten von Arten des Anhangs I der V-RL oder von schützenswerten Arten des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Für Brutvögel haben die Gebiete auf Grund ihrer Entfernung zu den Küsten keine Bedeutung. Auf Grund der Wassertiefe zählen sie ebenfalls nicht zu den wichtigen Nahrungsgründen für tauchende Meerestenten.

### 4.6.1 Gebiete und Flächen

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 werden.

Bei stöempfindlichen Arten ist mit einer Meidung der Baustelle zu rechnen. Dabei wird der baubedingte Schiffsverkehr nicht das Maß der Beeinflussung, die ohnehin in einigen Bereichen der deutschen Ostsee von der regulären Schifffahrt auf die Seevögel wirkt, überschreiten. Darüber hinaus ist durch die, dem FEP zugrundeliegenden, Planungsgrundsätze eine zeitliche und räumliche Koordinierung der Bauvorhaben und eine Reduktion des aufkommenden Schiffsverkehrs vorgegeben. Trübungsfahren werden ebenfalls nur lokal und zeitlich begrenzt auftreten. Anlockeffekte durch die Beleuchtung der Baustelle sowie der Baustellenfahrzeuge sind nicht auszuschließen. In den Einzelzulassungsverfahren werden allerdings

entsprechende Nebenbestimmungen zur Minimierung von Emissionen aufgenommen, um diese auf ein notwendiges Mindestmaß zu reduzieren.

Zusammengefasst können aufgrund der allgemein hohen Mobilität der Vögel und der zu treffenden Maßgaben zur Vermeidung und Verminderung von intensiven Störungen erhebliche Auswirkungen auf alle Arten während der Bauphase mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

Betriebs- und anlagenbedingt: Errichtete Windenergieanlagen können ein Hindernis im Luftraum darstellen und auch bei See- und Rastvögel 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 stöempfindliche Arten, wie See- und Prachtttaucher, 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

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.

Für die Abschätzung eines möglichen Kollisionsrisikos für See- und Rastvögel mit Windenergieanlagen auf See sind die entsprechenden Höhenparameter der Anlagen eine wichtige Kennzahl. Im FEP wurden entsprechend den aktuellen technischen Weiterentwicklungen in Bezug auf die Dimensionen zukünftiger Windenergieanlagen Szenarien aufgenommen, die die Höhenparameter berücksichtigen (vgl. Kapitel 1.5.5 des Umweltberichts). In einem Szenario 1 würden Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe von 125 m und einem Rotordurchmesser von 198 m zum Einsatz kommen, die somit eine Gesamthöhe von 224 m erreichen würden. In einem Szenario 2 wären es entsprechend Windenergieanlagen mit einer Nabenhöhe von 175 m, einem Rotordurchmesser von 250 m und einer Gesamthöhe von 300 m. Dies bedeutet, dass der untere rotorfreie Bereich von der Wasseroberfläche bis zur unteren Rotorblattspitze in Szenario 1 26 m beziehungsweise 50 m in Szenario 2 betragen würde.

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 Meerestenten 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.

Insgesamt ist somit bei der Realisierung der in Szenario 1 und 2 angegebenen Windenergieanlagen in den Gebieten gemäß FEP nicht mit einem erhöhten Kollisionsrisiko für See- und Rastvogelarten auszugehen. Dies gilt nach derzeitiger Erkenntnislage auch für solche Arten, deren Flughöhen sich im Bereich der sich drehenden Rotorblätter befinden. Weiterhin wird durch den Ausschluss von Windparkvorhaben in Natura2000-Gebieten das Kollisionsrisiko in wichtigen Nahrungs- und Rastgründen der AWZ minimiert.

Für stöempfindliche 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 stöempfindlich 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 FEP 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). Erhebliche Auswirkungen in Form von Habitatverlust können daher mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus trifft der FEP Festlegungen hinsichtlich der Berücksichtigung der besten Umweltpraxis sowie des jeweiligen Stands der Technik. In diesem Zusammenhang sind auf Zulassungsebene u. a. Regelungen zur Vermeidung und Verminderung von negativen Auswirkungen durch Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen auf See- und Rastvögel insbesondere in Form von Maßgaben zur Minimierung von Schadstoff- und Lichtimmissionen zu treffen. Dieses entspricht der aktuellen Zulassungspraxis.

Weiterhin ist nicht auszuschließen, dass sich die Fischbestände während der Betriebsphase durch ein mit einem Befahrensverbot für Schiffe einhergehenden Fischereiverbot innerhalb des Windparks erholen. Zusätzlich zur Einbringung von Hartsubstrat könnte sich somit das Artenspektrum der vorkommenden Fische vergrößern und ein attraktives Nahrungsangebot für nahrungssuchende Seevögel bieten. Eine erhebliche Beeinträchtigung kann für diesen Aspekt nicht prognostiziert werden.

#### 4.6.2 Plattformen

Baubedingt: Direkte Störungen von Seevögeln durch Scheueffekte sind in der Bauphase höchstens lokal und zeitlich begrenzt zu erwarten. Aufgrund der hohen Mobilität der Vögel und der – im jeweiligen Einzelzulassungsverfahren – zu treffenden Maßgaben zur Vermei-

dung und Verminderung von intensiven Störungen können erhebliche Auswirkungen mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden. Die Errichtung von Plattformen ist räumlich begrenzt, so dass etwaige Auswirkungen wie Meideverhalten oder Anlockeffekte durch die Bauschiffe nur lokal auftreten können.

Vor dem Hintergrund der bestehenden Vorbelastung durch Schiffsverkehr werden die Auswirkungen des baubedingten Verkehrsaufkommens jedoch nicht zu einer wesentlichen Erhöhung von Stör- und Barrierewirkungen führen. Zusammenfassend ist daher festzustellen, dass die möglicherweise mit dem Baubetrieb verbundenen Beeinträchtigungen der Seevögel als nicht erheblich zu bewerten sind.

Betriebs- und anlagenbedingt: Erhebliche Auswirkungen von Plattformen auf See- und Rastvögel während der Betriebsphase sind nach derzeitiger Kenntnis nicht zu erwarten. Die Plattformen werden in unmittelbarer Umgebung zu den Windparks errichtet. Damit gehen etwaige Auswirkungen der Plattformen nicht über das Maß der möglichen Auswirkungen der direkt benachbarten Windparks hinaus.

Sollte sich das Benthosartenspektrum im Bereich der Plattformen und Windparks verändern, würde diese Veränderung möglicherweise Fische und dann auch Prädatoren wie Seevögel verstärkt anlocken. Auswirkungen durch Sediment- und Benthosveränderungen im unmittelbaren Umfeld der Plattformen blieben jedoch für Seevögel unerheblich, da diese ihre Beuteorganismen überwiegend in der Wassersäule in weit ausgedehnten Arealen suchen. Während des Betriebs der Plattformen könnten zeitlich begrenzt Scheueffekte durch Schiffs- und Helikopterverkehr im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten auftreten.

Bei Offshore-Plattformen wurde häufig festgestellt, dass diese von vielen Vogelarten als Rastplätze genutzt werden. Eine Anlockwirkung



der Plattformen ist daher bei vielen Möwenarten nicht auszuschließen.

Darüber hinaus trifft der FEP Festlegungen hinsichtlich der Berücksichtigung der besten Umweltpraxis sowie des jeweiligen Stands der Technik. In diesem Zusammenhang sind auf Zulassungsebene u.a. Regelungen zur Vermeidung und Verminderung von negativen Auswirkungen durch Errichtung und Betrieb von Plattformen auf Seevögel insbesondere in Form von Maßgaben zur Minimierung von Schadstoff- und Lichtimmissionen zu treffen. Dieses entspricht der aktuellen Zulassungspraxis.

Anlagen- und betriebsbedingte erhebliche Auswirkungen von Plattformen auf See- und Rastvögel können daher mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.6.3 Seekabelsysteme

Erhebliche Auswirkungen auf See- und Rastvögel sind durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Lediglich während der zeitlich und räumlich eng begrenzten Verlegephase kann es durch den baubedingten Schiffsverkehr zu kurzfristigen Scheueffekten kommen. Diese Effekte gehen allerdings nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamen Schiffsbewegungen verbunden sind. Erhebliche Auswirkungen auf Rastvögel durch baubedingte Trübungsfahnen oder durch Sediment- und Benthosveränderungen im Bereich der Kreuzungsbauwerke sind ebenfalls nicht zu erwarten, da diese ihre Beute in weit ausgedehnten Arealen in der Wassersäule suchen.

Anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen der geplanten Seekabelsysteme auf See- und Rastvögel können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden. Ein mögliches Kollisionsrisiko durch Baufahrzeuge kann aufgrund der Kurzfristigkeit der Bauphase als sehr gering eingestuft werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut See- und Rastvögel durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen nicht zu erwarten sind.

#### 4.7 Zugvögel

Für den Vogelzug hat die AWZ der Ostsee eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Alljährlich ziehen bis zu einer Milliarde Vögel über die Ostsee. Für Meerestenten und Gänse aus Nordeuropa und Russland ist die Ostsee ein wichtiges Durchzugsgebiet, wobei ein Großteil des Zuggeschehens 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. Der Nachtzug erfolgt in breiter Front ohne feststellbaren Gradienten der Zugintensitäten. Konzentrationsbereiche und Leitlinien des Vogelzuges sind in der westlichen Ostsee bei Tagziehern gegeben. 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 (z. B. FRANSSON & PETERSSON 2001).

Für den Zug der Landvögel ist die Ostsee aufgrund der sehr hohen Individuenzahlen von überdurchschnittlicher Bedeutung. Für den Kranichzug hat die Ostsee eine überdurchschnittliche Bedeutung, da der Großteil der biogeographischen Population auf ihrem Weg in den Süden die Ostsee zwangsläufig überqueren muss. Insgesamt ziehen bis zu 50.000 skandinavische Greifvögel von Falsterbo kommend nach Süden über die Ostsee. Auch für ziehende Wasservögel hat die deutsche AWZ der Ostsee eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Dies folgt aus der Tatsache, dass es in der westlichen Ostsee für

die tagziehenden Wasservögel zwei Hauptgruppen 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).

Baubedingt: In erster Linie gehen Störungen in der Bauphase von Lärm- und 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 der geplanten Offshore-Windenergieanlagen, Umspann- und Sammelplattformen in der Betriebsphase können darin bestehen, dass diese eine Barriere für ziehende Vögel bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Bei den von den Vögeln für ihren Zug bevorzugten klaren Wetterlagen ist die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit Vertikalstrukturen gering, weil die Flughöhe der meisten Vögel weit über der Anlagenhöhe und auch der Rotorhöhe der umliegenden Windenergieanlagen liegen wird und die Anlagen gut sichtbar sind. Schlechte Witterungsbedingungen erhöhen das Risiko.

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. Zumindest als Orientierung kann jedoch der in Fachkreisen bei avifaunistischen Betrachtungen vielfach verwendete Schwellenwert von einem Prozent herangezogen werden.

Das Gefährdungspotenzial für die jeweilige biogeografische Population liegt dabei zum einen in dem Verlust durch Vogelschlag sowie zum anderen in sonstigen nachteiligen Auswirkungen, die sich durch erzwungene Flugroutenveränderungen ergeben können.

#### **4.7.1 Gebiete und Flächen**

Da sich die Seegebiete O-1, O-2 und O-3 hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Vogelzug bis auf den Kranichzug nicht signifikant unterscheiden ergibt sich hieraus auch kein voneinander abweichendes Risiko bei der Entwicklung von Offshore-Windenergieparks. Bisherige Ergebnisse von durchgeführten Monitoringuntersuchungen (IFAÖ 2016a, BIOCONSULT SH 2017) ergaben bisher keine Hinweise auf erhebliche nachteilige Auswirkungen auf den Vogelzug.

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die bisherigen Windenergieanlagen die Gesamthöhe von 200 m, die die Grundlage für die bisherigen

Auswirkungsprognosen sind, nicht überschritten wurden. Die zukünftigen Planungen gemäß FEP sehen dagegen zwei Szenarien vor um den gegenwärtigen technischen Weiterentwicklungen Rechnung zu tragen. Gemäß Szenario 1 ist mit einer Nabenhöhe von 125 m, einem Rotordurchmesser von 198 m und einer Gesamthöhe von 224 m zu rechnen, wobei die Höhe der unteren Rotor Spitze bei 26 m liegt. Bei Szenario 2 liegen die entsprechenden Werte bei 175 m, 250 m, 300 m und 50 m. Durch diese größeren Abmessungen erhöht sich auch die überstrichene Fläche des Rotors. Dieser Einfluss reduziert sich allerdings durch die Abnahme der Anlagenzahl. Die höheren Anlagen können allerdings das Kollisionsrisiko erhöhen.

Über Zugplanbeobachtungen durch einen Sichtbeobachter in den Gebieten O-1, O-2 und O-3 (OECOS 2015, IFAÖ 2016A UND BIOCONSULT SH 2017) erhaltene Höhenprofile zeigen eine starke Konzentration auf Höhenbereiche bis 20 m. So spielten sich im Gebiet O-3 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 O-3 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 Vogel detektionen in Perioden mit wenig Zug häufiger in den unteren Höhengschichten. 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 wenigstens 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.

Betrachtet man die geringen Flughöhen der Tagzieher die mehrheitlich unterhalb von 20 m fliegen und somit auch unter der unteren Rotor-

spitze gemäß der o. g. Szenarien 1 und 2, ist für Tagzieher mit keinen erheblichen Auswirkungen durch die Planungen im FEP zu rechnen. Eine Ausnahme könnte der Kranich darstellen. 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 Kranichtrupps 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 3-D 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 „laser rangefinder“ 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 vermutlich zu systematischer Unterschätzung des Anteils von Kranichen im Höhenbereich über 200 m (vgl. IFAÖ 2010).

Zusammenfassend lässt sich aus den vorgenannten Studien sowie den Ergebnissen der Sichtbeobachtungen 2014 und 2015 (BIOCONSULT SH 2017) schließen, dass ein Teil der ziehenden Kraniche den Höhenbereich bis 200 m nutzt, und sich somit potentiell im Höhenbereich der Rotoren befindet. Die festgestellte starke Konzentration auf Flughöhen im Rotorbereich ist jedoch zumindest teilweise auf die Erfassungsmethodik zurückzuführen.

Unter Berücksichtigung des Zugverhaltens besteht für den nächtlichen Zug von Kleinvögeln ein besonderes Kollisionsrisiko bedingt durch Zug in der Dunkelheit, hohes Zugvolumen und starke Lockwirkung künstlicher Lichtquellen.

Wie bereits dargestellt, fliegen ziehende Vögel bei gutem Wetter generell höher als bei schlechtem. Unbestritten ist auch, dass die meisten Vögel ihren Zug gewöhnlich bei gutem Wetter starten und in der Lage sind, ihre Abflugbedingungen so zu wählen, dass sie mit einiger Wahrscheinlichkeit den Zielort bei bestmöglichem Wetter erreichen (BSH 2009). 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. Im Durchschnitt sind zwei bis drei davon mit schlechtem Wetter gekoppelt. Somit wird auch bei den größeren Anlagen der Szenarien 1 und 2 nach derzeitigem Kenntnisstand nicht mit erheblichen Auswirkungen gerechnet. Allerdings kann sich bedingt durch die unterschiedliche Vorbelastung der Seegebiete durch bereits bestehende Offshore-Windenergieparks das Kollisionsrisiko unterscheiden. Dies gilt für die Gebiete O-1 und O-3. Diese Gebiete weisen bereits eine Bebauung mit WEA auf die ca. 50 m im Gebiet O-3 und ca. 80 m bei Szenario 1 niedriger sind. Bei Szenario 2 liegen die Werte bei 120 m (O-3) und 160 m (O-1).

Nachfolgend werden die einzelnen Gebiete hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Vogelzug betrachtet. Bei der nachfolgenden Betrachtung des Kollisionsrisikos werden die Hauptzugrichtungen Nord (Frühjahr) und Süd (Herbst) sowie Ost-West bzw. umgekehrt zugrunde gelegt.

Das **Gebiet O-1** hat insgesamt gesehen für den Vogelzug eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Das Gebiet weist im Nördlichen Bereich bereits eine Bebauung mit 165 m bis 179 m hohen Windenergieanlagen auf. Wird die Fläche O-1.3 gemäß der Szenarien 1 und 2 bebaut ergibt sich in Nord-Süd-Richtung ein stufiger Ausbau. Im Frühjahr, wenn die Vögel nordwärts ziehen, treffen sie zuerst auf die bereits bestehenden Anlagen mit einer Höhe von 165 m bis 179 m Höhe. Treffen sie auf die gem. Szenario 1 geplanten Anlagen mit einer Gesamthöhe von 224 m bei einer Nabenhöhe von 125 m könnte deren Sichtbarkeit eingeschränkt sein, da nur die Rotoren über die Bestandsanlagen hinausragen. Dies könnte zu einem höheren Kollisionsrisiko führen.

Bei Szenario 2 mit einer Nabenhöhe von 175 m wird in der Regel auch die massive Gondel zu sehen sein, so dass die Sichtbarkeit erhöht ist und eine Erhöhung des Kollisionsrisikos nicht

wahrscheinlich ist. Allerdings kommt hier die Gesamthöhe von 300 m zum Tragen, da hier der Anteil ziehender Vögel im Rotorbereich vermutlich ansteigt. Dies gilt besonders für den Kranichzug. Obwohl beim Kranich 91% des sichtbaren Zugs in Höhen zwischen 20 und 200 Höhenmetern festgestellt wurden (BIOCONSULT SH 2017), konnten Kollisionsereignisse im Rahmen des Umweltmonitorings für das Cluster „Westlich Adlergrund“ nicht registriert werden. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass ziehende Kraniche eine hohe Variabilität der Flughöhen (20 m – 1.300 m) auf dem Zug zwischen der Nordspitze Rügens und der Südküste Schwedens aufweisen (IFAÖ 2010). Weiterhin ist anzunehmen, dass die Kraniche die Windenergieanlagen rechtzeitig erkennen und ihnen ausweichen.

Das **Gebiet O-2** hat insgesamt gesehen für den Vogelzug eine überdurchschnittliche Bedeutung. Das Gebiet weist derzeit keine Bebauung mit Windenergieanlagen auf. Ein Offshore-Windenergiepark befindet sich allerdings in der Planung. Genauere Erkenntnisse über den WEA-Typ und dessen Abmessungen liegen derzeit nicht vor. Letztlich sind hier vermutlich keine erheblichen Auswirkungen auf den Vogelzug zu erwarten. Allerdings ist hier das hohe Aufkommen ziehender Kraniche (1,3 Prozent der biogeographischen Population) im Einzelverfahren zu beachten. Aufgrund nicht auszuschließender erheblicher Effekte auf den Vogelzug unter kumulativer Betrachtung wurde die Fläche O-2.2 im nördlichen Bereich des Gebietes O-2 unter Prüfung gestellt. Nähere Erläuterungen hierzu finden sich im Kapitel 4.12.5.

Das **Gebiet O-3** hat insgesamt gesehen für den Vogelzug eine überdurchschnittliche Bedeutung. Hervorzuheben ist hier die sehr hohe Bedeutung des Kranichzuges. Ca. 3,9% der biogeographischen Population queren das Gebiet. Das Gebiet weist im Nördlichen Bereich bereits eine Bebauung mit 138 m hohen Windenergieanlagen auf. Da im gegenständlichen FEP kei-



ne weiteren Planungen vorliegen ist eine weitergehende Betrachtung der Gefährdung des Vogelzuges nicht erforderlich.

Trotz des etwaig erhöhten Kollisionsrisikos durch den stufigen Ausbau ist auf der Grundlage der obigen Aussagen für die SUP nach derzeitiger Kenntnis festzuhalten, dass durch die geplanten Offshore-Windparkvorhaben voraussichtlich keine erheblichen Auswirkungen auf Zugvögel zu erwarten sind. Allerdings sollte das etwaig erhöhte Kollisionsrisiko durch die höheren Anlagen bei der Planung der Einzelvorhaben berücksichtigt werden. Dies gilt besonders für den Kranichzug.

#### 4.7.2 Plattformen

Da es sich bei den Umspann- und Sammelpattformen um Einzelbauwerke handelt, die zudem regelmäßig im unmittelbaren Wirkungsbereich von Offshore-Windparks geplant sind, ist eine erhebliche Beeinträchtigung des Vogelzugs nicht zu erwarten. Es ist zudem davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen durch eine möglichst verträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Umspann- bzw. Sammelpattformen zur weitest gehenden Reduzierung von Anlockeffekten vermindert werden können. Dazu zählen z. B. ein bedarfsgerechtes An- und Abschalten der Hindernisbefeu-erung, die Wahl geeigneter Lichtintensitäten und Lichtspektren oder Beleuchtungsintervalle.

Auf der Grundlage der obigen Aussagen ist für die SUP nach derzeitiger Kenntnis festzuhalten, dass durch die geplanten Umspann- und Sammelpattformen voraussichtlich keine erheblichen Auswirkungen auf Rast- und Zugvögel zu erwarten sind. Scheueffekte sind voraussichtlich nur temporär und in jedem Fall lokal begrenzt. Eine Gefährdung des Vogelzugs durch die geplanten Umspann- bzw. Sammelpattformen ist ebenfalls nicht zu erwarten. Potenzielle kumulative Effekte durch die Umspann- und Sammelpattformen in Verbund mit den Offsho-

re-Windparks werden im Kapitel 4.12 behandelt.

#### 4.7.3 Seekabelsysteme

Erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Zugvögel sind durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten. Lediglich während der zeitlich und räumlich eng begrenzten Verlegephase kann es durch den baubedingten Schiffsverkehr zu kurzfristigen Scheueffekten kommen. Diese Effekte gehen allerdings nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamen Schiffsbewegungen verbunden sind. Da die Ostsee intensiv für die Schifffahrt genutzt wird, ist durch den erhöhten Schiffsverkehr in der Bauphase oder zu Reparatur- und Wartungszwecken keine erhebliche zusätzliche Störung empfindlicher Arten zu erwarten.

Anlagen- und betriebsbedingte Auswirkungen der geplanten Seekabelsysteme auf die Zugvögel können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden. Ein mögliches Kollisionsrisiko durch Baufahrzeuge kann aufgrund der Kurzfristigkeit der Bauphase als sehr gering eingestuft werden.

### 4.8 Fledermäuse und Fledermauszug

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 fliegen.

#### 4.8.1 Gebiete und Flächen

Kollisionen einzelner Individuen mit den Turbinen von Offshore-Windparks können nicht ausgeschlossen werden. Die Empfindlichkeit von Fledermäusen gegenüber Hochbauten an Land

und das damit verbundene Risiko von Kollisionen ist bekannt; ebenso die Kollisionsgefahr mit Windenergieanlagen. Ferner sind an Land auch mögliche Barriereeffekte sowie Habituation- oder Anlockeffekte bekannt (JOHNSON 2004). Auswirkungen von Bauwerken im Offshore-Bereich sind jedoch bis auf eine Pilotstudie aus Schweden und erste Beobachtungen aus dem Kalmarsund weitgehend unbekannt (AHLEN 2002, AHLEN et al. 2005). Im Rahmen der Pilotstudie (AHLEN 2002) wurde festgestellt, dass sowohl ziehende als auch nichtziehende Arten gelegentlich durch Kollisionen betroffen sind. Die Ursachen der Kollisionen blieben jedoch weitgehend ungeklärt. Insgesamt wurde durch die Studie aufgezeigt, dass sehr große Informationslücken über das Zugverhalten und die Zugwege von Fledermäusen bestehen. Anhand der bisherigen Beobachtungen wird angenommen, dass Fledermäuse eher in Konzentrationen (Schwärmen) über das Meer ziehen, wahrscheinlich in erheblichen Flughöhen und auf regelmäßig genutzten Zugrouten (AHLEN et al. 2005).

Bis heute fehlen ausreichende Beobachtungen und Ergebnisse in Bezug auf den Fledermauszug und über potenzielle Effekte von Bauwerken im Offshore-Bereich auf Fledermäuse. Daher kann auch das kumulative Kollisionsrisiko mit existierenden und zukünftigen Windparks nicht abschließend bewertet werden. Daher ist eine Einschätzung des möglichen Gefährdungspotenzials zum jetzigen Zeitpunkt abschließend nicht möglich. Es ist allerdings davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen auf Fledermäuse durch dieselben Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vermieden werden können, die zum Schutz des Vogelzuges eingesetzt werden.

#### **4.8.2 Plattformen**

Gefährdungen von einzelnen Individuen durch Kollisionen mit Plattformen lassen sich nicht ausschließen. Da es sich bei den Plattformen jedoch um Einzelbauwerke handelt, die zudem

im unmittelbaren Wirkungsbereich von Offshore-Windparks liegen, ist eine erhebliche Beeinträchtigung fliegender bzw. eventuell ziehender Fledermäuse nach derzeitigem Kenntnisstand auszuschließen. Es ist zudem davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen auf Fledermäuse durch dieselben Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vermieden werden können, die zum Schutz des Vogelzuges eingesetzt werden.

#### **4.8.3 Seekabelsysteme**

Erhebliche Auswirkungen durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen auf Fledermäuse können mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### **4.9 Klima**

Negative Auswirkungen auf das Klima durch den Bau und Betrieb von Konverterplattformen werden nicht erwartet, da weder im Bau noch im Betrieb messbare klimarelevante Emissionen auftreten. Vielmehr wird durch den koordinierten Ausbau der Windenergie auf See und der Netzanbindungen die Planungssicherheit für den Ausbau der Offshore-Windenergie erhöht.

Durch die mit dem Ausbau der Windenergie auf See verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparungen ist langfristig mit positiven Auswirkungen für das Klima zu rechnen. Dadurch kann ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung geleistet werden.

### **4.10 Landschaft**

#### **4.10.1 Gebiete und Flächen**

Wie in Kapitel 3.14. dargelegt, werden durch die Realisierung von Offshore-Windparks in den vom FEP festgelegten Gebieten Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft eintreten, da es durch die Errichtung vertikaler Strukturen und die Sicherheitsbefeuerung 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 geplanten Gebiete 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 Sicherheitsbefeuernung. 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 Offshore-Gebieten. 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 Gebieten und Windparkflächen 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.

#### 4.10.2 Plattformen

Wie zuvor für die Windparkgebiete- und Flächen dargestellt, kann auch die Errichtung von Plattformen zu visuellen Veränderungen des Landschaftsbildes führen. Da diese Plattformen immer in räumlicher Nähe bzw. im räumlichen Verbund mit den Windenergieflächen geplant sind, ist die Veränderung des Landschaftsbildes durch diese Einzelbauwerke lediglich geringfügig erhöht. Zudem sind auch die Plattformen mehr als 25 km von der Küste entfernt und werden von Land aus nur sehr eingeschränkt wahrgenommen werden können (ebenso wie ihre Sicherheitsbefeuernung).

#### 4.11 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.

Mögliche Wirkzusammenhänge in der Bauphase ergeben sich aus der Sedimentumlagerung und Trübungsfahnen sowie Geräuschemissionen. Diese Wechselwirkungen treten jedoch nur sehr kurzfristig auf und sind auf wenige Tage bzw. Wochen beschränkt.

##### *Sedimentumlagerung und Trübungsfahnen*

Während der Bauphase von Windparks und Plattformen bzw. der Verlegung eines Seekabelsystems kommt es zu Sedimentumlagerun-

gen und Trübungsfahnen. Fische werden vorübergehend verscheucht. 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 Trübungsfahnen mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### *Geräuschemissionen*

Die Installation der Fundamente der Windenergieanlagen und Plattformen 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.

Wechselwirkungen in der Betriebsphase sind dauerhaft, aber allgemein auf die jeweilige Fläche bzw. das Gebiet begrenzt zu erwarten. Für Plattformen und Seekabelsysteme sind mögliche Auswirkungen auf die Wechselwirkungen nur lokal zu erwarten.

#### *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. Allerdings stellen keine der im FEP aufgenommenen Gebiete und Fläche

besondere Nahrungsgründe für Topprädatoren wie See- und Rastvögel und Meeressäuger dar. 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 der Windparks und Plattformen gilt ein fischereiliches Nutzungs-



verbot. 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 FEP 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 Festlegung von Flächen und Gebieten für Windenergieanlagen auf See sowie Plattformen und die Festlegungen von Seekabeltrassen im FEP 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.

#### 4.12 Kumulative Effekte

Die Prüfung kumulativer Effekte bezieht sich derzeit auf die AWZ sowie Bereiche, in denen grenzüberschreitende Auswirkungen zu erwarten sind. Auf Grundlage der Verwaltungsvereinbarung mit Mecklenburg-Vorpommern werden zudem Aussagen zu kumulativen Effekten der Festlegungen im Küstenmeer und der AWZ getroffen.

##### 4.12.1 Boden/Fläche, Benthos und Biotoptypen

Ein wesentlicher Teil der Umweltwirkungen durch die Gebiete und Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme auf Boden, Benthos und Biotope wird ausschließlich während der Bauzeit (Entstehung von Trübungsfluten, Sedimentumlagerung etc.) und auf einem räumlich eng begrenzten Bereich stattfinden. Gerade auch 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 Windenergieanlagen und Plattformen sowie durch die verlegten Kabelsysteme. Die Einzelauswirkungen sind grundsätzlich kleinräumig und lokal.

Zur Abschätzung der direkten Flächeninanspruchnahme wird eine überschlägige Berechnung anhand der im FEP geplanten Gebiete/Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme im Zusammenwirken mit Bestandsanlagen und Planungen im Rahmen des Übergangssystems vorgenommen. Die berechnete Flächeninanspruchnahme erfolgt unter ökologischen Gesichtspunkten, das heißt der Berechnung wird der direkte ökologische Funktionsverlust bzw. die mögliche Strukturveränderung der Fläche durch das Einbringen der Fundamente und Kabelsysteme zugrunde gelegt. Im Bereich des Kabelgrabens wird die Beeinträchtigung des Sediments und der Benthosorganismen jedoch im Wesentlichen temporär sein. Im Falle der Querung von besonders empfindlichen Biotoptypen wie Riffen wäre von einer dauerhaften Beeinträchtigung auszugehen.

Nach einer modellhaften Annahme ergibt sich ein zumeist temporärer Funktionsverlust auf einer Fläche von rund 42 ha durch Bestandskabel, Kabel im Übergangssystem und die im



FEP vorgesehenen Seekabelsysteme. Die Berechnung erfolgt unter der Annahme eines Kabelgrabens von 1 m Breite. Hinzuzurechnen sind hier die erforderlich werdenden Steinschüttungen für Kreuzungsbauwerke. Ausgehend von einer Fläche je Kreuzungsbauwerk von ca. 900 m<sup>2</sup> beläuft sich die direkte Flächeninanspruchnahme durch Steinschüttungen für eine voraussichtliche Anzahl von 24 Kreuzungsbauwerken auf ca. 2,2 ha. Unter der Annahme, dass Kabelverlegungen auf dem Meeresgrund lediglich in kleinräumigen Abschnitten erforderlich werden, z. B. im südlichen Teil von Gebiet 1, wird für die damit einhergehenden Steinschüttungen und für Abschnitte der Netzanbindungssysteme eine zusätzliche Flächenversiegelung von rund 10 ha angenommen.

Für die FEP-Festlegungen in den Gebieten wurden in einer konservativen Abschätzung die Parameter des Szenarios 2 des Modellwindparks zugrunde gelegt (Anzahl Anlagen berechnet gemäß ausgewiesener Leistung, Durchmesser der Gründung sowie Durchmesser eines ggfs. erforderlichen Kolksschutzes, Anzahl Plattformen). Für die Berechnung der Flächeninanspruchnahme im Rahmen des Übergangssystems wurden hingegen die Modellwindpark-Parameter des Szenarios 1 herangezogen unter der Annahme, dass im Übergangssystem noch keine Anlagen in der Dimension des Szenarios 2 realisiert werden. Die Berechnung des Funktionsverlustes durch die parkinterne Verkabelung erfolgte entsprechend der ausgewiesenen Leistung unter der Annahme eines 1 m breiten Kabelgrabens. Anhand dieser konservativen Abschätzung werden für die Gebiete und Flächen durch die FEP-Festlegungen, Planungen im Rahmen des Übergangssystems und den Bestandssystemen ca. 35 ha an Fläche beansprucht bzw. im Falle der parkinternen Verkabelung temporär beeinträchtigt.

Insgesamt werden also ca. 90 ha an Fläche beansprucht bzw. im Falle der Seekabel tempo-

rär beeinträchtigt. Das ist ein Anteil von weit unter 0,2‰ an der gesamten AWZ-Fläche. Im Vergleich dazu sind ca. 55% der AWZ der Ostsee unter Schutz gestellt. Da der Bau von Windenergieanlagen und Plattformen in Naturschutzgebieten grundsätzlich unzulässig ist (vgl. Ziel der Raumordnung 3.5.1 (3) und etwa Planungsgrundsatz 4.4.4.2 FEP), beschränkt sich die räumliche Inanspruchnahme der Schutzgebiete auf Seekabeltrassen. Zur Inanspruchnahme besonders geschützter Biotoptypen nach § 30 BNatSchG kann mangels einer belastbaren naturwissenschaftlichen Grundlage derzeit keine Aussage gemacht werden. Eine derzeit in Ausführung befindliche flächendeckende Sediment- und Biotopkartierung der AWZ wird hier zukünftig zu belastbareren Informationen führen.

Neben der direkten Inanspruchnahme des Meeresbodens und damit des Lebensraums der dort angesiedelten Organismen führen die Fundamente und 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 wie Plattform- und WEA-Fundamente oder Steinschüttungen zu kumulativen Wirkungen führen. Durch das eingebrachte Hartsubstrat geht der an Weichböden adaptierten Benthosfauna zudem Lebensraum verloren. Da sich jedoch sowohl bei den Netzanbindungssystemen 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.

#### 4.12.2 Fische

Das Verständnis von Wirkzusammenhängen zwischen der Installation von Windparks in der Ostsee und der Ökologie der Fische gestatten Prognosen über kumulative Effekte dieser neuen Entwicklung. Infolge des Betriebes von Offshore-Windparks wird sich die Fläche erhöhen, auf der nicht gefischt werden darf. Diese fischereifreien Zonen könnten sich durch den Entfall der negativen Fischereieffekte wie Störung oder Zerstörung des Meeresbodens und Fang und Beifang vieler Arten positiv auf die Fischzönose der Ostsee auswirken. Diese Gebiete könnten sich zu Attraktionsorten für Fische entwickeln, wenngleich bislang nicht abschließend geklärt ist, ob Windparks Fische anlocken und wenn ja warum. Neben dem Fehlen der Fischerei wäre auch eine verbesserte Nahrungsgrundlage für Fischarten mit unterschiedlichster Ernährungsweise denkbar. Der Bewuchs der Windanlagenfundamente mit sessilen Wirbellosen könnte benthosfressende Arten begünstigen bzw. eine Veränderung in der Nahrungszusammensetzung bei Arten bewirken, die sich bislang anders ernährt haben. Die Windparks könnten additiv und über ihren unmittelbaren Standort hinaus wirken, indem die massenhafte und messbare Produktion planktischer Verbreitungsstadien der auf den Gründungen wachsenden Benthosorganismen 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 Ostsee 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 werden. Dafür gibt es bislang zwar weder für die pelagische noch für die demersale Komponente der Fischgemeinschaft Anzeichen (LEONHARD et al. 2011). Allerdings wurden im dänischen Windpark Horns Rev 7 Jahre nach dem Bau ein horizontaler Gradient zwischen den umliegenden Sandflächen und nahe der Turbinengründungen festgestellt: Mit Klippenbarsch *Ctenolabrus rupestris*, Aalmutter *Zoarces viviparous* und Seehase *Cyclopterus lumpus* waren hartsubstrat-affine Arten nahe der Windradfundamente wesentlich häufiger als auf den umliegenden Sandflächen (LEONHARD et al. 2011). Für Sandaale, eine der wichtigsten Fischereiresourcen, konnten keine Effekte des Windparks nachgewiesen werden. Zu den kumulativen Effekten infolge eines umfangreichen Ausbaus der Offshore-Windenergie könnten gehören

- eine weitergehende Etablierung und Verbreitung von an Riffstrukturen adaptierte Fischarten
- die Wiederbesiedelung vorher stark befischter Gebiete und Flächen, u. a. von Sandaalen,
- 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 anderen Elemente des Nahrungsnetzes sowohl unterhalb als auch oberhalb ihres trophischen Niveaus haben könnten, kann zum derzeitigen Kenntnisstand nicht prognostiziert werden.

#### 4.12.3 Marine Säuger

Kumulative Auswirkungen auf marine Säuger, insbesondere Schweinswale, können vor allem durch die Lärmbelastung während der Installation der Fundamente auftreten. So könnten diese Schutzgüter dadurch erheblich beeinträchtigt werden, dass – wenn an verschiedenen Standorten innerhalb der AWZ gleichzeitig gerammt wird – nicht ausreichend Raum zur Verfügung steht, um auszuweichen und sich zurückzuziehen. Da bisher in der Regel lediglich eine Offshore-Baustelle zeitgleich aktiv war, fehlen Erfahrungen hinsichtlich der zeitlichen und räumlichen Überlappung bei der Ausbreitung von Rammschall. Erste Erkenntnisse werden aus den aktuell im Bau befindlichen Vorhaben erwartet. Zudem laufen parallel Forschungsvorhaben, die die Schallausbreitung aus mehreren Schallquellen berechnen und modellieren. Eine wissenschaftliche Grundlage zur Bewertung von möglichen kumulativen Auswirkungen auf Meeressäuger fehlt ebenfalls. Daher behält sich die Zulassungsbehörde bezüglich der Rammarbeiten der Einzelvorhaben eine zeitliche und räumliche Koordinierung vor, um die Schalleintragszeiten insgesamt zu minimieren.

Aus der im FEP vorgesehenen zeitlichen Staffelung des Netzanschlusses der einzelnen Flächen wird zudem deutlich, dass die Netzanbindungssysteme und die einzelnen Offshore-Windparks schrittweise, das heißt gestaffelt in den kommenden Jahren gebaut werden und nicht zeitgleich.

#### 4.12.4 See- und Rastvögel

Vertikalstrukturen wie Plattformen oder Offshore-Windenergieanlagen können unterschiedliche Auswirkungen auf Rastvögel haben, wie Habitatverlust, ein erhöhtes Kollisionsrisiko oder eine Scheuch- und Barrierewirkung. Für Rastvögel kann insbesondere der Habitatverlust durch die Realisierung von mehreren Bauwerken bedeutend sein.

Eine gebietsübergreifende Betrachtung der kumulativen Auswirkungen von Offshore-Windparks und Plattformen auf See- und Rastvögel kann auf der Basis von bisherigen Ergebnissen und Beobachtungen aus bereits realisierten Offshore-Windparkprojekten, z. B. in der deutschen AWZ der Nordsee, erfolgen. Dabei ist nicht nur das jeweilige natürliche, durch hydrographische Bedingungen gegebene, lokale Seevogelvorkommen zu beachten, sondern auch das artspezifische Verhalten zu berücksichtigen. Insbesondere sind gefährdete und störepfindliche Seevogelarten, wie Seetaucher, im Hinblick auf kumulative Effekte durch die Realisierung der Offshore-Windparks und Netzanbindungsprojekte zu beachten. GARTHE & HÜPPOP (2004) bescheinigen Seetauchern eine sehr hohe Sensitivität gegenüber Bauwerken, die durch aktuelle Ergebnisse aus dem bau- und betriebsbegleitenden Monitoring gemäß StUK bestätigt werden. Für die kumulative Betrachtung des Gefährdungsrisikos für Seetaucher sind neben den Bauwerken selbst auch Auswirkungen durch den Schiffsverkehr (auch für den Betrieb und die Wartung von Kabelsystemen und Plattformen) mit einzubeziehen.

Um die Bedeutung von kumulativen Effekten bei Seevögeln beurteilen zu können, müssen etwaige Auswirkungen artspezifisch geprüft werden. Insbesondere sind Arten des Anhangs I der V-RL, Arten des Vogelschutzgebietes „Pommersche Bucht“ und solche Arten, für die bereits ein Meideverhalten gegenüber Bauwerken festgestellt wurde (wie Seetaucher) im Hinblick auf kumulative Auswirkungen zu betrachten. Dabei stellt sich die Frage nach populationsbiologischen Grenzwerten sowie nach der maßgeblichen Bezugsgröße für einen solchen Grenzwert. In der Literatur wird für Rastvögel vorgeschlagen, einen Eingriff als unzulässig anzusehen, wenn 1% der biogeographischen Population von einem Lebensraumverlust betroffen ist. Dabei wird auf Kriterien des Ramsar-Übereinkommens von 1971 zur Bewertung von Wasservogel-Rastgebieten verwiesen,

wonach ein Rastgebiet dann von internationaler Bedeutung ist, wenn es mindestens einmal pro Jahr 1% der biogeographischen Population einer Wasservogelart beherbergt (DIERSCHKE et al. 2003).

Dieses 1%-Kriterium findet sich auch bei der Klassifizierung von Important Bird Areas (IBA). Ein Gebiet wird von Birdlife International als IBA bezeichnet, wenn sich dort mehr als 1% der biogeographischen Population aufhalten (HEATH & EVANS, 2000). Dieser Schwellenwert des Ramsar-Übereinkommens von 1% ist allerdings derzeit für die Frage nach der Beurteilung der Beachtlichkeit von Eingriffen oder Störungen populationsbiologisch nicht ableitbar (DIERSCHKE et al. 2003). Da das Ramsar-Übereinkommen das 1%-Kriterium zur Beurteilung der Bedeutung eines Feuchtgebietes benutzt, erscheint wegen der sehr unterschiedlichen Intentionen fachlich und wissenschaftlich nicht begründbar, dieses Kriterium auf die Beurteilung eines Eingriffs zu übertragen. Gleichwohl scheint das 1%-Kriterium mangels anderer, verlässlicher Kriterien zumindest geeignet, sich der Quantifizierung eines Eingriffs zu nähern.

Die Bezugsgröße bzw. die relevante Bezugspopulation wird bei kumulativen Betrachtungen von Auswirkungen artspezifisch definiert. So beträgt z. B. bei Seetauchern die Bezugsgröße der relevanten Winterrastpopulation Nordwesteuropas 110.000 Tiere (SKOV et al. 1995). Diese Zahl wurde den ersten Entscheidungen der Zulassungsbehörde zur Beurteilung von möglichen kumulativen Auswirkungen durch den Betrieb von Offshore-Windparks zugrunde gelegt.

Alle bisherigen Erkenntnisse weisen für die im FEP aufgenommenen Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen und Plattformen auf eine geringe Bedeutung für Arten des Anhang I V-RL hin. Nach aktuellem Kenntnisstand sind daher keine Hinderungsgründe ersichtlich, die der Vollziehbarkeit des Plans entgegenstehen. Die Plattformen sind alle in der direkten Umge-

bung von Offshore-Windparks geplant, so dass auch kumulativ kein zusätzlicher Habitatverlust für stöempfindliche Arten zu erwarten ist. Aufgrund der Distanz der Gebiete zum Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ ist eine Störung der überwinternden Vögel im Schutzgebiet selbst auszuschließen. Das gilt auch für etwaige Störungen durch den Schiffsverkehr im Zusammenhang mit dem Betrieb und der Wartung von Windenergieanlagen, Plattformen und Seekabelsystemen. Da die Ostsee intensiv für die Schifffahrt genutzt wird, ist durch den Schiffsverkehr in der Bauphase oder zu Reparatur- und Wartungszwecken keine zusätzliche Störung empfindlicher Arten zu erwarten. Durch die Vermeidung der Inanspruchnahme von Natura2000-Gebieten können erhebliche Störungen innerhalb des Naturschutzgebietes zusätzlich ausgeschlossen werden.

Im Ergebnis der SUP können kumulative Effekte durch den Bau bzw. die Verlegung und den Betrieb von Windparks, Plattformen und Seekabelsystemen auf das Schutzgut See- und Rastvögel in der AWZ der Ostsee mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 4.12.5 Zugvögel

Hinsichtlich der kumulativen Auswirkungen auf den Vogelzug wird geprüft, ob sich durch die geplanten Windenergieanlagen, Umspann- und Sammelplattformen im Zusammenwirken mit den anzuschließenden bzw. auf der Flugroute liegenden Windparks das Gefährdungsrisiko für Zugvögel erhöht. Bislang sind zwar keine gravierenden Zulassungshindernisse erkennbar geworden, allerdings kann dies im Detail erst im Einzelverfahren projekt- und standortbezogen überprüft werden.

Ein Gefährdungspotenzial für Zugvögel ergibt sich einerseits aus dem Kollisionsrisiko mit der Umspann- oder Sammelplattform und den einzelnen Offshore-Windenergieanlagen, andererseits aus nachteiligen Effekten auf das Ener-



giebudget der Tiere durch erzwungene Änderungen der Flugroute. Unter normalen, von den Zugvogelarten bevorzugten Zugverhältnissen lassen sich bisher für keine Art Hinweise darauf finden, dass die Vögel ihren Zug typischerweise im Gefahrenbereich der Anlagen durchführen und/oder diese Hindernisse nicht erkennen und nicht ausweichen. Bei den von den Vögeln für ihren Zug bevorzugten klaren Wetterlagen ist daher die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit Umspann- bzw. Sammelpattformen oder Windenergieanlagen sehr gering.

Eine potenzielle Gefährdungssituation stellen überraschend auftretende Nebellagen und Regen dar, die zu schlechter Sicht und niedrigen Flughöhen führen. Problematisch ist insbesondere das Zusammentreffen von Schlechtwetterlagen mit sog. Massenzugereignissen. Nach neueren Forschungsergebnissen, die auf der Forschungsplattform „FINO1“ in der Nordsee gewonnen wurden, relativiert sich diese Prognose. Es wurde festgestellt, dass die Vögel bei sehr schlechter Sicht (unter 2 km) höher ziehen als bei mittlerer (3 bis 10 km) bzw. guter Sicht (> 10 km; HÜPPOP et al. 2005). Allerdings beruhen diese Ergebnisse bisher nur auf drei Messnächten. Für die Ostsee ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Zugstrecken über Wasserflächen mit max. ca. 100 km im Vergleich zur Nordsee mit mehr als 400 km gering sind. Legt man die Eigengeschwindigkeit der besonders zahlreich am Nachtzug beteiligten Dorselarten (je nach Art zwischen 35 und 50 km/h) zugrunde (BRUDERER & BOLDT 2001), so ergeben sich Zugzeiten von ca. zwei bis drei Stunden. Aufgrund dieser kurzen Zugzeiten wird die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von Schlechtwetterlagen mit sog. Massenzugereignissen gering sein.

Das Kollisionsrisiko für am Tag ziehende See- und Wasservögel wird generell als gering eingeschätzt. Diese orientieren sich visuell und sind meist in der Lage, auf dem Wasser zu landen. Untersuchungen an Feuerschiffen in Dä-

nemark (HANSEN, 1954) haben ergeben, dass Lichtquellen selten von See- und Wasservögeln, aber vermehrt von Kleinvogelarten wie Singdrosseln, Staren und Feldlerchen angeflogen werden. Die Gefahr des Vogelschlags könnte sich daher eher bei nachts ziehenden, individuenreichen Singvogelpopulationen verwirklichen. Auch für tagziehende Landvögel (z. B. Kraniche und Greifvögel) wird derzeit ein geringes Kollisionsrisiko gesehen, da auch diese sich visuell orientieren und den Windenergieanlagen ausweichen. Allerdings können kumulative Effekte bei einigen Flächen zu einer Erhöhung des Kollisionsrisikos führen.

Dies gilt insbesondere für die Fläche O-2.2 und betrifft vor allem den Kranichzug. Im Frühjahr müssen die Kraniche, die Richtung Bornholm ziehen, vorher den genehmigten Windpark Arcadis Ost 1 im Küstenmeer passieren, um anschließend auf den geplanten Windpark der Fläche O-1.3 zu treffen. Im Herbst gilt dies entsprechend – nur in umgekehrter Reihenfolge. Obwohl ein Großteil der Kraniche im Höhenbereich zwischen 100 und 400 m über die Ostsee zieht, ist daraus kein erhebliches Kollisionsrisiko per se abzuleiten, da nach allgemeiner Kenntnislage die Kraniche den Hindernissen vertikal bzw. horizontal ausweichen.

Zur Verifizierung der Kenntnislage wurde im Rahmen der Flächenvoruntersuchung der Fläche O-1.3 ein über das StUK 4 hinausgehendes zusätzliches Monitoring der tagziehenden Landvögel mit Schwerpunkt Kranich, Greifvögel und Gänse mittels Rangefinder in Auftrag gegeben. Aus diesem Grund und aufgrund der hohen Sichtungsrate von Kranichen im Bereich des Gebietes O-4 (bis zu 20 % der biogeographischen Population) wurde die Fläche O-2.2 unter Prüfung gestellt, um die vorgenannten Untersuchungsergebnisse abzuwarten. Für die in Nord-Süd-Richtung ziehenden Landvögel besteht dagegen auch kumulativ kein erhöhtes Kollisionsrisiko.



Zur Minimierung des Risikos sind die Anlagen so zu konstruieren, dass bei Errichtung und Betrieb Lichtemissionen soweit wie möglich vermieden werden, soweit diese nicht durch Sicherheitsanforderungen des Schiffs- und Luftverkehrs sowie Anforderungen der Arbeitssicherheit geboten und unvermeidlich sind. Eine möglichst verträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Umspann- bzw. Sammelplattformen zur weitestgehenden Reduzierung von Anlockeffekten umfasst Maßnahmen wie z. B. ein bedarfsgerechtes An- und Abschalten der Hindernisbefeuern, die Wahl geeigneter Lichtintensitäten und Lichtspektren oder Beleuchtungsintervalle.

#### *Barriereeffekt/ Zugverlängerung durch kumulative Auswirkungen*

Kumulative Auswirkungen der im FEP sowie der im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern vorgesehenen Windenergieanlagen, Umspann- bzw. Sammelplattformen und angrenzender Windparks könnten neben dem Vogelschlagrisiko darüber hinaus zu einer Verlängerung des Zugweges für die ziehenden Vögel führen. Sofern die Zugvögel im Wirkbereich von Windparks (bis ca. 300 m Höhe) ziehen, sind sie gezwungen, die Anlagen durch Ausweichbewegungen zu um- bzw. überfliegen. Sie werden dadurch mehr oder weniger stark von ihrer Zugroute abgelenkt.

Es ist bekannt, dass Windparks von Vögeln gemieden, das heißt, horizontal umflogen oder überflogen werden. Dieses Verhalten wurde neben Beobachtungen an Land ebenfalls im Offshore-Bereich nachgewiesen (z. B. KAHLERT et al. 2004). Seitliche Ausweichreaktionen sind offenbar die häufigste Reaktion (HORCH & KELLER 2004).

Die Umspannplattformen sind Bestandteil der einzelnen Windparks, auch die ggf. geplante Sammelplattform wird im direkten Umfeld der Windparks errichtet. Das Umfliegen der Plattformen ist in diesem Zusammenhang vernach-

lässigbar, da sie aufgrund der unmittelbaren räumlichen Nähe zu einem Windpark keine eigene Barrierewirkung entfalten und die des Windparks nicht verstärken. Das geplante Vorhaben auf der Fläche O-1.3 führt allerdings zu einer Erweiterung der bereits bestehenden Barriere um 6,5 km in Ost-West-Richtung.

Auch wenn bei Kumulation mit anderen Anlagen auf dem Zugweg der Anteil betroffener Vögel höher ist, so ist der Energiemehraufwand für das Einzelindividuum gering erhöht. Etwas größer werden die Auswirkungen für Individuen sein, die mehreren Bauwerken ausweichen müssen.

Die potentielle Beeinträchtigung des Vogelzugs im Sinne einer Barrierewirkung ist von vielen Faktoren abhängig, insbesondere ist die Ausrichtung der Windparks zu den Hauptzugrichtungen zu berücksichtigen. Nach derzeitigem Kenntnisstand ziehen die Nachtzieher unter den Zugvögeln hauptsächlich von Nord nach Süd im Breitfrontzug über die Ostsee. Viele am Tag ziehende Arten nutzen Zugkorridore wie z. B. die Vogelfluglinie von Falsterbo kommend nach Fehmarn.

Unter den Wasservögeln ist allerdings auch ein küstenorientierter Ost-West-Zug und umgekehrt verbreitet. Unter dieser Annahme ist es vorstellbar, dass die von Ost nach West ziehenden Arten auf die Windparkgebiete treffen könnten.

Gebiet O-1 erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung über ca. 20 km, Gebiet O-2 über ca. 16 km. Gebiet O-3 hat eine Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 9 km, so dass insgesamt für den Ost-West-Zug eine Barriere von rund 30 km entstehen könnte. Durch die geplante Fläche O-1.3 erhöht sich die Barriere um ca. 6,5 km. Demzufolge wäre für die Zugvögel, die alle drei Gebiete umfliegen müssten, ein maximaler Umweg von ca. 73 km möglich.

Davon betroffen wären allerdings nur diejenigen Arten, die von Osten kommend Gebiet O-1 und O-2 nördlich umfliegen und dann ihre Zugrich-

tung beibehalten. Umfliegen dieselben Arten die Gebiete O-1 und O-2 südlich, so treffen sie auf ein weiteres Hindernis im Küstenmeer und zwar auf Arcadis Ost 1 (Gebiet O-4) mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von 4,5 km. Für diese Arten ergibt sich damit ein Umweg von ca. 30 km. Handelt es sich bei diesen Arten um Zugvögel, die eine starke Küstenorientierung aufweisen wie z. B. die Trauerente (siehe Abb. 34), so befinden sich auf ihrem westwärts gerichteten Zugweg mit den Gebieten O-5 und O-6 weitere Hindernisse, die eine Nord-Süd-Ausdehnung von 3,2 bzw. 9,8 km aufweisen. Daraus folgt eine weitere Zugwegverlängerung von ca. 10 km. Aneinander angrenzende Windparks desselben Gebietes bilden eine einheitliche Barriere, so dass eine einmalige Ausweichbewegung ausreicht.

Bei Betrachtung der Nord-Süd-Zugrichtung liegt der mögliche Barriereeffekt in einer ähnlichen Größenordnung. Gebiet O-1 erstreckt sich in Ost-West-Richtung über ca. 11 km, Gebiet O-3 über rund 18 km. Gebiet O-2 hat eine Ausdehnung von ca. 10 km in Ost-West-Richtung. Selbiges gilt für die Gebiete O-4, O-5 und O-6 im Küstenmeer. Hier liegt die Ausdehnung in Ost-West-Richtung bei 11,9, 9,5 und 18,3 km. Der räumliche Abstand zwischen diesen Gebieten ist so groß, dass ausreichend Platz zum Umfliegen bleibt. Die Distanz zwischen den einzelnen Gebieten O-1 bis O-6 liegt zwischen 4,2 und 10,3 km.

Unter Einbeziehung des im Küstenmeer genehmigten Windparks „Arcadis Ost 1“ (Gebiet O-4), dessen Fläche sich südwestlich an Gebiet 2 anschließt, ergibt sich in Ost-West-Richtung eine maximale Barrierewirkung von 25 km Breite. Das entspräche einem maximalen Umweg von ca. 50 km. Berücksichtigt man, dass sich die Nonstop-Flugleistungen des Großteils der Zugvogelarten, auch Kleinvogelarten, in Größenordnungen von über 1000 km (BERTHOLD 2000) bewegen, ist nicht mit nennenswerten Auswirkungen auf das Energiebudget von Zug-

vögeln zu rechnen. So dürfte ein durch den Barriereeffekt der WindparkGebiet hervorgerufener Umweg von max. 60 km im Verhältnis zu den Zugdistanzen nicht zu einer Gefährdung des Vogelzuges führen, da auch witterungsbedingt Ablenkungen auftreten können.

Dies bestätigen Ergebnisse eines F&E-Vorhabens zur Entwicklung geeigneter Analyse- und Bewertungsmethoden von kumulativen Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf den Vogelzug (HÜPPOP et al. 2005a). Anhand von dreizehn überwiegend nachts ziehenden Singvogelarten, worunter Kurz-, Mittel- und Langstreckenzieher sind, untersuchten HÜPPOP et al. die konditionellen Voraussetzungen, mit denen diese die Deutsche Bucht überqueren.

Im Ergebnis zeigt sich, dass Kurz- bis Mittelstreckenzieher mit durchschnittlich geringeren Körperreserven ausgestattet und daher von potenziellen Barriereeffekten vermutlich stärker betroffen sind als Langstreckenzieher. Für eine durch Barriereeffekte um ca. 110 km verlängerte Zugstrecke über See (bei Windstille) berechneten die Autoren einen Verlust an Körperreserven, der bei ausbleibender Kompensation (zusätzliche Rast von 1 bis 2 Tagen) eine geringere Reproduktionsleistung zur Folge haben könne. Von einer Mortalitätserhöhung der ziehenden Vögel selbst ist nicht die Rede.

Die Betrachtung der vorhandenen Erkenntnisse über die Zugverhaltensweisen der verschiedenen Vogelarten, die üblichen Flughöhen und die tageszeitliche Verteilung des Vogelzugs lässt den Schluss zu, dass derzeit erhebliche Auswirkungen auf den Vogelzug durch die Realisierung der bereits genehmigten Vorhaben in den Vorranggebieten nach derzeitigem Kenntnisstand auch unter kumulativer Betrachtung nicht wahrscheinlich sind. Ein etwaiges Umfliegen der Vorranggebiete lässt derzeit keinen erheblichen negativen Effekt auf die weitere Entwicklung der Populationen erwarten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Prognose nach dem bisherigen Stand von Wissenschaft und Technik unter Prämissen abgegeben wird, die noch nicht geeignet sind, die Grundlage für das Schutzgut auf befriedigende Weise abzusichern. Kenntnislücken bestehen insbesondere hinsichtlich des artspezifischen Zugverhaltens. Dies gilt besonders für schlechte Witterungsbedingungen (Regen, Nebel).

Diese Kenntnislücken konnten trotz umfangreicher Forschungstätigkeiten, die in der AWZ von Nord- und Ostsee im Rahmen der ökologischen Begleitforschung durchgeführt wurden, wie u. a. Testfeldforschung zum Vogelzug am Offshore-Pilotpark „alpha ventus“, Auswertung der kontinuierlich auf „FINO1“ erhobenen Daten (2008-2011), Erfassung von Vogelkollisionen mit Hilfe des Systems VARS und Erfassung von Ausweichbewegungen von Zugvögeln mittels Pencil Beam Radar, nicht geschlossen werden.

Aufgrund der angeführten Kenntnislücken ist eine abschließende kumulative Betrachtung aller zu berücksichtigenden Offshore-Windparks unter Einbeziehung der Vorhaben in Gebieten, in denen noch keine bestandskräftigen Genehmigungen bzw. Planfeststellungsbeschlüsse infolge der Durchführung einer UVP vorliegen, zum derzeitigen Stand nicht möglich.

Das betrifft die Vorhaben in Gebiet 2 und die Vorhaben in Gebiet 1 außerhalb des Vorranggebiets, sowie weitere Offshore-Windparks außerhalb der deutschen AWZ. Die für die Vorhaben in Gebiet 2 vorliegenden UVS weisen zwar auf keine besondere Bedeutung dieser Gebiete für den Vogelzug, etwa einen gegenüber der Umgebung herausgehobenen Zugkorridor, hin. Allerdings wurde u. a. im Rahmen der Basisuntersuchungen für die Vorhaben in Gebiet 2 zeitweise ein vermehrtes Kranichzugaufkommen beobachtet. Die Gutachter führen dies auf eine Verdriftung der Vögel infolge ungünstig wechselnder Winde während der Ostseeüberquerung zurück. Basierend auf diesen Beobachtungen sind insbesondere vor dem Hin-

tergrund, dass für das Seegebiet zwischen Rügen und Schonen von einer Konzentration des Vogelzuges, v.a. für Schmalfrontzieher wie Kraniche, auszugehen ist (vgl. BFN 2006), erhebliche kumulative Auswirkungen zum derzeitigen Zeitpunkt nicht auszuschließen.

#### 4.13 Grenzüberschreitende Auswirkungen

Die vorliegende SUP kommt zu dem Schluss, dass nachzeitigem Stand durch die im FEP 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 nachzeitigem Kenntnisstand durch die Umsetzung des FEP keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf das Schutzgut zu erwarten sind, da einerseits die Gebiete, für die der FEP Festlegungen trifft, keine herausgehobene Funktion für die Fischfauna haben und andererseits 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 (vgl. z. B. Planungsgrundsatz 4.4.1.7 FEP). 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 die auf den Flächen des FEP errichteten Windenergieanlagen und Plattformen eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Das Kollisionsrisiko ist durch entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Anlockeffekten durch die Beleuchtung zu minimieren. Hinsichtlich der Barrierewirkung ist eine abschließende kumulative Betrachtung bei der derzeitigen Kenntnislage nicht möglich.

Auch für den Fledermauszug ist eine kumulative Einschätzung des Gefährdungsrisikos zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da bis heute ausreichende Erkenntnisse zu Zugwegen, Zughöhen und Zugintensitäten fehlen. Es ist allgemein davon auszugehen, dass etwaige erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen durch die Festlegungen im FEP in gleicher Weise von entsprechenden Vermeidungs- bzw. Minimierungsmaßnahmen verhindert werden, wie sie für den Vogelzug anzuwenden sind.

## 5 Artenschutzrechtliche Prüfung

Der allgemeine Artenschutz umfasst nach § 37 BNatSchG generell

- den Schutz der Tiere und Pflanzen wild lebender Arten und ihrer Lebensgemeinschaften vor Beeinträchtigungen durch den Menschen und die Gewährleistung ihrer sonstigen Lebensbedingungen,
- den Schutz der Lebensstätten und Biotop der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten sowie
- die Wiederansiedlung von Tieren und Pflanzen verdrängter wild lebender Arten in geeigneten Biotopen innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets.

Besondere Vorschriften mit Verboten gelten für Tiere der besonders oder streng geschützten Arten. Wild lebende Tiere der besonders geschützten Arten dürfen nach § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG nicht verletzt oder getötet werden. Wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten dürfen nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten nicht erheblich gestört werden. Eine erhebliche Störung liegt hierbei vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert. Weiterhin dürfen gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten nicht aus der Natur entnommen, beschädigt oder zerstört werden.

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).

Im Rahmen der vorliegenden artenschutzrechtlichen Prüfung wird untersucht, ob der Flächen-

entwicklungsplan die artenschutzrechtlichen Vorgaben des § 44 BNatSchG für besonders geschützte Tierarten erfüllt. Es wird insbesondere geprüft, ob der Plan gegen artenschutzrechtliche Verbotstatbestände verstößt. Die vorliegende artenschutzrechtliche Prüfung erfolgt auf der übergeordneten Ebene des Fachplans. Eine detaillierte artenschutzrechtliche Prüfung für die einzelnen Flächen und Vorhaben hat im Rahmen der Prüfung der Eignung von konkreten Flächen bzw. des jeweiligen Einzelzulassungsverfahrens zu erfolgen.

### 5.1 Marine Säuger

Im Untersuchungsraum 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 wurden) 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. Die Flächen der drei Gebiete gehören, wie die gesamte Westliche Ostsee zum Lebensraum des Schweinswals. Nach aktuellem Kenntnisstand, werden die drei Gebiete von Schweinswalen als Durchzugsgebiete genutzt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass diese drei Flächen besondere Funktionen als Nahrungs- oder Aufzuchtgebiete für Schweinswale haben. Seehunde und Kegelrobben nutzen die drei Gebiete nur sporadisch als Durchzugsgebiete.

#### 5.1.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)

Gemäß § 44 Abs.1 Nr.1 BNatSchG, der im Lichte des Art.12 Abs.1a) FFH-RL auszulegen ist, ist eine Tötung oder Verletzung wild lebender Tiere der besonders geschützten Arten, das heißt u. a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL, untersagt.



### 5.1.1.1 Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See

Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 des BNatSchG, der im Lichte des Art. 12 Abs. 1 a) FFH-RL auszu-legen ist, ist eine Tötung oder Verletzung wild lebender Tiere der besonders geschützten Arten, d.h. u.a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL, untersagt. Das BfN geht regelmäßig in seinen Stellungnahmen davon aus, dass nach derzeitigem Kenntnisstand bei Schweinswalen Verletzungen in Form eines temporären Hörverlustes auftreten, wenn sie 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 nach aktuellem Kenntnisstand mit ausreichender Sicherheit gewährleistet, dass bei Einhaltung der festgelegten Grenzwerte von 160 dB für den Schallereignispegel (SEL<sub>05</sub>) 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.

Das BfN berücksichtigt dabei die aktuell übliche Verwendung von Monopfählen mit Durchmesser bis zu 8,2 m für WEA und von Jacketpfählen mit Durchmesser bis zu 4 m für Umspannwerke. Dabei setzt das BfN voraus, dass mit geeigneten Mitteln wie z. B. Vergrämung, Softstart-Prozedur etc. sichergestellt werde, dass sich innerhalb des 750 m Radius um die Rammstelle keine Schweinswale aufhalten.

Dieser Einschätzung schließt sich das BSH an.

Das BSH ordnet zusätzlich im Rahmen der Planfeststellung und des Vollzugs eine Reihe von Schallschutzmaßnahmen an, mittels derer die Verwirklichung des Verbotstatbestandes ausgeschlossen bzw. die Intensität etwaiger Beeinträchtigungen herabgesetzt werden kann (sog. konfliktvermeidende oder – mindernde Maßnahmen), vgl. u.a. *Lau* in: Frenz/ Müggen-

borg, BNatSchG, Kommentar, Berlin 2011, § 44 Rn 3. Die Maßnahmen werden 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.

Um die Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestands i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG mit der erforderlichen Sicherheit auszuschließen ordnet das BSH im Rahmen von einzelnen Planfeststellungsbeschlüssen sowie im Rahmen des Vollzugs geeignete Vergrämungsmaßnahmen sowie einen langsamen Anstieg der Rammenergie, durch so genannte „soft-Start“ verfahren. Durch die angeordneten 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. Zwecks Vergrämung wurde bis 2017 eine Kombination aus Pingern als Vorwarnsystem gefolgt von dem Einsatz des so genannten Seal Scarers eingesetzt. Allerdings geht die Vergrämung mittels Seal Scarer mit einem großen Habitatverlust hervorgerufen durch die Fluchtreaktionen der Tiere und stellt daher eine Störung dar (BRANDT et al. 2012). Die Entwicklung von neuen Systemen, wie das Fauna Guard System eröffnet 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.

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 guten Ergebnissen begleitet. Im Rahmen eines

Forschungsvorhabens sollen die Auswirkungen des Fauna Guard Systems systematisch analysiert werden und wenn erforderlich soll die Anwendung des Systems für zukünftige Bauvorhaben optimiert werden.

Zudem ist durch den geforderten 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.

Durch die vom BSH angeordneten Maßnahmen wird im Ergebnis mit hinreichender Sicherheit verhindert, dass es zu einer Erfüllung der artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt.

#### 5.1.1.2 Plattformen

Die Plattformen werden derzeit regelmäßig mit zu rammenden Tiefgründungen installiert. Die Gründung mittels alternativer Methoden, wie z.B. Schwerkraffundamente stellt derzeit eher die Ausnahme dar. In Hinblick auf die möglichen Auswirkungen durch Rammarbeiten auf marine Säugetiere gelten die Ausführungen, wie für die Errichtung von Windenergieanlagen unter den Punkt „Gebiete und Flächen für Windenergie“ dargestellt.

Ohne den Einsatz von wirksamen schallminimierenden und schadensbegrenzenden Maßnahmen könnten Beeinträchtigungen mariner Säuger während der Installation der Fundamente nicht ausgeschlossen werden. Der Planungsgrundsatz zur Schallminderung im Flächenentwicklungsplan gilt daher uneingeschränkt auch für Plattformen.

Die Prüfung der Umweltauswirkungen erfolgt aus diesem Grund unter der Voraussetzung des Einsatzes von schallmindernden Maßnahmen zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte. Für die Errichtung von Plattformen mittels einzurammenden Pfählen gelten sämtliche Maß-

nahmen, wie unter dem Punkt „Gebiete und Flächen für Windenergie“ erläutert.

Das BSH geht davon aus, dass bei Einhaltung der festgelegten Lärmschutzwerte für den Schallereignispegel von 160 dB re 1µPa<sup>2</sup>s und 190 dB re 1µPA für den max. Spitzenpegel in 750 m Abstand zur Schallquelle sowie bei Einsatz von Vergrämungsmaßnahmen und von sogenannten „soft-Starts“ nach aktuellem Kenntnisstand mit ausreichender Sicherheit gewährleistet ist, dass es bezogen auf den Schweinswal und Robben nicht zur Verwirklichung des Tötungs- und Verletzungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG kommt. Das gilt für alle betrachteten Gebieten.

#### 5.1.1.3 Seekabelsysteme

Nach aktuellem Kenntnisstand werden mit der Verlegung und dem Betrieb von Seekabelsystemen keine erheblichen negativen Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein, die den Tötungs- und Verletzungstatbestand nach § 44 Abs.1 Nr.1 BNatSchG erfüllen.

#### 5.1.2 § 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.

Bei dem Schweinswal handelt es sich um eine gemäß Anhang IV der FFH-RL und damit i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 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 populationsrelevanten Störungen der lokalen Bestände, deren Vorkommen in den Gebieten des Plans unterschiedlich ausgeprägt ist. Die Er-

gebnisse der artenschutzrechtlichen Prüfung werden daher anschließend für einzelne Gebiete bzw. Gruppen von Gebieten mit vergleichbaren Vorkommen dargestellt.

#### 5.1.2.1 Gebiete und Flächen für Windenergie auf See

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 Ostsee zur Verfügung stehen. Letzteres sei nach Forderung des BfN durch zeitliche Koordination von schallintensiven Tätigkeiten verschiedener Vorhabensträger zu erreichen.

Der artenschutzrechtlichen Prüfung liegen folgende Erwägungen zugrunde:

Gemäß Art. 12 Abs. 1 b) FFH-RL i.V.m. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist jede absichtliche Störung dieser Arten, insbesondere während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten zu verbieten. Gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist es verboten, wild lebende Tiere der streng geschützten Arten, d.h. u.a. von Tieren des Anhangs IV der FFH-RL, während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören.

Nach der Legaldefinition des § 44 Abs. 1 Nr. 2, 2. Halbsatz BNatSchG liegt eine erhebliche Störung 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.

Mögliche Auswirkungen der Rammarbeiten während der Bauphase von Offshore-Windparks auf Schweinswale:

Von dem Vorliegen einer Störung i.S.d. Art. 12 Abs. 1 b) FFH-RL i.V.m. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG der Schweinswale ist durch die temporäre Durchführung der Rammarbeiten nicht auszugehen.

Nach derzeitiger Kenntnislage ist nicht davon auszugehen, dass Störungen, welche durch schallintensive Baumaßnahmen auftreten können, den Erhaltungszustand der „lokalen Population“ verschlechtern würden.

Durch ein effektives Schallschutzmanagement, insbesondere durch die Anwendung von geeigneten Schallminderungssystemen im Sinne der Anordnung in den Planfeststellungsbeschlüssen des BSH und der Forderungen des BfN sind negative Einflüsse der Rammarbeiten auf die Schweinswale nicht zu erwarten.

Die Planfeststellungsbeschlüsse des BSH enthalten daher Anordnungen, die ein effektives Schallschutzmanagement durch geeignete Maßnahmen gewährleisten.

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 in den Planfeststellungsbeschlüssen geforderten Maßnahmen zur Gewährleistung der Anforderungen des Artenschutzes werden im Laufe des Vollzugs mit dem BSH abgestimmt. Zu den schallmindernden

den und umweltschützenden Maßnahmen gehören:

- Erstellung eines konkretisierten Schallgutachtens unter Berücksichtigung der Standort- und anlagenspezifischen Eigenschaften (Basis Design) vor Baubeginn
- Auswahl eines möglichst schallarmen Errichtungsverfahrens nach Stand der Technik
- Erstellung eines konkretisierten auf die gewählten Gründungsstrukturen und Errichtungsprozesse abgestimmten Schallschutzkonzeptes zur Durchführung der Rammarbeiten unter
- Berücksichtigung von schallmindernden begleitenden Maßnahmen nach dem Stand der Wissenschaft und Technik
- Berücksichtigung der Eigenschaften des Hammers und der Möglichkeiten der Steuerung des Rammprozesses
- 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.
- betriebsschallminimierende Anlagenkonstruktion nach Stand der Technik

Vergrämungsmaßnahmen und ein „soft-start“ Verfahren sind anzuwenden, um sicherzustellen, dass Tiere, die sich im Nahbereich der Rammarbeiten aufhalten, Gelegenheit finden, sich zu entfernen bzw. rechtzeitig auszuweichen. Seit 2017 wird in Bauvorhaben in der deutschen AWZ der Ostsee ein neues System für die Vergrämung von Tieren aus dem Gefährdungsbereich der Baustellen, das so genannte Fauna Guard System eingesetzt. Das neue optimierte Fauna Guard System für die Vergrämung hat im Vergleich zu dem bis einschließlich 2017 eingesetzten System des Seal Scarers den Vorteil, effektiv die Tiere aus dem

Gefährdungsbereich zu vertreiben ohne gleichzeitig eine Störung durch großräumige Vertreibung der Tiere aus dem Habitat zu verursachen.

Die Auswahl von schallmindernden Maßnahmen 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 Maßnahmen sowie aus den Erfahrungen mit der Steuerung des Rammprozesses in Zusammenhang mit den Eigenschaften des Impulshammers wurden insbesondere bei den Gründungsarbeiten in den Vorhaben „EnBW Baltic 2“, „Wikinger“, und „Arkona Becken Südost“ sowie aus Bauprojekten in der deutschen AWZ der Nordsee gewonnen.

Darüber hinaus werden in den Planfeststellungsbeschlüssen Monitoringmaßnahmen und Schallmessungen angeordnet um ein mögliches Gefährdungspotential vor Ort zu erfassen und ggf. schadensbegrenzende Maßnahmen einzuleiten. Insgesamt können Auswirkungen der Rammarbeiten auf die Schweinswalpopulation in der Nordsee nach aktuellem Kenntnisstand mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.

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 (BRANDT et al. 2016).

Das BSH kommt zum Ergebnis, dass unter Anwendung von strengen Schallschutz- und Schallminderungsmaßnahmen gemäß den Anordnungen in den Planfeststellungsbeschlüssen und Einhaltung des Lärmgrenzwertes 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 sind. Ferner verbleibt die vom BfN angeführte Forderung, schallintensive Bauphasen verschiedener Vorhabensträger in der deutschen AWZ der Nordsee zeitlich zu koordinieren.

Mögliche Auswirkungen des Betriebs des Offshore-Windparks auf Schweinswale:

Von dem Vorliegen einer Störung gemäß Art. 12 Abs. 1 b) FFH-RL i.V.m. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist nach aktuellem Kenntnisstand auch nicht durch den Betrieb von Offshore-WEA auszugehen. Betriebsbedingt sind nach heutigem Kenntnisstand auch bei der konstruktiven Ausführung der Anlagen keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale zu erwarten. Etwaige Auswirkungen sind auf die direkte Umgebung der Anlage beschränkt und abhängig von der Lärmausbreitung im konkreten Gebiet und nicht zuletzt von der Anwesenheit anderer Lärmquellen und Hintergrundgeräusche, wie z. B. Schiffsverkehr (MADSEN et al. 2006). Neueste Erkenntnisse gibt es auch aus experimentellen Arbeiten zur Wahrnehmung von niederfrequenten akustischen Signalen durch Schweinswale mit Hilfe von simulierten Betriebsgeräuschen von Offshore-Windenergieanlagen (LUCKE et al. 2007b). 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 durch Betriebsgeräusche nur Maskierungseffekte, abhängig von Anlagentyp bzw. Intensität der Betriebsgeräusche und nur in unmittelbarer Umgebung der jeweiligen Anlage zu erwarten sind.

Ergebnisse über die Habitatnutzung von Offshore-Windparks durch Schweinswale im Betrieb liefert eine Studie aus dem niederländischen Offshore-Windpark „Egmont aan Zee“. 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 Anreicherung des Nahrungsangebots durch einen so genannten „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“ weisen ebenfalls auf eine Rückkehr zu Verteilungsmustern und Abundanzen des Schweinswalsvorkommens, die vergleichbar sind – und teilweise höher – mit jenen aus der Basisaufnahme von 2008, hin. Darüber hinaus sind weitere Ergebnisse aus Offshore-Windparks mit einer großen Anzahl Windenergieanlagen abzuwarten, um zu einer abschließenden Bewertung der möglichen Auswirkungen des Betriebs zu gelangen.

Um mit ausreichender Sicherheit zu gewährleisten, dass es nicht zur Verwirklichung des Störungstatbestandes nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG kommt, ist vor diesem Hintergrund gemäß Anordnung Ziffer 4.1 eine betriebs-



schallminimierende Anlagenkonstruktion nach dem Stand der Technik zu gewährleisten.

Ein geeignetes Monitoring wird in der Betriebsphase des Einzelvorhabens angeordnet, um etwaige standort- und projektspezifischen Auswirkungen erfassen und einschätzen zu können).

Im Ergebnis sind die angeordneten Minderungsmaßnahmen ausreichend, um in Bezug auf Schweinswale sicherzustellen, dass durch den Betrieb des Vorhabens auch der Verbotsstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG nicht erfüllt wird.

### **Andere marine Säuger**

Grundsätzlich gelten die für Schweinswale ausführlich aufgeführten Erwägungen zur Schallbelastung durch Bau- und Betriebsaktivitäten von Offshore-WEA für alle sonst im Plangebiet 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).

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 WEA können von Seehunden noch in 5 bis 10 km Ent-

fernung wahrgenommen werden (LUCKE et al. 2006).

### **5.1.2.2 Plattformen**

Unter der Voraussetzung des Einsatzes wirksamer Schallminderungsmaßnahmen im konkreten Vorhaben zur Einhaltung festgelegter Lärmschutzwerte gemäß dem Planungsgrundsatz zur Schallminderung sowie unter Anwendung der Vorgaben des BMU-Schallschutzkonzeptes ist nach derzeitigem Kenntnisstand eine artenschutzrechtliche Störung i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG von Schweinswalen durch die Installation der Fundamente von Plattformen nicht zu befürchten. Eine Verschlechterung des Erhaltungszustands der lokalen Schweinswalpopulationen ist nicht zu erwarten.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der artenschutzrechtlichen Prüfung für Offshore-Windparks liegen für Plattformen folgende Erwägungen zugrunde:

Bei der Installation der Umspannplattformen handelt es sich um zeitlich stark eingeschränkte Arbeitsabläufe. Die jeweils einzuhaltende effektive Rammzeit (einschließlich der Vergrämung) wird im Zulassungsverfahren standort- und anlagenspezifisch vorgegeben. Im Rahmen des Vollzugsverfahrens wird zudem eine Koordination von schallintensiven Arbeiten mit anderen Bauprojekten vorbehalten, um zu gewährleisten, dass ausreichend Ausweichflächen für die Bestände des Schweinswals in der deutschen AWZ vorhanden sind. Nach aktuellem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass die Einbringung der Pfähle für gerammte Plattformen unter Berücksichtigung von strengen Schallminderungsmaßnahmen und begleitet durch intensive Überwachungsmaßnahmen keine artenschutzrechtlich relevante Störung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG verursachen wird.

### 5.1.2.3 Seekabelsysteme

Nach aktuellem Kenntnisstand werden mit der Verlegung und dem Betrieb von Seekabelsystemen keine artenschutzrechtlich relevanten Störungen gemäß § 44 Abs.1 Nr.2 BNatSchG von marinen Säugern verbunden sein.

## 5.2 Avifauna (See- und Rastvögel sowie Zugvögel)

Der Plan ist anhand artenschutzrechtlicher Vorgaben gemäß § 44 BNatSchG i.V.m. Art. 5 V-RL für die Avifauna (Rast- und Zugvögel zu bewerten.

In der Umgebung der geplanten Gebiete für Offshore-Windparks und Plattformen sowie entlang der geplanten Seekabeltrassen kommen geschützte Vogelarten des Anhangs I der V-RL 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 (Störung streng geschützter Arten und der europäischen Vogelarten) 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 O-1 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 O-2 und O-3 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 Zuggeschehens 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, Singeschwan, Eider-, Trauer- und Samtente) in teilweise hohen Intensitäten überflogen.

### 5.2.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG (Tötungs- und Verletzungsverbot)

Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG bezieht sich auf die Tötung und Verletzung von Individuen und erfolgt daher einheitlich für alle Gebiete des Plans O-1 bis einschließlich O-3. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass die artenschutzrechtliche Prüfung des Plans i.S.d. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nur auf eine übergeordnete Ebene stattfinden kann. Etwaige Auswirkungen der konstruktiven Ausführung der Anlagen und deren räumlichen Konfiguration erfordert eine detaillierte Prüfung auf Zulassungsebene der einzelnen Vorhaben.

### 5.2.1.1 Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See

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. Dies gilt für alle Entwicklungsformen der betreffenden Arten. Gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 12 und Nr. 13 b) bb) BNatSchG gehören zu den besonders geschützten Arten auch die in Europa natürlicherweise heimischen Arten im Sinne des Art. 1 Anhang I der V-RL.

Dementsprechend ist grundsätzlich eine Verletzung oder Tötung von Rastvögeln in Folge von Kollisionen mit Windenergieanlagen untersagt. 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.

Bei der Planung und Zulassung von öffentlichen Infrastruktur- und privaten Bauvorhaben ist davon auszugehen, dass unvermeidbare betriebsbedingte Tötungen oder Verletzungen einzelner Individuen (z. B. durch Kollision von Fledermäusen oder Vögeln mit Windenergieanlagen) als Verwirklichung sozialadäquater Risiken nicht unter den Verbotstatbestand fallen (BT-Drs. 16/5100, S. 11 und 16/12274, S. 70 f.). Eine Zurechnung erfolgt nur dann, wenn sich das Risiko eines Erfolgseintritts 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 2011, BVERWG, 12. MÄRZ 2008; BVERWG 09. Juli 2008; FRENZ/MÜGGENBORG, 2011.

Das BfN führt in seinen Stellungnahmen regelmäßig aus, dass auf Grund der Änderungen technischer Größenparameter der Windenergieanlagen in aktuellen Vorhaben im Vergleich zu der Realisierung aus den Jahren 2011 bis 2014 grundsätzlich eine Vergrößerung vertikaler Hindernisse im Luftraum bewirkt wird. Allerdings kann durch die gleichzeitige Verringerung der Anlagenzahl nach derzeitigem Kenntnisstand ein erhöhtes Vogelschlagrisiko nicht quantifiziert werden kann. 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-WEA soweit als möglich vermieden oder dieses Risiko zumindest minimiert wird. Zudem wird ein Monitoring in der Betriebsphase durchgeführt, um eine verbesserte naturschutzfachliche Einschätzung des von den Anlagen tatsächlich ausgehenden Vogelschlagrisikos zu ermöglichen. Die Anordnung weiterer Maßnahmen wurde zudem ausdrücklich vorbehalten.

Nach aktuellem Kenntnisstand ist ein standortbedingt signifikant erhöhtes Risiko einer Kollision einzelner See- und Rastvogelarten in den Gebieten O-1 bis O-3 des Plans nicht erkennbar.

Von einer Verwirklichung des Verletzungs- und Tötungsverbots des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG für See- und Rastvögel sei somit nicht auszugehen.

Vor diesem Hintergrund ist, nach Einschätzung des BSH, auch keine signifikante Erhöhung des Tötungs- oder Verletzungsrisikos für Zugvögel zu besorgen. Ein etwaig erhöhtes Kollisionsrisiko auf Grund der konstruktiven Ausführung der Anlagen ist bei der Planung der Einzelvorhaben zu berücksichtigen. Dies gilt besonders für den Kranichzug. Der Plan verletzt folglich nicht das Tötungs- und Verletzungsverbot gemäß § 44 Abs. 1 Nr.1 BNatSchG.

### 5.2.1.2 Plattformen

Durch Kollisionen mit Plattformen kann es zur Tötung oder Verletzung von Vögeln kommen. Es ist davon auszugehen, dass vornehmlich nachts ziehende Singvogelarten und nur wenige See- und Rastvogelarten davon betroffen sein werden. Das BfN weist auf der Basis von aktuellen Rechtsprechungen darauf hin, dass die Tötung oder Schädigung einzelner Exemplare den Verbotstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nicht in jedem Fall erfüllt, sondern nur dann, wenn eine signifikante Erhöhung des Risikos kollisionsbedingter Verluste von Einzelexemplaren eintritt. Angesichts der Tatsache, dass es sich bei einer Umspann- bzw. Sammelpattform um ein Einzelbauwerk in engem räumlichen Verbund mit einem Offshore-Windpark handelt, ist in Bezug auf die Plattform von keinem signifikant erhöhten Kollisionsrisiko auszugehen.

Ob das Risiko einer Verletzung der artenschutzrechtlichen Verbote auch bei kumulativer Betrachtung unter Einbeziehung der anzuschließenden Windparks ausgeschlossen werden kann, kann im Rahmen der vorliegenden SUP nicht mit der erforderlichen Sicherheit geklärt werden. Eine abschließende kumulative Bewertung ist erst auf der konkreten Vorhabensebene nach Durchführung einer detaillierten artenschutzrechtlichen Prüfung möglich. Um das Kollisionsrisiko von Vögeln mit den Anlagen zu minimieren, sind im konkreten Zulassungsverfahren geeignete Minimierungsmaßnahmen anzuordnen.

### 5.2.1.3 Seekabelsysteme

Nach aktuellem Kenntnisstand werden mit dem Betrieb von Seekabelsystemen keine erheblichen negativen Auswirkungen auf See- und Zugvögel verbunden sein, die den Tötungs- und Verletzungstatbestand nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG erfüllen. Während der Verlegung der Seekabelsysteme kann es durch die hohen und stark beleuchteten Kabelverlegeschiffe zu An-

lockeeffekten für Zugvögel kommen. Aufgrund der kurzen Dauer der Verlegephase kann das Risiko einer Verletzung artenschutzrechtlicher Verbote nach derzeitigem Kenntnisstand ausgeschlossen werden. Auf den Bauschiffen sind zudem geeignete Maßnahmen zur Minimierung von Anlockeeffekten unter Berücksichtigung der Aspekte der Arbeitssicherheit zu ergreifen.

### 5.2.2 § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG (Störungsverbot)

Im Plangebiet kommen, wie dargelegt, u.a. mit den Arten Sterntaucher, Prachtttaucher, Zwergmöwe, Ohrentaucher, Sturmmöwe, Eisente und Trottellumme verschiedene einheimische europäische wildlebende Vogelarten im Sinne des Art.1 V-RL bzw. Arten des Anhangs I der V-RL vor. Vor diesem Hintergrund ist die Vereinbarkeit des Plans mit § 44 Abs. 1 Nr.2 BNatSchG i.V.m. Art. 5 V-RL sicherzustellen.

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.

Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG bezieht sich auf populationsrelevanten Störungen der lokalen Bestände, deren Vorkommen in den Gebieten des Plans allerdings nur geringfügig unterschiedlich ausgeprägt ist. Die artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG wird daher für alle Gebiete des Plans einheitlich durchgeführt.

### 5.2.2.1 Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See

Alle vorliegenden Erkenntnisse weisen für die für Offshore-Windenergie in der AWZ der Ostsee vorgesehenen Gebiete eine geringe bis höchstens mittlere Bedeutung für Arten des



Anhang I der V-RL auf. Stern- und Prachtttaucher kommen nur vereinzelt im Plangebiet zur Winterrast oder als Durchzügler vor. Das Vorkommen von Ohrentauchern und Zwergmöwen ist vergleichbar gering. Für tauchende Meerestiere haben die Gebiete auf Grund ihrer Wassertiefe keine Bedeutung als Nahrungsgründe. Für Alkenvögel, wie Trottellumme und Tordalk, gehört das Gebiet O-1 nur zu den südlichen Ausläufern ihres Hauptrastgebietes im Winter in der Ostsee. Gryllteisten werden nur sehr vereinzelt östlich des Gebietes beobachtet.

Zusammengefasst können in Anbetracht der geringen Vorkommen von geschützten Arten nach Anhang I V-RL sowie weiterer wildlebender heimischer Vogelarten erhebliche Störungen durch die Durchführung des Plans auf See- und Rastvögel mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden. Von einer Erfüllung des Tatbestands gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ist daher nicht auszugehen.

Die AWZ der Ostsee hat eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung für den Vogelzug. Besonders hervorzuheben ist hier die Bedeutung der Ostsee für den Zug des Kranichs, einer weiteren Vogelart des Anhang I der V-RL. Bei Betrachtung der vorhandenen Erkenntnisse zum Zugverhalten und der Zugintensität einzelner Arten und des Kranichs im speziellen ist für die im FEP vorgesehenen Gebiete für Windenergie unter Berücksichtigung der jeweiligen gebietsbezogenen Planung weiterer Vorhaben in der Einzelbetrachtung nicht von einer erheblichen Störung des Vogelzugs auszugehen. Eine kumulative Betrachtung unter Berücksichtigung bestehender Vorbelastungen und zukünftiger Entwicklungen kann derzeit auf Grund bestehender Kenntnislücken nicht abschließend erfolgen. Diese Kenntnislücken zum Vogelzug erfordern weiterhin eine aufmerksame und intensive Betrachtung und Überwachung in der Planung und Realisierung von Einzelvorhaben. Zu diesem Zweck ist es

sinnvoll, zu den Untersuchungsmethoden gemäß StUK 4 zusätzliche Erfassungsmethoden, wie z.B. den Rangefinder zur Bestimmung von Flughöhen, hinzuzunehmen, um spezielle Fragestellungen gezielt betrachten zu können.

#### 5.2.2.2 Plattformen

Alle Umspann- bzw. Sammelplattformen sind in direkter räumlicher Nähe zu Offshore-Windparks und entsprechend in deren unmittelbarem Wirkungsbereich geplant. Daher ist anzunehmen, dass sich die Scheueffekte der angrenzenden Windparks auf störungsempfindliche Seevögel und der damit ggf. verbundene Habitatverlust durch die Umspann- bzw. Sammelplattformen nur marginal vergrößern. Entsprechendes gilt für die Scheuch- und Barrierewirkung auf Zugvögel. Nach dem aktuellen Kenntnisstand ist deshalb nicht davon auszugehen, dass eine artenschutzrechtlich relevante Störung von See- und Rastvögel sowie Zugvögeln im Sinne von § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG auftreten wird.

#### 5.2.2.3 Seekabelsysteme

Scheuchwirkungen auf Zugvögel sowie See- und Rastvögel beschränken sich auf die kleinsten räumigen und zeitlich sehr eingeschränkten Verlegearbeiten von Seekabeln. Diese Störungen gehen nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamem Schiffsverkehr verbunden sind. Daher ist keine artenschutzrechtlich relevante Störung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG durch die geplanten Seekabelsysteme zu erwarten.



### 5.3 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. Anhand der bisherigen Beobachtungen wird angenommen, dass Fledermäuse eher in Konzentrationen (Schwärmen) über das Meer ziehen, wahrscheinlich in erheblichen Flughöhen und auf regelmäßig genutzten Zugrouten.

#### 5.3.1 § 44 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BNatSchG

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, Plattformen und Seekabelsysteme 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 BSH schließt sich der Meinung des BfN an und geht davon aus, dass etwaige temporäre Gefährdungen von Fledermäusen möglicherweise durch dieselben Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen vermieden werden, die zum Schutz des Vogelzuges eingesetzt werden.

Erfahrungen und Ergebnisse aus Forschungsvorhaben bzw. aus Windparks, die sich bereits in Betrieb befinden, werden auch in weiteren Prüfungen angemessen Berücksichtigung finden.

Nach den derzeitig vorgesehenen Planungen ist weder eine Verwirklichung des Tötungs- und

Verletzungstatbestands nach § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG noch des artenschutzrechtlichen Verbotstatbestandes einer erheblichen Störung gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG zu erwarten.

Nach aktuellem Kenntnisstand werden mit der Verlegung und dem Betrieb von Seekabelsystemen keine artenschutzrechtlich relevanten Auswirkungen auf Fledermäuse verbunden sein.

## 6 Verträglichkeitsprüfung

Im Rahmen der vorliegenden SUP erfolgt für die im FEP geplanten Gebiete, Flächen, Plattformen und Seekabeltrassen eine getrennte Prüfung auf ihre Verträglichkeit mit den Schutzzwecken der Naturschutzgebiete.

### 6.1 Rechtsgrundlage

In der deutschen AWZ der Ostsee befinden sich die durch Verordnung vom 22.09.2017 festgelegten Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Fehmarnbelt“ sowie „Kadetrinne“.

Grundsätzlich ist die Errichtung künstlicher Anlagen und Bauwerke in den Naturschutzgebieten verboten. Dies gilt jedoch für bestimmte Projekte und Pläne vorbehaltlich einer Zulässigkeitsprüfung nicht (vgl. §§ 8 Abs. 1, 9 Abs. 6 Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (NSGPBRV)<sup>41</sup>; §§ 4 Abs. 1, 5 Abs. 6 Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ (NSGFmbV)<sup>42</sup>; §§ 4 Abs. 1, 5 Abs. 6 Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ (NSGKdrV)<sup>43</sup>). Diese Projekte und Pläne sind auf ihre Verträglichkeit mit dem Schutzzweck aus der jeweiligen Verordnung hin zu prüfen. Dabei sind sie zulässig, wenn sie nach § 34 Abs. 2 BNatSchG nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen der für den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteile des Naturschutzgebiets führen können oder die Anforderungen nach § 34 Absatz 3 bis 5 BNatSchG erfüllen

<sup>41</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ vom 22. September 2017 (BGBl. I S. 3415)

<sup>42</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ vom 22. September 2017 (BGBl. I S. 3405)

<sup>43</sup> Verordnung über die Festsetzung des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ vom 22. September 2017 (BGBl. I S. 3410)

(vgl. § 9 Abs. NSGPBRV, § 4 5 Abs. 2 NSGFmbV, § 5 Abs. 2 NSGKdrV. Die Verträglichkeit nach dem BNatSchG ist entsprechend der vorher für die Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) durchgeführten Prüfung zu untersuchen. Die Naturschutzgebiete in der AWZ waren vorher europarechtlich mit Entscheidung der EU-Kommission vom 12.11.2007 als FFH-Gebiete in die erste aktualisierte Liste von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung in der atlantischen biogeografischen Region gemäß Artikel 4 Abs. 2 FFH-RL aufgenommen worden (Amtsblatt der EU, 15.01.2008, L 12/1), so dass im Rahmen des BFO bereits eine FFH-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde.

§§ 34 bzw. 36 BNatSchG schreiben für Pläne oder Projekte, die einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen oder Projekten ein FFH- und EU-Vogelschutzgebiet erheblich beeinträchtigen können und nicht unmittelbar der Verwaltung des Gebiets dienen, die Prüfung auf ihre Verträglichkeit mit den Schutz- und Erhaltungszielen eines Natura2000-Gebietes vor. Dies gilt auch für Projekte außerhalb des Gebietes, die einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, den Schutzzweck der Gebiete erheblich zu beeinträchtigen. Diese Prüfung bezieht sich mit der Ausweisung der Naturschutzgebiete nun auf den Schutzzweck dieser Naturschutzgebiete. Die Verträglichkeitsprüfung nach der FFH-RL hat einen enger gefassten Anwendungsbereich als die SUP, denn sie beschränkt sich auf die Überprüfung der Verträglichkeit mit den für das Schutzgebiet festgelegten Erhaltungszielen. Andere Umweltauswirkungen müssen nicht überprüft werden.

Die Gesamtfläche der drei Naturschutzgebiete beläuft sich auf 2.472 km<sup>2</sup>, das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ umfasst eine Fläche von 2.092km<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 und Meeressäuger nach Anhang II der Richtlinie (Stör, Finte, Schweinswal, Kegelrobbe) sowie verschiedene Vogelarten nach Anhang I der V-RL (Sterntaucher, Prachtaucher, Ohrentaucher, Rothalstaucher, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk, Gryllteiste). Arten nach Anhang IV der FFH-RL, z. B. der Schweinswal, sind überall, also auch außerhalb der festgelegten Schutzgebiete, streng zu schützen.

Im Rahmen des FEP werden einzelne Festlegungen in räumlicher Nähe zu den Naturschutzgebieten „Pommersche Bucht - Rönnebank“ und „Fehmarnbelt“ geplant. Somit beschränkt sich die Prüfung der Verträglichkeit im Bereich der AWZ auf diese Schutzgebiete. Bei der Verträglichkeitsprüfung werden darüber hinaus auch Fernwirkungen der innerhalb der AWZ getroffenen Festlegungen 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. Es finden auch FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete außerhalb der deutschen AWZ Berücksichtigung. Eine erneute Prüfung der Gebiete und Testflächen im Küstenmeer erfolgt nicht, da diese bereits bei der Aufstellung des LEP M-V erfolgte.

Die vorliegende Verträglichkeitsprüfung untersucht neben den Auswirkungen innerhalb der AWZ ausdrücklich nur mögliche Fernwirkungen der in der AWZ geplanten Gebiete und Flächen, Konverterplattformen und Seekabeltrassen auf Schutzgebiete in angrenzenden Gebieten. Die

se Betrachtung erfolgt jedoch nicht im Hinblick auf die Trassenführungen im Küstenmeer, die sich an die im FEP vorgesehenen Grenzkorridore anschließen. Diese Prüfung ist Gegenstand der Umweltberichte der Küstenländer zu den Raumordnungsplänen bzw. nachgeordneter Verfahren.

Eine Verträglichkeitsprüfung nach § 34 Abs. 2 bis 5 BNatSchG ist durchzuführen, wenn eine Vorprüfung gem. § 34 Abs. 1 BNatSchG zu dem Ergebnis kommt, dass eine erhebliche Beeinträchtigung eines Schutzgebietes ernstlich zu besorgen ist.

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG sind Projekte und Pläne vor ihrer Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura2000-Gebietes zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Gebiet erheblich zu beeinträchtigen und nicht unmittelbar der Verwaltung des Gebiets dienen.

Aus diesem Grund ist eine mögliche Beeinträchtigung der Erhaltungsziele, wie im Schutzzweck der Schutzgebietsverordnung vom 22. September 2017 dargelegt zu prüfen.

Zuständig für die Verträglichkeitsprüfung gemäß § 34 BNatSchG ist das BSH.

## 6.2 Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf Lebensraumtypen

### 6.2.1 Prüfung der Verträglichkeit mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“

#### 6.2.1.1 Prüfung der Verträglichkeit des FEP für Flächen und Plattformen im Gebiet O-1 im Hinblick auf Lebensraumtypen

Durch den Bau und Betrieb von Flächen und Plattformen im Gebiet O-1 sind aufgrund der Kleinräumigkeit der insbesondere für Riffe rele-

vanten Auswirkungen, wie etwa Sedimentverdriftungen und Sedimentumlagerungen des freigesetzten Materials in der Bauphase, und der Lage außerhalb von Naturschutzgebieten keine erheblichen Auswirkungen auf die LRT „Riff“ und „Sandbank“ mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten zu erwarten. Erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgebiete durch Sedimentverdriftung während der Bauphase werden auf Grundlage der derzeitigen Kenntnisse ausgeschlossen. Das nächstgelegene Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ liegt in einer Entfernung von mind. 5,8 km und damit außerhalb der in der Fachliteratur diskutierten Verdriftungsentfernungen. Insofern ist auch nicht mit einer Freisetzung von Nähr- und Schadstoffkonzentrationen zu rechnen, die das Naturschutzgebiet beeinträchtigen könnten.

#### **6.2.1.2 Prüfung der Verträglichkeit des FEP für Flächen und Plattformen im Gebiet O-2 im Hinblick auf Lebensraumtypen**

Durch den Bau und Betrieb von Flächen und Plattformen im Gebiet O-2 (Fläche O-2.2 in Prüfung) sind aufgrund der Kleinräumigkeit der insbesondere für Riffe relevanten Auswirkungen, wie etwa Sedimentverdriftungen und Sedimentumlagerungen des freigesetzten Materials in der Bauphase, und der Lage außerhalb von Naturschutzgebieten keine erheblichen Auswirkungen auf die LRT „Riff“ und „Sandbank“ mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten zu erwarten. Erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgebiete durch Sedimentverdriftung während der Bauphase werden auf Grundlage der derzeitigen Kenntnisse ausgeschlossen. Das nächstgelegene Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ liegt in einer Entfernung von mind. 9,2 km und damit außerhalb der in der Fachliteratur diskutierten Verdriftungsentfernungen. Insofern ist auch nicht mit einer Freisetzung von Nähr- und Schadstoff-

konzentrationen zu rechnen, die das Naturschutzgebiet beeinträchtigen könnten.

#### **6.2.1.3 Prüfung der Verträglichkeit des FEP für Kabeltrassen zur Anbindung der Gebiete O-1 und O-2 sowie parallel laufender grenzüberschreitender Seekabelsysteme im Hinblick auf Lebensraumtypen**

Erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgebiete durch Sedimentverdriftung während der Bauphase werden auf Grundlage der derzeitigen Kenntnisse ausgeschlossen. Das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ liegt in einer Entfernung von mind. 900 m zu den Kabeltrassen und damit außerhalb der in der Fachliteratur diskutierten Verdriftungsentfernungen. Zwar setzen sich die im Trassenverlauf anstehenden Weichsedimente langsamer wieder ab als gröberes Sediment. Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen sind jedoch auch in Gebieten mit Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsfluten zu erwarten, die die natürliche Schwebstoffmaxima deutlich überschreiten. Zudem 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. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird.

Somit bleiben die Beeinträchtigungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand i. d. R. kleinräumig und temporär. Insofern ist auch nicht mit einer Freisetzung von Nähr- und Schadstoffkonzentrationen zu rechnen, die das Naturschutzgebiet beeinträchtigen könnten.

#### **6.2.1.4 Prüfung der Verträglichkeit des FEP für ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zwischen den Grenzkorridoren O-XIII und O-XII im Hinblick auf Lebensraumtypen**

In der AWZ der Ostsee werden acht Trassen für grenzüberschreitende Seekabelsysteme festgelegt. Ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem ist parallel zur Gasleitung Nord Stream bzw. zwischen „Nord Stream“ und „Nord Stream 2“ geplant und verbindet die Grenzkorridore O-XII und O-XIII. Es quert das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht - Rönnebank“ auf einer Strecke von 32,3 km. Innerhalb des Schutzgebietes sind keine Kreuzungen mit anderen Kabeln erforderlich.

Innerhalb der deutschen AWZ ist im Bereich der Nord Stream-Trassen der Biotoptyp „Sublitoral, ebener Sandgrund der Ostsee mit Brackwassermuschel-Gemeinschaft (*Cerastoderma glaucum*, *Macoma baltica*, *Mya arenaria*)“ (Code 05.02.10.02.01, FINCK et al., 2017) anzutreffen. Weitere Biotoptypen und Lebensraumtypen kommen nach derzeitigem Kenntnisstand entlang der Trasse nicht vor. Der geringste Abstand der Trasse zum Lebensraumtyp „Sandbank“ beträgt ca. 9,6 km, zum Lebensraumtyp „Riff“ beträgt der Abstand mindestens ca. 10,7 km. Somit sind keine erheblichen Auswirkungen auf die Lebensraumtypen „Riff“ und „Sandbank“ innerhalb des Naturschutzgebietes mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten zu erwarten.

#### **6.2.2 Prüfung der Verträglichkeit von geplanten Kabeltrassen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Fehmarnbelt“**

##### **6.2.2.1 Prüfung der Verträglichkeit des FEP für ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zwischen den Grenzkorridoren O-V und O-VI**

Ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem ist im Bereich der Fehmarnbeltquerung (O-V zu O-VI) vorgesehen und quert das Naturschutzgebiet Fehmarnbelt auf einer Strecke von 4,3 km. Hier wird die Möglichkeit einer Mit-Nutzung der vorhandenen Infrastruktur des zukünftigen Fehmarnbelt-Tunnels für ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem in Betracht gezogen, so dass insofern nach derzeitigem Stand über die Auswirkungen des Tunnelbauwerks hinaus keine weiteren negativen Auswirkungen durch ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zu erwarten sind.

### **6.3 Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf geschützte Arten**

#### **6.3.1 Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht – Rönnebank“**

##### **6.3.1.1 Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf geschützte Vogelarten**

Die Gebiete O-1 und O-2 befinden sich in der Nähe des mit Verordnung vom 22.09.2017 festgesetzten Naturschutzgebiets „Pommersche Bucht - Rönnebank“ (Bundesgesetzblatt I, I S, 3415).

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 des FEP erfolgt anhand des Schutzzwecks des Bereiches IV gemäß § 7 der NSGPBRV.

Gemäß § 7. NSGPBRV stellt sich der Schutzzweck des Bereichs IV wie folgt dar:

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 Rothalstaucher (*Podiceps grisegena*), Gelbschnabeltaucher (*Gavia adamsii*), Eisente (*Clangula hyemalis*), Trauerente (*Melanitta nigra*), Samtente (*Melanitta fusca*), Sturm-  
möwe (*Larus canus*), Trottellumme (*Uria  
algae*), Tordalk (*Alca torda*) und Gryllteiste (*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 Be-

standsentwicklung 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 hydromorphologische Beschaffenheit mit ihrer 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.

Die Gebieten O-1 und O-2 und die darin enthaltenen Flächen und Plattformen liegen, wie bereits dargestellt, außerhalb der bekannten Rastgebiete von geschützten Vogelarten. Nach aktuellem Kenntnisstand ist eine Störung für Rast- und Zugvögel durch die Errichtung und den Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen nicht zu erwarten. Das Monitoring der Offshore-Windparks „Wikinger“ und „Arkona Becken Südost“ hat bestätigt, dass eine populationsrelevante Störung von zu schützenden Vogelarten sowie eine Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Schutzgebietes ausgeschlossen werden können.

Durch die Verlegung und den Betrieb von Seekabelsystemen für die Anbindung der Flächen O-1 und O-2 sowie parallel verlaufende grenzüberschreitende Seekabelsysteme sind keine erheblichen Auswirkungen auf Vogelarten zu erwarten.

Nach aktuellem Kenntnisstand kann somit eine durch den Plan einzeln betrachtet oder auch im Zusammenwirken mit anderen Projekten erhebliche Beeinträchtigung der Schutzzwecke des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ im Hinblick auf geschützte Vogelarten mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Das Gebiet O-3 liegt in einer Entfernung von mehr als 50 km zum Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Darüber hinaus haben die Ergebnisse aus dem Monitoring des Offshore-Windparks „EnBW Baltic2“ bestätigt, dass keine erhebliche Auswirkungen auf geschützten Vogelarten zu erwarten sind.

#### **6.3.1.2 Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf marine Säuger**

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG sowie gemäß § 9 Abs. 1, Nr. 3 NSGPbrV ist die Beeinträchtigung der Erhaltungsziele der Teilbereiche II und III des Naturschutzgebietes durch die Durchführung des Plans zu prüfen.

Die Prüfung der Auswirkungen des Plans erfolgt anhand des Schutzzwecks des Schutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“. 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.

Die Verordnung legt schließlich unter § 5 Abs. 1 bis Abs. 3 NSGPbrV sowie unter § 6 Abs. 1 bis

Abs. 3 NSGPbrV Ziele zur Sicherung des Überlebens und der Fortpflanzung der in § 3, Abs. 2 NSGPbrV genannten mariner Säugetierarten Schweinswal und Kegelrobbe des Anhangs II der FFH-RL sowie zur Erhaltung und Wiederherstellung ihrer Lebensräume fest.

Gemäß § 6 Abs. 1, Nr. 2 NSGPbrV gehören die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands zu den im Bereich III des Naturschutzgebietes verfolgten Schutzzwecken der Art nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG Schweinswal (*Phocoena phocoena*).

Gemäß § 6 Abs. 3 NSGPbrV sind zum Schutz der in Abs. 1 Nr. 2 NSGPbrV genannten Arten ist insbesondere erforderlich die Einhaltung oder, soweit erforderlich 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 Bereiches als weitgehend störungsfreies und von lokalen Verschmutzungen unbeeinträchtigt Habitat des Schweinswals,
- unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration der in Abs. 1 Nr. 2 NSGPbrV genannten Arten innerhalb der zentralen Ostsee und in die westliche Ostsee und Beltsee sowie
- der wesentlichen als Nahrungsgrundlagen des Schweinswals dienenden Organismen, insbesondere der natürlichen Bestandsdichten, Altersklassenverteilungen und Verbreitungsmuster .

Nach aktuellem Kenntnisstand und anhand der Erkenntnisse aus dem Monitoring aus der Errichtung und aus dem Betrieb der Offshore-Windparks „Wikinger“ und „Arkona Becken Südost“<sup>44</sup> kann eine Beeinträchtigung der Schutzzwecke des Bereichs III des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Etwaige Beeinträchtigungen durch die Realisierung des Plans auf die Erhaltungsziele des Bereichs II „Adlergrund“ des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ im Hinblick auf marine Säugetiere können ebenfalls mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Das Gebiet O-3 liegt in einer Entfernung von mehr als 50 km zum Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Darüber hinaus haben die Ergebnisse aus dem Monitoring des Offshore-Windparks „EnBW Baltic2“ bestätigt, dass keine erhebliche Auswirkungen auf geschützten marinen Säugetierarten zu erwarten sind. Eine Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht - Rönnebank“ im Hinblick auf marine Säugetiere können mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

### **6.3.2 Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebiets „Fehmarnbelt“**

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG sowie nach § 5 Abs. 6 NSGFmbV sind für den gegenständlichen Plan, der bei der behördlichen Entscheidung zu berücksichtigen ist, die Vorgaben nach § 5 Abs. 4 NSGFmbV zu beachten. Projekte und Pläne sind vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Schutzgebietes zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Naturschutzgebiet erheblich zu beeinträchtigen.

Zuständig für die Verträglichkeitsprüfung gem. § 34 BNatSchG und nach § 5 Abs. 7 NSGFmbV ist das BSH.

Schutzzweck 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 Megarippeln.

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 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 Trittfunktion für die Ökosysteme der westlichen und zentralen Ostsee;
- die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands der das Gebiet 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) und der Arten nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG Schweinswal (*Phocoena phocoena*, EU-Code 1351) und Seehund (*Phoca vitulina*, EU-Code 1365);

- zum Schutz der genannten Lebensraumtypen die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung der ökologischen Qualität der Habitatstrukturen und deren flächenmäßiger Ausdehnung, der natürlichen Qualität dieser Lebensräume mit weitgehend natürlicher Verbreitung, Bestandsdichte und Dynamik der Populationen der charakteristischen Arten und der natürlichen Ausprägung ihrer Lebensgemeinschaften, der Unzerschnittenheit der Lebensräume und ihrer Funktion als Regenerationsraum insbesondere für die benthische Fauna sowie der Funktion als Startpunkt und Ausbreitungskorridor für die Wiederbesiedlung umliegender Gebiete durch die benthischen Arten und Lebensgemeinschaften;
- zum Schutz von Schweinswal und Kegelrobbe die Erhaltung oder, soweit erforderlich, 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 Nahrungs- und Migrationshabitat der Schweinswale und Seehunde und Fortpflanzungs- und Aufzuchtshabitat für Schweinswale,
  - unzerschnittener Habitate und der Möglichkeit der Migration der Schweinswale und Seehunde inner-

halb 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.

Die Gebiete O-1, O2 und O3 und die dazugehörigen Flächen und Plattformen sowie die zugehörigen Netzanbindungssysteme liegen in sehr großen Entfernungen zum Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“. Ein geplantes grenzüberschreitendes Seekabelsystem quert das Schutzgebiet auf einer Länge von 4,3 km. Hier wird die Möglichkeit einer Mit-Nutzung der vorhandenen Infrastruktur des zukünftigen Fehmarnbelt-Tunnels für ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem in Betracht gezogen, so dass insofern nach derzeitigem Stand über die Auswirkungen des Tunnelbauwerks hinaus keine weiteren negativen Auswirkungen durch ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zu erwarten sind.

Eine Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Naturschutzgebietes „Fehmarnbelt“ im Hinblick auf marine Säugetiere können mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

### **6.3.3 Prüfung der Verträglichkeit von Gebieten, Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen mit dem Schutzzweck des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“**

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG sowie nach § 5 Abs. 6 NSGKdrV sind für den gegenständlichen Plan, der bei der behördlichen Entscheidung zu berücksichtigen ist, die Vorgaben nach § 5 Abs.

4 NSGKdrV zu beachten. Projekte und Pläne sind vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Schutzgebietes zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Naturschutzgebiet erheblich zu beeinträchtigen.

Zuständig für die Verträglichkeitsprüfung gem. § 34 BNatSchG und nach § 5 Abs. 7 NSGKdrV ist das BSH.

Schutzzweck ist nach § 3 Abs. 1 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 Rinnensystems 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 Trittssteinfunktion für die Ökosysteme der westlichen und zentralen Ostsee.
- Zu den verfolgten Schutzzwecken gehören die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands des nach Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG das Gebiet prägenden Lebensraumtyps Riffe (EU-Code 1170), der Art nach Anhang II der Richtlinie 92/43/EWG Schweinswal (*Phocoena phocoena*, EU-Code 1351).
- Zum Schutz des genannten Lebensraumtyps einschließlich seiner charakteristischen Arten ist insbesondere erforderlich

die Erhaltung oder, soweit erforderlich, die Wiederherstellung

- der ökologischen Qualität der Habitatstrukturen und deren flächenmäßiger Ausdehnung,
- der natürlichen Qualität der Lebensräume mit weitgehend natürlicher Verbreitung, Bestandsdichte und Dynamik der Populationen der charakteristischen Arten und der natürlichen Ausprägung ihrer Lebensgemeinschaften,
- der Unzerschnittenheit der Lebensräume und ihrer Funktion als Regenerationsraum insbesondere für die benthische Fauna sowie
- der Funktion als Startpunkt und Ausbreitungskorridor für die Wiederbesiedlung umliegender Gebiete durch die benthischen Arten und Lebensgemeinschaften.
- Zum Schutz des Schweinswals ist 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.

Die Gebiete O-1, O-2 und O-3 sowie die dazugehörigen Flächen, Plattformen und Seekabelsystemen liegen in sehr großen Entfernungen zum Naturschutzgebiet „Kadetrinne“. Darüber hinaus haben die Ergebnisse aus dem Monitoring des Offshore-Windparks „EnBW Baltic2“ bestätigt, dass keine erhebliche Auswirkungen auf geschützte marine Säuger oder auf geschützten Vogelarten zu erwarten sind.

Eine Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Naturschutzgebietes „Kadetrinne“ im Hinblick auf marine Säugetiere können somit mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

#### 6.4 Natura2000-Gebiete außerhalb der deutschen AWZ

Bei der Verträglichkeitsprüfung werden darüber hinaus auch Fernwirkungen der im FEP getroffenen Festlegungen 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 „Klinterkov 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>).

Außerdem treffen die EU-Mitgliedstaaten gemäß Art. 12 FFH-RL für Arten des Anhangs IV der FFH-RL die notwendigen Maßnahmen in und außerhalb von Schutzgebieten, um ein strenges Schutzsystem für die genannten Tierarten in deren natürlichem Verbreitungsgebiet einzuführen. Hierunter fallen gemäß der FFH-RL alle Walarten. Durch die FFH-Gebiete sollen Teile des Nahrungshabitats erhalten werden.

Die vorliegende Verträglichkeitsprüfung untersucht neben den Auswirkungen des Plans innerhalb der AWZ ausdrücklich nur mögliche Fernwirkungen der in der AWZ geplanten Ge-

biete, Flächen, Plattformen und Seekabeltrassen auf Schutzgebiete in angrenzenden Gebieten. Die geplanten Gebiete, Flächen, Plattformen und Seekabeltrassen liegen in ausreichender Entfernung zu den Schutzgebieten im Küstenmeer, so dass insoweit nicht von erheblichen Auswirkungen auf diese Schutzgebiete auszugehen ist. Diese Betrachtung erfolgt jedoch nicht im Hinblick auf die Trassenführungen im Küstenmeer, die sich an die im FEP vorgesehenen Grenzkorridore anschließen. Diese Prüfung ist Gegenstand der Umweltberichte der Küstenländer zu den jeweiligen Raumordnungsplänen bzw. nachgeordneter Verfahren. Darüberhinaus erfolgt auch keine erneute Verträglichkeitsprüfung im Hinblick auf die Gebiete und Testflächen im Küstenmeer, da diese bereits bei der Aufstellung des LEP M-V durchgeführt wurde.

Die Ergebnisse aus der Prüfung der Verträglichkeit des FEP im Hinblick auf geschützte marine Säuger und geschützte Vogelarten mit den Erhaltungszielen des Naturschutzgebietes „Pommersche Bucht – Rönnebank“ gelten für das nächstgelegene Naturschutzgebiet „Greifswalder Boddenrandschwelle und Teile der Pommerschen Bucht“ im deutschen Küstenmeer sowie für das FFH-Gebiet „Adler Grund og Rønne Banke“ in der dänischen AWZ und das FFH-Gebiet „Ostoja na Zatoce Pomorskiej“ in der polnischen AWZ entsprechend.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass der gegenständliche Plan einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten keine Beeinträchtigung der Erhaltungs- und Wiederherstellungsziele der o.g. Schutzgebiete darstellt.

## 6.5 Ergebnis der Verträglichkeitsprüfung

Im Ergebnis kann eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzzwecke der geprüften Naturschutzgebiete durch die Durchführung des Plans und unter Berücksichtigung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt sowohl für die geprüften Naturschutzgebiete innerhalb der deutschen AWZ als auch für Natura2000-Gebiete außerhalb der deutschen AWZ. Eine erneute Verträglichkeitsprüfung im Hinblick auf die Gebiete und Testflächen im Küstenmeer erfolgt nicht, da diese bereits bei der Aufstellung des LEP M-V durchgeführt wurde.

Eine erhebliche Beeinträchtigung der FFH-LRT „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 geprüften Naturschutzgebiete ausgeschlossen werden.

## 7 Gesamtplanbewertung

Zusammenfassend gilt hinsichtlich der geplanten Gebiete und Flächen, Plattformen und Seekabeltrassen, dass durch die geordnete, koordinierte Gesamtplanung des FEP die Auswirkungen auf die Meeresumwelt so weit wie möglich minimiert werden. Unter strenger Einhaltung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, insbesondere zur Schallminderung in der Bauphase, können erhebliche Auswirkungen durch die Umsetzung der geplanten Flächen und Gebiete sowie Plattformen vermieden werden.

Die Verlegung von Seekabelsystemen kann u. a. dadurch möglichst umweltgerecht gestaltet werden, dass Schutzgebiete und geschützte Biotop umgangen werden und ein möglichst schonendes Verlegeverfahren gewählt wird. Der Planungsgrundsatz zur Sedimenterwärmung soll sicherstellen, dass erhebliche negative Auswirkungen der Kabelerwärmung auf Benthosgemeinschaften vermieden werden. Die weitestgehende Vermeidung von Kreuzungen von Seekabelsystemen untereinander dient zusätzlich der Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Meeresumwelt, insbesondere auf die Schutzgüter Boden, Benthos und Biotoptypen. Auf der Grundlage der vorstehenden Beschreibungen und Bewertungen ist für die SUP abschließend auch hinsichtlich etwaiger Wechselwirkungen festzuhalten, dass durch die geplanten Festlegungen nach derzeitigem Kenntnisstand und auf der vergleichsweise abstrakten Ebene der Fachplanung keine erheblichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt innerhalb des Untersuchungsraums zu erwarten sind. Die potenziellen Auswirkungen sind häufig kleinräumig und zum Großteil kurzfristig, da sie sich auf die Bauphase beschränken.

Ein Großteil der Gebiete und Flächen liegt innerhalb der Vorranggebiete für Windenergie des Raumordnungsplans für die AWZ der Ostsee. Für diese Bereiche liegen ausreichende

Erkenntnisse vor. Für die kumulative Beurteilung der Auswirkungen auf einzelne Schutzgüter wie den Vogelzug und den Fledermauszug fehlen bislang ausreichende wissenschaftliche Erkenntnisse und einheitliche Bewertungsmethoden. Daher können diese 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 Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt

### 8.1 Einführung

Gemäß § 40 Abs. 2 UVPG 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 FEP die Belange der Meeresumwelt beim Ausbau der Stromerzeugung durch Windenergieanlagen auf See und der entsprechenden Anbindungsleitungen besser berücksichtigt werden. Durch die Festlegungen des FEP werden negative Auswirkungen auf die Entwicklung des Umweltzustands der AWZ der Ostsee vermieden. Dies liegt insbesondere in der Tatsache begründet, dass die Notwendigkeit zum Ausbau der Offshore-Windenergie und der entsprechenden Anbindungsleitungen in jedem Fall besteht und die entsprechende Infrastruktur (Windparks, Plattformen und Seekabelsysteme) auch ohne FEP geschaffen werden müsste (vgl. Kap.3). Im Falle der Nichtdurchführung des Plans würden sich die Nutzungen jedoch ohne die flächensparende und ressourcenschonende Steuerungs- und Koordinierungswirkung des FEP entwickeln.

Darüber hinaus unterliegen die Festlegungen des FEP 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 FEP räumliche und textliche Festlegungen, die entsprechend den in Kapitel 1.4 dargelegten Umweltschutzziele dazu dienen, erhebliche negative Auswirkungen der Durchführung des FEP auf die Meeresumwelt zu vermeiden bzw. zu verringern. Dies betrifft im Wesentlichen

- Beachtung von Naturschutzgebieten und gesetzlich geschützter Biotope
  - Ausschlusswirkung von Windenergieanlagen in Natura2000-Gebieten,
  - Ausschlusswirkung von Plattformen in Natura2000-Gebieten
  - den Grundsatz, Seekabelsysteme möglichst außerhalb dieser Gebiete zu verlegen,
- einen geringstmöglichen Flächenverbrauch, sichergestellt durch die Planungsgrundsätze
  - sparsame Flächeninanspruchnahme bei Anordnung von Windenergieanlagen
  - größtmögliche Bündelung der Seekabeltrassen im Sinne einer Parallelführung,
  - Vermeidung von Kabel- bzw. Rohrleitungskreuzungen,
- den Planungsgrundsatz zur Schallminderung,
- den Planungsgrundsatz zur Sedimentenerwärmung,
- Reduzierung von Kolkschutzmaßnahmen auf ein Mindestmaß zur Vermeidung des Einbringens künstlichen Hartsubstrats



- Festlegungen zum Rückbau baulicher Anlagen sowie
- die Berücksichtigung der besten Umweltpraxis gemäß OSPAR-Übereinkommen und des jeweiligen Standes der Technik.

Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen dienen zur Vermeidung und Verminderung von unerheblichen und erheblichen negativen Auswirkungen bei der konkreten Umsetzung des FEP. Diese Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen werden von der zuständigen Zulassungsbehörde auf Projektebene für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase konkretisiert und angeordnet.

## 8.2 Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See

Bei der konkreten Planung und dem Bau von Windenergieanlagen sind folgende Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von erheblichen und unerheblichen negativen Umweltauswirkungen zu berücksichtigen:

- Bei der Installation von Fundamenten ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Schallemission (Schalldruck  $SEL_{05}$ ) in einer Entfernung von 750 m den Wert von 160 Dezibel (dB re 1  $\mu Pa^2s$ ) und der Spitzenschalldruckpegel den Wert von 190 Dezibel (dB re 1  $\mu Pa$ ) nicht überschreitet.
- Einhaltung von Ramm dauern, einschließlich der Vergrämungsmaßnahmen von nicht mehr als 180 min bei der Einbringung von Monopfählen und nicht mehr als 140 min pro Pfahl bei Jacketstrukturen.
- Überwachungsmaßnahmen in der Bauphase, insbesondere durch Erfassung des Unterwasserschalleintrags während der Installation von Fundamenten. Die Überwachung des Schalleintrags und der Einhaltung der Grenzwerte hat durch eine akkreditierte Einrichtung zu erfolgen. Die Eignung der Messeinrichtung ist über eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Hinblick auf die ISO18406:2017 und die DIN SPEC 45653:2017 nachzuweisen.
- Schallminderungsmaßnahmen: Verwendung des jeweils besten verfügbaren Verfahrens nach Stand der Wissenschaft und Technik zur Verminderung des Eintrags von Unterwasserschall zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte während der Installation von Gründungspfählen, wie z. B. Großer Blasenschleier, Hydroschalldämpfer oder Hüllrohr. Diese Schallschutzmaßnahmen sind standort- und anlagenspezifisch im Einzelzulassungsverfahren zu konkretisieren.
- Anpassung des Rammvorgangs an den standort- und projektspezifischen Begebenheiten unter Steuerung der Rammenergie und der Schlagfrequenz
- Schallverhütende Maßnahmen: Verwendung von geeigneten Methoden, um die Tötung und Verletzung von Tieren in der Nähe der Rammstelle zu vermeiden:
  - Einsatz von geeigneten Vergrämern wie das FaunaGuard System oder in besonderen Fällen „Pingern“ und „Seal-scarern“
  - „soft-start-Verfahren“: Durch zeitlich verzögerte Steigerung der Rammenergie soll Tieren in der Umgebung der Rammstelle ermöglicht werden, sich von der Baustelle zu entfernen.
- Koordination der Rammarbeiten von verschiedenen Projekten, um die Schalleintragszeiten insgesamt zu minimieren
- Berücksichtigung des Schallschutzkonzepts des BMU (2013)

- Prüfung alternativer, schallarmer Gründungsformen, wie so genannte Suction Buckets oder Schwerkraftfundamente. Es ist dabei stets die Umweltverträglichkeit von alternativen Gründungsformen im Hinblick auf etwaige zusätzliche erhebliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt, insbesondere auch durch den Eintrag von Dauerschall zu prüfen.
- Reduzierung des Schiffsverkehrs für Bau und Betrieb der Anlagen und der damit verbundenen akustischen und visuellen Beeinträchtigungen auf ein Mindestmaß durch optimale Bau- und Zeitplanung
- Sicherstellung, dass weder bei der Errichtung noch beim Betrieb der Anlage nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen von Schadstoffen, Schall und Licht auftreten
- möglichst naturverträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Anlagen zur weitestgehenden Reduzierung von Anlockeffekten unter Berücksichtigung der Anforderungen eines sicheren Schiffs- und Luftverkehrs und der Arbeitssicherheit, z. B. ein bedarfsgerechtes An- und Abschalten der Hindernisbefeuern, die Wahl geeigneter Lichtintensitäten und -spektren oder Beleuchtungsintervalle
- Beschränkung des Einbringens von Hartschutt auf ein Mindestmaß
- Verwendung von schadstoffarmen Anstrichen
- Einsatz von Verkehrssicherungsfahrzeugen während der Bau- und Inbetriebnahme-Phase zur Vermeidung von Kollisionen
- fachgerechte Entsorgung von Ölrückständen der Maschinenanlagen, Fäkalien, Verpackungen, Abfällen sowie Abwässer an Land. Erstellung eines „Abfallkonzeptes“ für Bau und Betrieb
- Aufstellung von Notfallplänen u. a. für Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen während der Bau- und Betriebsphase
- Überwachung möglicher Auswirkungen auf die Meeresumwelt durch den Bau oder Betrieb der Anlagen durch ein verpflichtendes ökologisches Monitoring während der Bau- und Betriebsphase gemäß StUK 4
- Sollten bei der Planung oder Errichtung der Anlagen bisher nicht bekannte im Meeresboden befindliche Kampfmittel aufgefunden werden, sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

### 8.3 Plattformen

Bei der konkreten Planung und dem Bau von Plattformen (Konverterplattformen, Sammelplattformen, Umspannplattformen und Wohnplattformen) sind folgende Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von erheblichen und unerheblichen negativen Umweltauswirkungen zu berücksichtigen:

- Bei der Installation von Fundamenten ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Schallemission (Schalldruck  $SEL_{05}$ ) in einer Entfernung von 750 m den Wert von 160 Dezibel (dB re 1  $\mu Pa^2s$ ) und der Spitzenschalldruckpegel den Wert von 190 Dezibel (dB re 1  $\mu Pa$ ) nicht überschreitet.
- Einhaltung von Rammdauern, einschließlich der Vergrämungsmaßnahmen von nicht mehr als 180 min bei der Einbringung von Monopfählen und nicht mehr als 140 min pro Pfahl bei Jacketstrukturen.
- Überwachungsmaßnahmen in der Bauphase, insbesondere durch Erfassung des Unterwasserschalleintrags während der Installation von Fundamenten. Die Überwachung des Schalleintrags und der Einhaltung der Grenzwerte hat durch eine akkreditierte Einrichtung zu erfolgen. Die Eignung der

Messeinrichtung ist über eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Hinblick auf die ISO18406:2017 und die DIN SPEC 45653:2017 nachzuweisen.

- Schallminderungsmaßnahmen: Verwendung des jeweils besten verfügbaren Verfahrens nach Stand der Wissenschaft und Technik zur Verminderung des Eintrags von Unterwasserschall zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte während der Installation von Gründungspfählen, wie z. B. Großer Blasenschleier, Hydroschalldämpfer oder Hüllrohr. Diese Schallschutzmaßnahmen sind standort- und anlagenspezifisch im Einzelzulassungsverfahren zu konkretisieren.
- Anpassung des Rammvorgangs an den standort- und projektspezifischen Begebenheiten unter Steuerung der Rammenergie und der Schlagfrequenz
- Schallverhütende Maßnahmen: Verwendung von geeigneten Methoden, um die Tötung und Verletzung von Tieren in der Nähe der Rammstelle zu vermeiden:
  - Einsatz von geeigneten Vergrämern wie das FaunaGuard System oder in besonderen Fällen „Pingern“ und „Sealscarern“
  - „soft-start-Verfahren“: Durch zeitlich verzögerte Steigerung der Rammenergie soll Tieren in der Umgebung der Rammstelle ermöglicht werden, sich von der Baustelle zu entfernen.
- Koordination der Rammarbeiten von verschiedenen Projekten, um die Schalleintragszeiten insgesamt zu minimieren
- Berücksichtigung des Schallschutzkonzepts des BMU (2013)
- Prüfung alternativer, schallarmer Gründungsformen, wie so genannte Suction Buckets oder Schwerkraftfundamente. Es ist dabei stets die Umweltverträglichkeit von alternativen Gründungsformen im Hinblick auf etwaige zusätzliche erhebliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt, insbesondere auch durch den Eintrag von Dauerschall zu prüfen.
- Reduzierung des Schiffsverkehrs für Bau und Betrieb der Plattformen und der damit verbundenen akustischen und visuellen Beeinträchtigungen auf ein Mindestmaß durch optimale Bau- und Zeitplanung
- Sicherstellung, dass weder bei der Errichtung noch beim Betrieb der Plattformen nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen von Schadstoffen, Schall und Licht auftreten
- möglichst naturverträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Plattformen zur weitestgehenden Reduzierung von Anlockeffekten unter Berücksichtigung der Anforderungen eines sicheren Schiffs- und Luftverkehrs und der Arbeitssicherheit, z. B. ein bedarfsgerechtes An- und Abschalten der Hindernisbefeuern, die Wahl geeigneter Lichtintensitäten und Lichtspektren oder Beleuchtungsintervalle
- Beschränkung des Einbringens von Hartsubstrat auf ein Mindestmaß
- Verwendung von schadstoffarmen Anstrichen
- Einsatz von Verkehrssicherungsfahrzeugen während der Bau- und Inbetriebnahme-Phase zur Vermeidung von Kollisionen
- Fachgerechte Entsorgung von Ölrückständen der Maschinenanlagen, Fäkalien, Verpackungen, Abfälle sowie Abwässer an Land; Erstellung eines „Abfallkonzeptes“ für Bau und Betrieb
- Aufstellung von Notfallplänen u. a. für Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen während der Bau- und Betriebsphase

- Sollten bei der Planung oder Errichtung der Plattformen bisher nicht bekannte im Meeresboden befindliche Kampfmittel aufgefunden werden, sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

## 8.4 Seekabelsysteme

Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung sind bereits im Rahmen der Trassenplanung und der technischen Ausgestaltung zu berücksichtigen. Durch die im FEP festgelegten Kabelkonfigurationen nach Stand der Technik wird die Magnetfeldentwicklung des Kabelsystems gering gehalten. Mit dem Planungsgrundsatz zur Sedimenterwärmung soll die Einhaltung des sog. „2 K-Kriteriums“ d.h. eine max. zulässige Temperaturerhöhung um 2 K in 20 cm Sedimenttiefe, sichergestellt werden.

Darüber hinaus sind bei der konkreten Durchführung der Einzelvorhaben folgende Maßnahmen zu ergreifen, die zur Verminderung und Vermeidung von Umweltauswirkungen beitragen:

- Wahl einer möglichst kurzen Trasse
- Optimierung der Trassenwahl im Rahmen der Feintrassierung, um bekannte Vorkommen besonders empfindlicher Biotoptypen nach § 30 BNatSchG möglichst zu umgehen und nicht zu beeinträchtigen
- Einsatz möglichst bodenschonender Verlegeverfahren zur Einbringung der Kabelsysteme in Abhängigkeit von den Sedimentverhältnissen und Wassertiefen und unter Berücksichtigung der erforderlichen Mindestüberdeckung

- Verwendung von Kabeltypen, die möglichst geringe elektrische und magnetische Felder entwickeln
- Einsatz möglichst umweltverträglicher Materialien bei Kabelsystemen
- Reduzierung von Kreuzungsbauwerken auf das erforderliche Minimum
- bei erforderlich werdenden Schüttungs- und Kreuzungsbauwerken Einsatz von inerten, natürlichen Materialien
- Sollten bei der Planung oder Errichtung der Seekabelsysteme bisher nicht bekannte im Meeresboden befindliche Kampfmittel aufgefunden werden, sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Im Hinblick auf die möglichst umweltverträgliche Ausgestaltung werden folgende Maßnahmen angestrebt:

- Untersuchung und Darstellung der Auswirkungen von Plattformen und Seekabelsystemen auf die Meeresumwelt im Rahmen eines Monitorings, u. a. Überwachung der Überdeckung in der Betriebsphase der Kabel;
- Bewertung der Monitoring-Ergebnisse bezüglich kumulativer Auswirkungen oder Wechselwirkungen verschiedener Nutzungen;

Berücksichtigung der Monitoringergebnisse im Rahmen der Fortschreibung, das heißt Erfahrungen aus der Realisierung der Projekte werden genutzt, um Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen kontinuierlich zu verbessern.

## 9 Geprüfte Alternativen

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. Die in Betracht kommenden vernünftigen Alternativen werden nachfolgend erläutert. Für eine Alternativenprüfung kommen grundsätzlich verschiedene Arten von Alternativen in Betracht, insbesondere strategische, räumliche oder technische Alternativen. Voraussetzung ist stets, dass diese vernünftig sind bzw. ernsthaft in Betracht kommen.

Es müssen also nicht alle auch nur denkbaren Alternativen geprüft werden. Es genügt aber auch nicht mehr, nur noch diejenigen Alternativen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten, die sich „ernsthaft anbieten“ oder „gar aufdrängen“. Die Ermittlungspflicht erstreckt sich also auf alle Alternativen, die „nicht offensichtlich ... fern liegen“ LANDMANN & ROHMER 2018. Die Alternativenprüfung verlangt nicht explizit, besonders umweltschonende Alternativen zu entwickeln und zu prüfen. Vielmehr sollen die im obigen Sinne „vernünftigen“ Alternativen hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen vergleichend dargestellt werden, damit die Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Entscheidung über die weiter zu verfolgende Alternative nachvollziehbar wird (BALLA 2009).

Gleichzeitig muss der Aufwand für die Ermittlung und Prüfung der in Betracht kommenden Alternativen zumutbar sein. 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 Ebene spielen daher vor allem die konzeptionelle/strategische Ausgestaltung, der räumliche Standort sowie technische Alternativen eine Rolle.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sämtlichen Festlegungen in Gestalt von standardisierten Technik- und Planungsgrundsätzen eine Vorprüfung möglicher und denkbarer Alternativen bereits immanent ist. Wie der Begründung der einzelnen Planungsgrundsätze, insbesondere derer mit Umweltbezug – etwa möglichst gebündelte Trassenführung, möglichst kreuzungsfreie Durchführung – zu entnehmen ist, liegt dem jeweiligen Grundsatz bereits eine Abwägung möglicher betroffener öffentlicher Belange und Rechtspositionen zugrunde, so dass dadurch auch bereits eine „Vorprüfung“ möglicher Alternativen erfolgt ist. In der AWZ bestehen bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen und rechtlich geschützter Belange. Zur Ordnung der Nutzungsinteressen innerhalb der AWZ der Ostsee existiert zudem eine „Verordnung über die Raumordnung in der deutschen AWZ in der Ostsee“ vom 10. Dezember 2009, welche Ziele und Grundsätze festlegt. Eine Gesamtabwägung der Nutzungen und Funktionen in der AWZ untereinander ist im Rahmen der Aufstellung des Raumordnungsplans bereits erfolgt. Die Ziele und Grundsätze des Raumordnungsplans sind zu weiten Teilen im FEP übernommen worden und werden hinsichtlich der speziellen Regelungsgegenstände der in diesem Verfahren vorgetragene Belange und Rechte überprüft und abgewogen.

Zu möglichen vernünftigen Alternativen im Einzelnen:

### 9.1 Nullvariante

Die Nullvariante, d.h. der Verzicht auf eine Umsetzung des FEP stellt keine vernünftige Alternative dar, da die mangelnde Koordinierung voraussichtlich zu einer höheren Flächeninanspruchnahme, mehr Kabelkreuzungen und da-



mit zu zusätzlichen Umweltauswirkungen führen würde (vgl. Kapitel 3).

Die Anzahl der zusätzlich entstehenden Kreuzungen und der damit verbundene zusätzliche Flächenbedarf lassen sich zwar nicht konkret quantifizieren, allerdings wird anhand der getroffenen Festlegungen deutlich, dass aufgrund des bisherigen durch Einzelanbindungen geprägten Systems eine erhebliche Anzahl an Kreuzungen in diesem Planungsstadium nicht mehr vermieden werden kann. Für zukünftige Vorhaben ist es das Ziel, diese zu koordinieren und entsprechend der Planungsgrundsätze vorausschauend zu planen (vgl. im Einzelnen unter 4 FEP).

Sinn und Ziel der Einführung eines Fachplanes mit nicht nur räumlichen, sondern gegenüber dem BFO auch erweiterten zeitlichen Festlegungen und standardisierten Grundsätzen ist gerade die vorsorgende Steuerung des Offshore-Ausbaus. Hiermit soll schon auf Planungsebene sichergestellt werden, dass der Offshore-Ausbau nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 WindSeeG räumlich geordnet und flächensparsam erfolgt und auch Umweltbelange schon auf Planungsebene geprüft werden. So können Probleme der Vergangenheit wie Windparks in Natura2000- (bzw. heutigen Naturschutz)gebieten schon auf Planungsebene adressiert werden.

## 9.2 Strategische Alternativen

Eine strategische Alternative, z. B. im Hinblick auf die der Planung zugrunde gelegten Ziele der Bundesregierung, wird für den FEP derzeit nicht in Betracht gezogen, da die Ausbauziele der Bundesregierung gleichsam den Planungshorizont für den FEP darstellen. Die Ausbauziele ergeben sich aus gesetzlichen Vorgaben (insbesondere EEG). Diese sind auch wesentliche Grundlage für die Bedarfsplanung des landseitigen Netzausbaus. Da eine aufeinander abgestimmte, koordinierte Vorgehensweise beim landseitigen und seeseitigen Netz- und Kapazitätsausbaus zur Verminderung von

Leerständen oder Abregelungen sinnvoll erscheint, kommt eine Wahl einer alternativen Ausbaustrategie in diesem Kontext nicht in Betracht.

Dementsprechend wurde die Erreichung des Ausbauziels einer installierten Leistung von Windenergieanlagen auf See von 15 GW im Jahr 2030 zugrunde gelegt. Informativ wurden weitere zukünftige mögliche Ausbauszenarien mit einem teilweise über 2030 hinausgehenden Planungshorizont und deren Auswirkungen auf die Festlegungen im FEP im Anhang dargestellt (siehe Kap. 13 FEP).

## 9.3 Räumliche Alternativen

Was die Prüfung räumlicher Alternativen angeht, so trifft der FEP sowohl räumliche als auch textliche Festlegungen in Form von Planungsgrundsätzen und standardisierten Technikgrundsätzen zu Gebieten und Flächen, Seekabelsystemen sowie Plattformen in der deutschen AWZ der Ostsee. Diese Vorgaben dienen zu einem großen Teil der möglichst umweltverträglichen Ausgestaltung der Nutzungen sowie dem interessengerechten Ausgleich der unterschiedlichen Belange und Rechtspositionen. Zu diesen Festlegungen sind unter Berücksichtigung der oben genannten bestehenden Nutzungen und Nutzungsrechte nur wenige umsetzbare Alternativen ersichtlich, welche in objektiv nachvollziehbarer Weise wesentlich geringere Umweltauswirkungen erwarten lassen können. Die räumlichen Festlegungen des FEP fügen sich in die bestehenden Nutzungen wie Schifffahrt, militärische Nutzung, Meeresforschung etc. und die im Rahmen des Raumordnungsplans und des BFO-N für die AWZ der Ostsee festgelegten Gebietsausweisungen ein. Damit sind sowohl der Gebiets- und Flächen-, aber auch Plattform- und Trassenplanung von vornherein Grenzen gesetzt. Die Festlegungen der Gebiete und Flächen sowie von Plattformen erfolgt u.a. nach den Planungsgrundsätzen unter Beachtung der Naturschutzgebiete und

gesetzlich geschützter Biotope sowie sparsamer Flächeninanspruchnahme und Abstandsregelungen.

Die Kabeltrassen werden entsprechend der Planungsgrundsätze – auch zur Minimierung der Umweltauswirkungen – auf dem kürzest möglichen Weg geplant, soweit keine überwiegenden Belange entgegenstehen. Um keine zusätzlichen Räume zu zerschneiden, werden die Kabelsysteme zudem überwiegend parallel zu beantragten/genehmigten/gebauten Infrastrukturen (Rohrleitungen, Kabel, Windparks) geplant.

Die räumliche Lage der Grenzkorridore ergibt sich zum einen aus den raumordnerischen Festlegungen bzw. sonstigen landesplanerischen Erwägungen in den Küstenbundesländern, an welche die Planungen der AWZ anschließen. Die Planungen der Küstenländer orientieren sich wiederum an der Trassenführung zu geeigneten Netzverknüpfungspunkten des Hoch-/ Höchstspannungsnetzes an Land. Im mecklenburg-vorpommerischen Küstenmeer sind im aktuellen LEP M-V44 Vorbehaltsgebiete Leitungen zu den Grenzkorridoren O-I und O-III ausgewiesen worden. Zusätzlich erfolgte die Festlegung eines Vorbehaltsgebiets Leitungen entlang der Rohrleitung „NordStream“. Die Vorbehaltsgebiete Leitungen des LEP M-V sind Puffer um bereits raumordnerisch oder im Rahmen der Planfeststellung festgelegte Trassen.

Für die beiden Trassen für zukünftige grenzüberschreitende Seekabelsysteme, die Naturschutzgebiete queren, erfolgt keine direkte räumliche Alternativenprüfung. Hintergrund ist, dass die Trasse im Bereich der Fehmarnbeltquerung (Grenzkorridor O-V zu O-VI) durch das Naturschutzgebiet „Fehmarnbelt“ nur unter der Voraussetzung geplant wird, dass eine Mit-

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur des zukünftigen Fehmarnbelt-Tunnels möglich ist. Unter dieser Voraussetzung wären nach derzeitigem Stand keine über die Auswirkungen des Tunnelbauwerks hinausgehenden Umwelteffekte durch ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zu erwarten (vgl. Kapitel 6.5).

Ein weiteres grenzüberschreitendes Seekabelsystem ist parallel zur Pipeline Nord Stream bzw. zwischen „Nord Stream“ und „Nord Stream 2“ geplant und verbindet die Grenzkorridore O-XII und O-XIII. Da die gesamte östliche Grenze der AWZ der Ostsee im Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ liegt, müsste ein mögliches grenzüberschreitendes Seekabelsystem in Richtung Osten, z.B. ein grenzüberschreitendes Seekabelsystem zwischen Deutschland und Polen, zwangsläufig durch das Naturschutzgebiet führen. Die Umwelteffekte sind im Falle einer räumlichen Bündelung mit vorhandener Infrastruktur, wie im FEP vorgesehen, daher nach derzeitigem Stand als geringer einzuschätzen als bei einer nicht gebündelten Trassenführung durch das Schutzgebiet. Für die festgelegte Trasse kommt die Verträglichkeitsprüfung zu dem Ergebnis, dass keine erheblichen Auswirkungen auf die Lebensraumtypen „Riff“ und „Sandbank“ sowie gesetzlich geschützte Biotope innerhalb des Naturschutzgebiets mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten zu erwarten sind (vgl. Kapitel 6.5).

### 9.3.1 Alternativenprüfung für Gebiete

Hinsichtlich der Alternativenprüfung für Gebiete wird auf die Ausführungen im FEP zur Festlegung der einzelnen Gebiete (Kap. 5.1) verwiesen. Es bestehen keine ernsthaft in Betracht kommenden Alternativen zu den Gebieten N-1 bis N-13 aufgrund der Festlegungen des geltenden Raumordnungsplans für die AWZ der Nordsee bzw. Konflikten mit anderen Nutzungen, wie Naturschutzgebieten oder militärischen Übungsgebieten. Gebiete nordwestlich der raumordnerisch festgelegten Schifffahrts-

<sup>44</sup> Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP) vom Juni 2016

route 10 kommen als Alternativen zu den im FEP ausgewiesenen Gebieten nicht ernsthaft in Betracht. Mit den festgelegten Gebieten N-1 bis N-13 (die Gebiete N-4 und N-5 werden für eine etwaige Nachnutzung unter Prüfung gestellt) in der Nordsee liegt einerseits ein zusammenhängender Planungsraum vor, andererseits liegen die Gebiete nordwestlich der Schifffahrtsroute 10 deutlich küstenferner. Daraus ergibt sich eine deutliche Verlängerung der jeweils notwendigen Anbindungssysteme und damit in jedem Falle ein größerer Eingriff in den Meeresboden. Zudem ist die verfügbare Daten- und Informationsgrundlage für den Bereich nordwestlich der Schifffahrtsroute 10 mangels projektbezogener Monitoringdaten wesentlich schlechter als für den Bereich der im FEP ausgewiesenen Gebiete.

Auch in der AWZ der Ostsee sind aufgrund der Festlegungen des geltenden Raumordnungsplans für die AWZ der Ostsee keine vernünftigen Alternativen zu den Gebieten O-1 bis O-3 erkennbar. Im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern werden über eine Verwaltungsvereinbarung die Gebiete O-4, O-5 (Gebiet in Prüfung) und O-6 sowie ein Testfeld ausgewiesen. Für diese Gebiete wird auf die Bewertungen der SUP zum Landesraumentwicklungsprogramm M-V verwiesen.

### 9.3.2 Vergleich der Flächen untereinander

Im Rahmen des FEP (Kap. 5.2.2) erfolgt ein Vergleich der im FEP ausgewiesenen bzw. unter Prüfung gestellten Flächen untereinander unter dem Aspekt maßgeblicher Kriterien für die Entscheidung hinsichtlich der Festlegung der Flächen, u.a. im Hinblick auf Konflikte mit anderen Nutzungen. In Ergänzung zu den Ausführungen im FEP werden an dieser Stelle mögliche Konflikte aus naturschutzfachlicher Sicht im Detail geprüft.

Folgende Kriterien werden für naturschutzfachlichen Flächenvergleich herangezogen:

- Entfernung zum nächstgelegenen Schutzgebiet in km (differenziert nach FFH- und Vogelschutzgebiet)
- Lage innerhalb/ außerhalb des Hauptkonzentrationsgebietes der Seetaucher
- Lage innerhalb/ außerhalb des Hauptverbreitungsgebietes der Schweinswale
- Betroffenheit von nach § 30 geschützten Biotopen/ § 30-Verdachtsflächen auf der Fläche
- Strecke der Anbindungsleitung durch ein Naturschutzgebiet (AWZ) in km
- Strecke der Anbindungsleitung durch § 30-Biotop/ § 30-Verdachtsflächen (AWZ) in km
- Bedeutung der Fläche für die einzelnen Schutzgüter (textlich).

Tabelle 18. Flächenvergleich unter Anwendung naturschutzfachlicher Kriterien.

Fläche	Minimale Distanz (km) zum nächsten Schutzgebiet nach FFH-RL   VS-RL		Fläche innerhalb des Hauptkonzentrationsgebiets Seetaucher	Fläche innerhalb des Hauptverbreitungsgebiets Schweinswale	Betroffenheit von § 30-Biotopen/ Verdachtsflächen auf Fläche	Anbindungsleitung durch NSG (Anteil AWZ, km)	Anbindungsleitung durch § 30-Biotope/ Verdachtsflächen (Anteil Strecke AWZ, km)
N-3.7	26	21	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Nein
N-3.8	20	22	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Nein
O-1.3	9	13	-	-	Verdachtsfläche	Nein	Nein
N-7.2	28	58	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Ja, 2 km Verdachtsfläche
N-3.5	14	18	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Nein
N-3.6	11	21	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Nein
N-6.6	27	6	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Ja, ca. 10 km (Kap. 9.3.4)
N-6.7	40	33	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Ja, ca. 10 km (Kap. 9.3.4)
N-9.1 TF	48	30	Nein	Nein	Nicht bekannt	Nein	Ja, ca. 10 km (Kap. 9.3.4)
O-2.2 (in Prüfung)	12	23	-	-	Nicht bekannt	Nein	Nein
N-5.4 (in den Entwürfen in Prüfung)	5	17	Ja	Ja	Ja	Ja, 157 km (Kap. 9.3.3)	Ja, ca. 3 km Sandbank + 13 km Verdachtsfläche (Kap. 9.3.3)

Im Einzelnen:

### Nordsee

Die ausgewiesenen Flächen N-3.7, N-3.8, N-3.5 und N-3.6 im Gebiet N-3 liegen in einer Entfernung von mehr als 10 km zum nächstgelegenen Naturschutzgebiet „Borkum Riffgrund“. Die geringste Entfernung zum Hauptkonzentrationsgebiet der Seetaucher beträgt rund 40 km, das Hauptverbreitungsgebiet der Schweinswale ist mindestens 34 km von den einzelnen Flächen entfernt. Den Flächen wird nach aktuellem Kenntnisstand eine mittlere Bedeutung für rastende und nahrungssuchende Vögel zugeschrieben (vgl. Kap. 2.9.3.1 Umweltbericht Nordsee). Für Schweinswale wird die Bedeutung der Flächen im Gebiet N-3 nach aktuellem Stand als mittel bis – saisonal im Frühjahr – hoch angenommen. Monitoringergebnisse zeigen für den Bereich der Gebiete N-1 bis N-3 ein deutlich höheres Vorkommen im Schutzgebiet

„Borkum Riffgrund“ mit abnehmenden Dichten in östlicher Richtung (Kap. 2.8.3.1 Umweltbericht Nordsee). Im Bereich der ausgewiesenen Flächen N-3.5, N-3.6, N-3.7 und N-3.8 sind keine Vorkommen von geschützten Biotopen bekannt. Aufgrund der nur geringen Überlapung des Gebiets N-3 mit der Sandbank „Borkum Riffgrund“ und der ansonsten überwiegend homogenen, fein- bis mittelsandigen Sedimentverhältnisse, wird dem Gebiet N-3 insgesamt eine geringe, im südwestlichen Teilbereich durchschnittliche Bedeutung hinsichtlich des Schutzguts Biotoptypen zugemessen.

Die Anbindungsleitungen für alle vier Flächen verlaufen in der AWZ außerhalb von Naturschutzgebieten und außerhalb von bekannten Vorkommen von gesetzlich geschützten Biotopen.

Somit sind für die im Gebiet N-3 ausgewiesenen Flächen nach derzeitigem Kenntnisstand keine signifikanten naturschutzfachlichen Konflikte erkennbar.

Die Fläche N-7.2 liegt in deutlicher Entfernung zu Naturschutzgebieten (min. 28 km). Das Hauptkonzentrationsgebiet der Seetaucher und das Hauptverbreitungsgebiet der Schweinswale sind beide mehr als 50 km von N-7.2 entfernt. Dem Gebiet N-7 wird nach aktuellem Kenntnisstand eine mittlere Bedeutung für Schweinswale (vgl. Kap. 2.8.3.1 Umweltbericht Nordsee) und See- und Rastvögel (Kap. 2.9.3.1 Umweltbericht Nordsee) zugeordnet. Am häufigsten wird dieser Bereich von Hochseevogelarten genutzt, die weit verbreitet über die gesamte Nordsee vorkommen. Störepfindliche Arten wie Seetaucher kommen nur kurzzeitig auf Nahrungssuche sowie während der Hauptzugzeiten in den Gebieten vor. Aufgrund des Vorkommens von Arten der grabenden Bodenmegafauna wird der Benthosgemeinschaft im Bereich der ausgewiesenen Fläche N-7.2 eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung zugewiesen (Kap. 2.6.3.1 Umweltbericht Nordsee). Vorkommen gesetzlich geschützter Biotope sind im Bereich der Fläche N-7.2 nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu erwarten (Kap. 2.5.3.1 Umweltbericht Nordsee). Die Anbindungsleitung für die Fläche N-7.2 verläuft jedenfalls in der AWZ außerhalb von Naturschutzgebieten, allerdings quert die Leitung auf rund 2 km Länge Verdachtsflächen von „artenreichen Kies-, Grobsand- und Schillgründen“. Somit sind nach derzeitigem Kenntnisstand allenfalls potenzielle kleinräumige Konflikte im Hinblick auf die Trassenführung der Anbindungsleitung erkennbar.

Die Flächen N-6.6 und N-6.7 liegen ebenfalls weit entfernt von Naturschutzgebieten (min. 25 km) und in erheblicher Distanz zum Hauptkonzentrationsgebiet der Seetaucher und dem Hauptverbreitungsgebiet Schweinswale (jeweils mehr als 55 km). Den Flächen wird eine mittlere

Bedeutung sowohl für Schweinswale als auch für See- und Rastvögel zugeschrieben. Aufgrund des Vorkommens und der ökologischen Bedeutung der grabenden Bodenmegafauna wird der benthischen Lebensgemeinschaft im Bereich der ausgewiesenen Flächen des Gebiets N-6 eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung zugemessen (Kap. 2.6.3.1 Umweltbericht Nordsee). Für die ausgewiesenen Flächen N-6.6 und N-6.7 sind nach derzeitigem Kenntnisstand Vorkommen gesetzlich geschützter Biotope nicht zu erwarten (Kap. 2.5.3.1 Umweltbericht Nordsee). Die Anbindungsleitungen für beide Flächen im Gebiet N-6 verlaufen in der AWZ vollständig außerhalb von Naturschutzgebieten, die Trassen queren auf einer Länge von rund 10 km den geschützten Biotoptyp Sandbank. Somit wären nach aktuellem Kenntnisstand potenzielle Konflikte im Hinblick auf die Trassenführung der Anbindungsleitung denkbar, jedoch weniger in Bezug auf die Flächen selbst. Auf die Alternativenprüfung der Kabeltrassen zur Umgehung der Sandbank unter Kap. 9.3.4 wird verwiesen.

Die Teilfläche N-9.1 liegt in einer Entfernung von rund 30 km zum nächstgelegenen Schutzgebiet. Die Distanz zum Hauptverbreitungsgebiet der Schweinswale beträgt 58 km, zum Hauptkonzentrationsgebiet der Seetaucher sogar 63 km. Die Fläche hat insgesamt eine mittlere Bedeutung für die Schutzgüter Meeressäuger und See- und Rastvögel. Für das Schutzgut Benthos wird der Fläche aufgrund des Vorkommens von Arten der grabenden Bodenmegafauna im Bereich N-9.1 eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung zugewiesen. Ein Vorkommen gesetzlich geschützter Biotope auf der Fläche kann nach vorliegender Erkenntnislage ausgeschlossen werden. Trotz des Vorkommens von Sedimenten mit teilweise hohem Schlickanteil und Arten der grabenden Bodenmegafauna (Kap. 2.6.3.1 Umweltbericht Nordsee), kann aufgrund des Fehlens von Seefedern der gesetzlich geschützte Biotoptyp „Schlickgründe mit grabender Bodenmegafau-



na“ ausgeschlossen werden. Die Anbindungsleitung für die Fläche N-9.1 verläuft auf knapp 10 km Länge durch den geschützten Biototyp „Sandbank“, allerdings in der AWZ vollständig außerhalb von Schutzgebieten. Somit könnten sich nach aktuellem Kenntnisstand potenzielle Konflikte im Hinblick auf die Trassenführung der Anbindungsleitung ergeben (vgl. hierzu auch die Alternativenprüfung zur Umgehung der Sandbank im Kap. 9.3.4 Umweltbericht Nordsee).

Die in den (Vor)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellte Fläche N-5.4 liegt in einer minimalen Entfernung von 5 km zum Naturschutzgebiet „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“, die Distanz zum nächstgelegenen Vogelschutzgebiet „Östliche Deutsche Bucht“ beträgt rund 17 km. Die Fläche liegt sowohl innerhalb des Hauptkonzentrationsgebiets der Seetaucher als auch im Hauptverbreitungsgebiet der Schweinswale. Aufgrund der teilweise großflächigen Vorkommen der Biotope „Sublitorale Sandbank“, „Riffe“ und „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ hat die in den (Vor-)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellte Fläche N-5.4 hinsichtlich des Schutzguts Biototypen eine hohe Bedeutung. Im Hinblick auf die relativ hohe Artenvielfalt sowie die hohe strukturelle Heterogenität ist die Benthoslebensgemeinschaft im Bereich der Fläche insgesamt als überdurchschnittlich anzusehen. Die Umgebung der in den (Vor-)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellten Fläche N-5.4 hat nach aktuellem Kenntnisstand eine hohe Bedeutung für Schweinswale und stellt den Kernbereich des identifizierten Hauptverbreitungsgebiets des Schweinswals in der deutschen Nordsee dar (BMU, 2013; vgl. Kap. 2.8.3.1 Umweltbericht Nordsee). Für das Schutzgut See- und Rastvögel ist die sehr hohe Bedeutung der Umgebung des gesamten Gebiets N-5 für die im Anhang I der V-RL aufgeführten Stern- und Prachtaucher herauszustellen (Kap. 2.9.3.1 Umweltbericht Nordsee).

Forschungs- und Monitoringergebnisse zeigen übereinstimmend, dass das Meideverhalten der Seetaucher gegenüber Offshore-Windparks und der einhergehende Habitatverlust deutlich ausgeprägter als ursprünglich angenommen ausfällt. Aus den Windparkvorhaben im Gebiet N-5 zeigen aktuelle Ergebnisse aus dem laufenden Betriebsmonitoring signifikante mittlere Meideabstände von ca. 15 km im westlichen Teilgebiet (vgl. Kap. 5.2.2.1 Umweltbericht Nordsee). Dem Vorsorgeprinzip folgend und um eine Gefährdung der Meeresumwelt i.S.v. § 5 Abs. 3 WindSeeG und eine erhebliche Störung i.S.v. § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG mit der erforderlichen Sicherheit auszuschließen, wird im FEP von einer Ausweisung der in den (Vor)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellten Fläche N-5.4 abgesehen (siehe Kap. 7.4 und 7.5 des FEP).

Die Anbindungsleitung für die in den (Vor-)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellten Fläche N-5.4 verläuft in der AWZ auf einer Strecke von 157 km, und damit nahezu vollständig, durch das Naturschutzgebiet „Sylter Außenriff – Östliche Deutsche Bucht“. Dabei werden auf einer Länge von rund 3 km bekannte Vorkommen des FFH-Lebensraumtyps „Sandbank“ und über eine Strecke von rund 13 km Verdachtsflächen des § 30-Biotops „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe“ gequert. Im Verfahren für das parallel verlaufende Anbindungssystem SylWin1 hat sich gezeigt, dass eine Umgehung dieser KGS-Vorkommen problematisch war. Damit ergeben sich aus naturschutzfachlicher Sicht erhebliche Konflikte bezogen auf die in den (Vor-)Entwürfen des FEP in Prüfung dargestellte Fläche N-5.4.

Für Zugvögel haben die einzelnen Seegebiete im Bereich der Gebiete N-1 bis N-13 insgesamt eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Der aktuelle Kenntnisstand lässt keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten und Flächen erkennen.

Auch ist eine abschließende Schlussfolgerung einer möglichen abnehmenden Zugintensität mit zunehmender Distanz von der Küste derzeit nicht möglich. Somit wird das Schutzgut Zugvögel für den Flächenvergleich der ausgewiesenen und unter Prüfung gestellten Flächen in der Nordsee nicht weiter berücksichtigt. Dasselbe gilt für das Schutzgut Fische, für das anhand der vorliegenden Fangdaten und Methoden die Bedeutung der Gebiete und Flächen nur allgemein beschrieben werden kann. Die Übersicht der Artnachweise nach Gebieten zeigte für die steten, häufigen Charakterarten keine besondere Bedeutung eines speziellen Gebietes.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Fläche N-9.1 im Vergleich zu der in den (Vor-)Entwürfen des FEP in Prüfung gestellten Fläche N-5.4 jedenfalls unter den hier geprüften naturschutzfachlichen Belangen eine vernünftige Alternative darstellt.

### Ostsee

Die Fläche O-1.3 in der Ostsee liegt in einer Entfernung von knapp 10 km zum nächstgelegenen Schutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“. Der benthischen Lebensgemeinschaft im Bereich der Fläche O-1.3 kommt nach derzeitigem Kenntnisstand insgesamt eine mittlere Bedeutung zu (Kap. 2.6.3.1). Im nordöstlichen Bereich der Fläche O-1.3 wurde eine Restsedimentfläche mit gröberen Sedimenten und Vorkommen von bewachsenen Steinen nachgewiesen. Der hier vorkommende Bereich stellt eine Verdachtsfläche des gesetzlich geschützten Biototyps „Riffe“ dar (Kap. 2.5.4.1). Diese Restsedimentfläche mit vereinzelt, durch Makrozoobenthos bewachsenen Steinen, ist als Riff-Verdachtsfläche entsprechend höherwertiger anzusehen. Für Schweinswale hat der Bereich der Fläche O-1.3 eine mittlere bis saisonal in den Wintermonaten hohe Bedeutung. Die Bedeutung ergibt sich aus der möglichen Nutzung durch Individuen der separaten und stark gefährdeten Ostseepopulation des

Schweinswals. Das Gebiet wird von Schweinswalen allerdings unregelmäßig zum Durchqueren, zum Aufenthalt und als Nahrungsgrund genutzt (Kap. 2.8.3.1). Für Seevögel weisen alle bisherigen Erkenntnisse auf eine mittlere Bedeutung der Fläche O-1.3 hin. Das Gebiet O-1, in dem sich die Fläche befindet, weist insgesamt ein mittleres Seevogelvorkommen und ebenfalls nur ein mittleres Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf (Kap. 2.9.3.1). In Bezug auf das Schutzgut Zugvögel hat der Bereich der Fläche O-1.3 eine durchschnittliche Bedeutung für ziehende Wasservögel, für Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung. Für den Kranichzug ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. Bekannte Hauptzugrouten sind zweifellos von überdurchschnittlicher Bedeutung. Die benachbarten Bereiche dieser Hauptzugrouten, wie die Fläche O-1.3, sind vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Bei starken Westwinden ist eine Verdriftung von Kranichen von der Hauptzugroute in das Gebiet O-1 möglich (Kap. 2.10.3.3). Die Trasse zur Anbindung der Fläche O-1.3 verläuft in der AWZ außerhalb von Schutzgebieten und außerhalb bekannter Vorkommen von geschützten Biotopen. Es gibt Hinweise auf mögliche Konflikte mit dem Vogelzug oder dem Biotopschutz auf der Fläche O-1.3. Diese Hinweise werden im Rahmen der nachgelagerten Flächenvoruntersuchung zur Schließung von bestehenden Kenntnislücken überprüft. Die Ergebnisse aus der Voruntersuchung werden auch im Rahmen der Flächenentwicklungsplanung berücksichtigt.

Die Fläche unter Prüfung O-2.2 liegt in einer Distanz von 12 km zum nächstgelegenen Naturschutzgebiet. Auch die Trasse zur Anbindung der Fläche verläuft in der AWZ außerhalb von Naturschutzgebieten und außerhalb bekannter Vorkommen von geschützten Biotopen. Die Fläche O-2.2 weist insgesamt einen geringen Strukturreichtum auf. Vorkommen gesetz-

lich geschützter Biotop sind in diesem Gebiet nicht zu erwarten (Kap. 2.5.4.1). Das Gebiet besitzt eine geringe Bedeutung für das Benthos. Die vorherrschenden Benthosarten setzen sich überwiegend aus Arten zusammen, die sich schnell regenerieren (Kap. 2.6.3.1). Von Schweinswalen wird der Bereich nach aktuellem Kenntnisstand als Durchzugsgebiet genutzt. Anhand vorliegender Erkenntnisse kann derzeit eine mittlere bis saisonal hohe Bedeutung des Gebiets O-2 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 (Kap. 2.8.3.1). Alle bisherigen Erkenntnisse weisen auf eine geringe Bedeutung des Gebietes O-2 für Seevögel hin. Das Gebiet weist ein geringes Vorkommen von gefährdeten und besonders schützenswerten Arten auf (Kap. 2.9.3.1). Insgesamt ist der Bereich der unter Prüfung gestellten Fläche O-2.2 für ziehende Wasservögel von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung. Insbesondere wurde im Rahmen der Basisaufnahme der südlich von O-2.2 gelegenen Fläche die Trauerente in hohen Individuenzahlen festgestellt. So wurden im Jahr 2011 8174 Tiere gezählt. Damit zog ca. 1,5 % der biogeographischen Population durch das Gebiet O-2. Damit hat das Gebiet für den Trauerentenzug eine überdurchschnittliche Bedeutung. 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 Fläche O-2.2 für die Nachtzieher eine durchschnittliche bis überdurchschnittliche Bedeutung.

Für den Kranichzug ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. Im Bereich des Gebiets O-2 wurden auf dem Herbstzug 2008 insgesamt 1231 durchziehende Kraniche registriert, das entspricht etwa 3,1 % des vorpommerschen Rastbestandes oder 1,37 % der biogeo-

graphischen Population. Hier wurde die Mehrzahl dieser Vögel möglicherweise durch nordwestliche Winde von einer Flugroute Südschweden-Rügen nach Südost verdriftet. Die Fläche O-2.2 liegt in der Nähe bekannter Hauptzugrouten und ist damit vermutlich in Abhängigkeit der Windstärke und -richtung von durchschnittlicher bis überdurchschnittlicher Bedeutung für den Vogelzug (Kap. 2.10.3.3). Somit sind in Bezug auf das Schutzgut Zugvögel, insbesondere unter kumulativer Betrachtung, naturschutzfachliche Konflikte auf der Fläche O-2.2 erkennbar.

## 9.4 Technische Alternativen

Aufgabe des FEP ist es, die notwendigen Trassen und Standorte für die gesamte Netztopologie in der deutschen AWZ bis zur Grenze der 12 sm-Zone im Rahmen der bestehenden Rahmenbedingungen räumlich und im Hinblick auf die Kalenderjahre der Inbetriebnahme zeitlich festzulegen.

Der zum Netzanschluss der Offshore-Windparks in der Ostsee verpflichtete ÜNB verfolgt bislang ein Anbindungskonzept auf Basis der Drehstromtechnologie. Bei Einsatz der Drehstromtechnologie erfolgt die Netzanbindung von Offshore-Windparks indem der von den einzelnen Windenergieanlagen eines oder mehrerer Parks erzeugte Strom an einer Umspannplattform zusammengeführt und von hier aus über ein Drehstrom-Seekabelsystem direkt an Land und weiter zum Netzverknüpfungspunkt geführt wird. Hierdurch ist im Gegensatz zum Standardkonzept in der Nordsee (HGÜ) keine eigene Konverterplattform für den Netzanschluss an sich notwendig und dadurch Raum eingespart. Zur Abführung einer gegebenen Leistung ist beim Einsatz der Drehstromtechnologie jedoch aufgrund der geringeren Übertragungskapazität der Drehstrom-Seekabelsysteme eine höhere Anzahl von Kabelsystemen notwendig.

Aufgrund der für Inbetriebnahmen ab 2026 im Vergleich zur Kapazität eines HGÜ-Systems erwarteten geringen Windparkleistung in der deutschen AWZ der Ostsee würde eine Anbindung mittels Gleichstromsystem voraussichtlich zu dauerhaften Leerständen führen.

Der Übertragungsnetzbetreiber plant, errichtet und betreibt die Umspannplattform des Netzanbindungssystems. Eine separate Plattform des Offshore-Windparks ist aufgrund der Küstennähe voraussichtlich nicht erforderlich, zudem kann in Abstimmung mit dem Übertragungsnetzbetreiber ggf. die Umspannplattform mit genutzt werden. Hierdurch können einerseits die durch eine zusätzliche Plattform entstehenden Kosten für den Netznutzer aber auch der damit zwingend einhergehende zusätzliche Flächenbedarf sowie die Umweltauswirkungen während Errichtung, Betrieb und Rückbau vermieden werden.

Die Offshore-Anbindungsleitungen in der Ostsee werden demnach grundsätzlich ähnlich dem aus dem BFO-O bekannten Anbindungskonzept auf Basis der Drehstromtechnologie ausgeführt, wobei eine Verschiebung der Zuständigkeit bzgl. Planung, Errichtung und Betrieb der Umspannplattform hin zum Übertragungsnetzbetreiber erfolgt ist.

Zwei der im Bereich der Ostsee durch den ÜNB bereits umgesetzten Netzanbindungssysteme zum Anschluss von Offshore-Windenergie-

vorhaben im Bereich des Gebiets O-3 des FEP sowie im Küstenmeer beruhen auf einer Übertragungsspannung von 150 kV. Für die weiteren drei sich aktuell in der Realisierung befindlichen Systeme zur Anbindung von Offshore-Windparkvorhaben im Bereich von Gebiet O-1 wurde eine Steigerung der Übertragungsspannung auf 220 kV umgesetzt. Durch die Auslegung auf eine Spannungsebene von 220 kV kann eine – für die Drehstromanbindung – möglichst hohe Übertragungsleistung je Kabelsystem realisiert und die Übertragungsaufgabe mit möglichst wenigen Kabelsystemen erfüllt werden. Eine Verwendung einer niedrigeren Übertragungsspannung würde daher zu einer höheren Anzahl von Kabelsystemen führen und damit weniger umweltverträglich sein.

Eine mögliche weitere Erhöhung der Spannungsebene ist für die Anbindungssysteme in der AWZ der Ostsee aufgrund der begrenzten zu übertragenden Leistung nicht erforderlich. Zudem würde eine Erhöhung keine Reduktion der Anzahl der erforderlichen Kabelsysteme bewirken.

Hinsichtlich einer alternativen Nutzung der Gebiete und Flächen wurde als Alternative zum leitungsgebundenen Abtransport und Nutzung des erzeugten Stroms die Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse im Rahmen der Konsultation eingebracht. Es ist vorgesehen, eine weitergehende Betrachtung im Rahmen der Fortschreibung des FEP vorzunehmen.



## 10 Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Flächenentwicklungsplans auf die Umwelt

Die potenziellen erheblichen Auswirkungen, die sich aus der Durchführung des Plans auf die Umwelt ergeben, sind gemäß § 45 UVPG zu überwachen. Damit sollen frühzeitig unvorhergesehene negative Auswirkungen ermittelt und geeignete Abhilfemaßnahmen ergriffen werden können.

Dementsprechend sind gemäß § 40 Abs. 2 Nr. 9 UVPG im Umweltbericht die vorgesehenen Maßnahmen zur Überwachung der erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Plans auf die Umwelt zu benennen. Die Überwachung obliegt dem BSH, da dieses die für die SUP zuständige Behörde ist (siehe § 45 Abs. 2 UVPG). Dabei kann, wie es Art. 10 Abs. 2 SUP-RL bzw. § 45 Abs. 5 UVPG intendieren, auf bestehende Überwachungsmechanismen zurückgegriffen werden, um Doppelarbeit bei der Überwachung zu vermeiden. Die Ergebnisse des Monitorings sind gemäß § 45 Abs. 4 UVPG bei der Fortschreibung des Flächenentwicklungsplans zu berücksichtigen.

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 Flächenentwicklungsplan 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 kommt dem vorhabensbezogenen Monitoring der Auswir-

kungen der im Plan geregelten Nutzungen eine besondere Bedeutung zu.

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 Auswirkungen der Umsetzung des Plans auf die Meeresumwelt sowie auf die Überprüfung der Prognosen des Umweltberichts beziehen. Das BSH wird in diesem Zusammenhang nach § 45 Abs. 3 UVPG bei den zuständigen Behörden die dort vorliegenden Monitoringergebnisse abfragen, die zur Wahrnehmung der Überwachungsmaßnahmen erforderlich sind.

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 sowie u.a. die im Zuge der Managementpläne für das Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht-Rönnebank“ durchzuführenden Untersuchungen. Anknüpfungspunkte werden sich auch zu den in der MSRL sowie der WRRL vorgesehenen Maßnahmen ergeben.

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 und für die Bewertung von möglichen Auswirkungen aus der Entwicklung von einzelnen Vorhaben genutzt werden können,



- 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 im räumlichen und zeitlichen 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 Monitorings 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 vom IOW 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 aus 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 fach-

übergreifende 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 Flächenentwicklungsplan geregelten Nutzungen auf die Meeresumwelt. Kumulative Wirkungen von festgelegten Nutzungen sollen dabei regional wie überregional bewertet werden.

### 10.1 Monitoring potenzieller Auswirkungen der Gebiete und Flächen für Windenergieanlagen auf See

Die Untersuchung der potenziellen Umweltauswirkungen von Gebieten und Flächen für Offshore-Windenergie hat auf Projektebene in Anlehnung an den Standard „Untersuchung von Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen (StUK4)“ und in Abstimmung mit dem BSH zu erfolgen. Zur Bewertung des Standortes im Hinblick auf die biologischen Schutzgüter sind jeweils die Ergebnisse aus den Untersuchungen der Offshore-Windparkvorhaben zugrunde zu legen. Das Monitoring während der Errichtung von Fundamenten mittels Rammarbeiten umfasst Messungen des Unterwasserschalls und akustische Erfassungen der Auswirkungen des Rammschalls auf Meeressäuger unter dem Einsatz von POD-Messgeräten. Darüber hinaus sind zusätzliche Überwachungs-

maßnahmen geplant, um Auswirkungen der Schichtung des Wassers unter bestimmten hydrographischen Bedingungen auf die Ausbreitung des Rammschalls in der Ostsee zu erfassen und ggf. weitergehende Maßnahmen ergreifen zu können. Diese Maßnahmen können u.a. zusätzliche Schallmessungen gekoppelt mit CTD-Messungen in unterschiedlichen Wassertiefen beinhalten, um mögliche Änderungen in der Schallausbreitungsdämpfung durch Schichtungen des Wasserkörpers zu erfassen.

Für die gesamte Dauer der Bauphase und für eine Dauer zwischen drei und fünf Jahren sind Untersuchungen für alle Schutzgüter gemäß den Vorgaben des StUK4 erforderlich. Während der Betriebsphase ist ein spezielles Monitoring nicht erforderlich.

Das BSH führt im Rahmen der begleitenden Forschung der möglichen Auswirkungen der Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt eine ganze Reihe von Projekten durch.

Zu den Forschungsvorhaben des BSH mit direktem Bezug zu den möglichen Auswirkungen auf die Schutzgüter und zur Entwicklung von Normen und Standards gehören:

- Projekt ANKER „Ansätze zur Kostenreduzierung bei der Erhebung von Monitoringdaten für Offshore-Windparks“, FKZ 0325921 mit Förderung des BMWi/PtJ,
- F&E-Studie BeMo „Bewertungsansätzen für Unterwasserschallmonitoring im Zusammenhang mit Offshore-Genehmigungsverfahren, Raumordnung und MSRL“, Förderung BMVI/BSH,
- F&E Projekt Sound Mapping mit Fördermitteln des BMVI/BSH,
- F&E Verbund NavES „Naturverträgliche Entwicklungen auf See“ mit Fördermitteln aus dem Ressortforschungsplan des BMU, zu NavEs gehören mehrere Teilprojekte:

- MultiBird, Untersuchung des Kollisionsrisikos von Zugvögeln,
- ProBird, Prognose des Zugvogelgeschehens,
- ERa, Erfahrungsbericht Rammschall,
- Schall I u. II, Entwicklung eines Fachinformationssystems für Unterwasserschall,
- Schall I u. II, Evaluierung von Unterwasserschallmessungen.

Zu den bisher durchgeführten Maßnahmen gehört. u.a. die Entwicklung der Messvorschriften für die Messung von Unterwasserschall (2011) und die Entwicklung der Messvorschrift für die Bestimmung der Wirksamkeit von Schallminderungssystemen (2013) sowie die Mitarbeit in der Entwicklung der ISO 18406:17 und der DIN SPEC 45653.

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.

## 10.2 Monitoring potenzieller Auswirkungen von Plattformen

Für die im Flächenentwicklungsplan vorgesehenen Plattformen sind dieselben Überwachungsmaßnahmen wie unter 10.1 anzuwenden.

## 10.3 Monitoring der potenziellen Auswirkungen von Seekabeln

Auch für die Seekabelsysteme gilt, dass die potenziellen Auswirkungen auf die Meeresumwelt erst im konkreten Vorhaben geprüft werden können. Das StUK4 enthält erstmals auch Mindestanforderungen für die Untersuchung von Seekabeltrassen im Hinblick auf Benthos, Biotopstruktur und Biotoptypen während der Basisaufnahme und der Betriebsphase der Seekabelsysteme. So muss während der Basisaufnahme jede Biotopstruktur, die anhand

der Sedimentuntersuchungen entlang des Kabelverlaufs ermittelt wurde, für die Benthosuntersuchungen mit mindestens drei Quertransekten belegt sein. Am Anfangs- und am Endpunkt der Trasse ist zusätzlich jeweils ein Quertransekt zu setzen. Jedes Quertransekt besteht wiederum aus fünf Stationen. Identifizierte Verdachtsflächen von nach § 30 BNatSchG geschützten Biotopen sind zur räumlichen Abgrenzung zusätzlich entsprechend den aktuellen Kartieranleitungen des BfN zu untersuchen.

Nach der Verlegung des Kabelsystems ist dessen Lage der Zulassungsbehörde gemäß aktueller Zulassungspraxis in den ersten fünf Betriebsjahren jährlich durch jeweils mindestens eine Überprüfung der Tiefenlage („Survey“) nachzuweisen. Die Anzahl der „Surveys“ in den darauffolgenden Jahren wird von der Zulassungsbehörde einzelfallbezogen festgelegt. Die Untersuchungen im Hinblick auf die Meeresumwelt sind in Abstimmung mit der Zulassungsbehörde vorhabenspezifisch durchzuführen. Die Untersuchungsmethoden sind, soweit möglich, wie im „Standard – Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4)“ beschrieben, darzustellen. Ein Jahr nach Inbetriebnahme der Seekabelsysteme sind zur Überprüfung möglicher Auswirkungen der Bau- und Betriebsphase Untersuchungen der benthischen Lebensgemeinschaften an den gleichen Transekten wie in der Basisaufnahme durchzuführen.

Zur Überwachung der Durchführung des Plans sind darüber hinaus Maßnahmen geplant, die helfen, aufgestellte Prognosen hinsichtlich erheblicher Auswirkungen der Offshore-Windenergie zu verifizieren und ggf. Nutzungsstrategien sowie vorgesehene Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen anzupassen bzw. Bewertungskriterien, insbesondere im Hinblick auf kumulative Wirkungen, zu überprüfen.

Im Rahmen der SUP für den Plan werden neue Erkenntnisse aus den Umweltverträglichkeitsstudien sowie aus der gemeinsamen Auswertung von Forschungs- und UVS-Daten verwendet (vgl. Kapitel 2). 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 Nutzung des Meeres wird als Basis für die Zu-

sammenführung und Auswertung der ökologisch relevanten Daten genutzt und entsprechend weiterentwickelt.

Hinsichtlich der Zusammenführung und Archivierung von ökologisch relevanten Daten aus den vorhabensbezogenen 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 (MarineLife Investigator) gesammelt und archiviert.

## 11 Nichttechnische Zusammenfassung

### Gegenstand und Anlass

Nach §§ 4ff. des Windenergie-auf-See-Gesetzes (WindSeeG) erstellt das BSH im Einvernehmen mit der Bundesnetzagentur (BNetzA) und in Abstimmung mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) und den Küstenländern einen Flächenentwicklungsplan (FEP). Der FEP wird erstmalig aufgestellt und muss gemäß § 6 Abs. 8 WindSeeG bis zum 30. Juni 2019 bekannt gemacht werden. Bei der Aufstellung des FEP erfolgte eine Umweltprüfung im Sinne des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), die sog. Strategische Umweltprüfung (SUP). Das inhaltliche Hauptdokument der SUP ist der vorliegende Umweltbericht. Dieser ermittelt, beschreibt und bewertet die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen, die die Durchführung des FEP auf die Umwelt haben wird, sowie mögliche Planungsalternativen unter Berücksichtigung der wesentlichen Zwecke des Plans.

Der FEP hat den Charakter einer Fachplanung. Der Fachplan ist als wichtiges Steuerungsinstrument darauf ausgerichtet, die Nutzung Windenergie auf See durch die Festlegung von Gebieten und Flächen sowie von Standorten, Trassen- und Trassenkorridoren für Netzanbindungen bzw. für grenzüberschreitende Seekabelsysteme gezielt und möglichst optimal zu planen.

Der FEP enthält Festlegungen für den Ausbau von Windenergieanlagen auf See und hierfür erforderliche Offshore-Anbindungsleitungen für den Zeitraum ab dem Jahr 2026 bis mindestens zum Jahr 2030 mit dem Ziel,

- das Ausbauziel nach § 4 Nr. 2b des EEG zu erreichen,

- die Stromerzeugung aus Windenergieanlagen auf See räumlich geordnet und flächensparsam auszubauen und
- eine geordnete und effiziente Nutzung und Auslastung der Offshore-Anbindungsleitungen zu gewährleisten und Offshore-Anbindungsleitungen im Gleichlauf mit dem Ausbau der Stromerzeugung aus Windenergieanlagen auf See zu planen, zu errichten, in Betrieb zu nehmen und zu nutzen.

Im Rahmen des zentralen Modells ist der FEP in einem gestuften Planungsprozess das Steuerungsinstrument für den geordneten Ausbau der Windenergie auf See. Die FEP-SUP steht im Zusammenhang mit jeweils vor- und nachgelagerten Umweltprüfungen. Der FEP ordnet sich als Fachplanung nach der übergeordneten Raumordnung ein. 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 (Planfeststellung bzw. Plangenehmigung) für die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen auf der Fläche stellen. Für die festgelegten Plattformstandorte und Kabeltrassen erfolgt keine Voruntersuchung.

Im Hinblick auf den Charakter des FEP als steuerndes 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 genauso wie bei dem Instrument der Maritimen Raumordnung auf der Bewertung kumulativer Effekte und der Prüfung von Alternativen.

Die Aufstellung des FEP 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.

### Methodik der Strategischen Umweltprüfung

Im vorliegenden Umweltbericht wird auf die bereits zugrunde gelegte Methodik der SUP der Bundesfachpläne Offshore (BFO) aufgebaut und diese mit Blick auf die im FEP zusätzlich über den BFO hinausgehend 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 FEP, wie sie in § 5 Abs. 1 WindSeeG aufgeführt sind. Maßgeblich sind hierbei allerdings weniger die Festlegungen in konkreter zeitlicher Hinsicht wie die zeitliche Reihenfolge der Ausschreibung oder Kalenderjahre der Inbetriebnahme, da hierdurch gegenüber den räumlichen Festlegungen keine weiteren Umweltauswirkungen entstehen. Einige Planungs- und Technikgrundsätze dienen zwar u.a. auch der 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 FEP 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
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter
- Menschen insbesondere die menschliche Gesundheit
- Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern

Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen erfolgt schutzgutbezogen getrennt für Gebiete und Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme. Des Weiteren wird, sofern erforderlich, eine Differenzierung nach unterschiedlichen technischen Ausführungen vorgenommen. Die Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des FEP auf die Meeresumwelt bezieht sich ebenfalls auf die dargestellten Schutzgüter. Es werden alle Planinhalte untersucht, die potenziell erhebliche Umweltauswirkungen entfalten können.

Dabei werden sowohl die bau- und rückbau- als auch die anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen betrachtet. Berücksichtigung finden darüber hinaus Auswirkungen, die sich im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten ergeben können. Anschließend erfolgt eine Darstellung möglicher Wechselwirkungen, eine Betrachtung möglicher kumulativer Effekte und potenzieller grenzüberschreitender Auswirkungen.

Eine Bewertung der Auswirkungen durch die Festlegungen des FEP erfolgt anhand der Zustandsbeschreibung und Zustandseinschätzung und der Funktion und Bedeutung der einzelnen Gebiete, Flächen und Trassen 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 FEP erfolgt in Abhängigkeit der Kriterien Intensität, Reichweite und Dauer der Effekte.

Im Rahmen der Auswirkungsprognose werden als Bewertungsgrundlage spezifische Rahmenparameter für Gebiete und Flächen, für Plattformstandorte und für Kabeltrassen herangezogen. Zur Bestimmung der voraussichtlich zu installierenden Leistung werden im FEP zwar keine Windparklayouts festgelegt, allerdings werden für die schutzgutbezogene Betrachtung in der SUP bestimmte Parameter angenommen. Um die Bandbreite möglicher (realistischer) Entwicklungen abzubilden, erfolgt die Prüfung im Wesentlichen anhand zweier Szenarien. In Szenario 1 wird von vielen kleinen Anlagen ausgegangen, in Szenario 2 von wenigen großen Anlagen. Aufgrund der dadurch abgedeckten Bandbreite wird eine möglichst umfassende schutzgutbezogene Beschreibung und Bewertung von dem derzeitigen Planungsstand ermöglicht.

Hinsichtlich der Gebiete wird unabhängig von der konkreten Festlegung im Plan und der Realisierungswahrscheinlichkeit von insgesamt 13

Gebieten im Sinne einer worst-case-Betrachtung ausgegangen. Für die Gebiete bzw. speziell für die Flächen ist nach § 5 Abs. 1 Nr. 5 WindSeeG die voraussichtlich zu installierende Leistung von Windenergieanlagen auf See im FEP festzulegen. Es werden zur Bestimmung der voraussichtlich zu installierenden Leistung zwar nicht ein oder mehrere Layouts für Offshore-Windparkplanungen zu Grunde gelegt, allerdings werden für eine schutzgutbezogene Betrachtung in dieser SUP bestimmte Parameter wie etwa Anzahl der Anlagen, Nabenhöhe, Höhe der unteren Rotor spitze, Rotor durchmesser, Gesamthöhe, Durchmesser von Gründungstypen und des Kolkschutzes angenommen.

Auch bei der Prüfung der Standorte für Plattformen werden bestimmte Parameter wie u.a. Anzahl der Plattformen oder Länge der parkinternen Verkabelung zu Grunde gelegt. Bei der Festlegung von Trassen und Trassenkorridoren für Seekabelsysteme wird von bestimmten Breiten des Kabelgrabens sowie der Anzahl und Fläche der Kreuzungsbauwerke und Konverterplattformen ausgegangen.

### **Benthos**

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 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 durch Sedimentaufwirbelungen und Trübungsfahnen im Bereich der Kabeltrasse zu erwarten. Mögliche Auswirkungen auf das Benthos sind abhängig von den eingesetzten Verlegeverfahren und den geologischen und hydrographischen Bedingungen. Bei der vergleichsweise schonenden Verlegung mittels Einspülverfahren sind nur geringfügige Störungen des Benthos im Bereich der Kabeltrasse zu erwarten. Für die Dauer der Verlegung der Seekabelsysteme ist mit lokalen Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen 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 Gebie-

ten 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 schlickigen 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.

Betriebsbedingt kann direkt über dem Kabelsystem eine Erwärmung der obersten Sedimentschicht des Meeresbodens auftreten, die zu Beeinträchtigungen benthischer Lebensgemeinschaften führen kann. Der FEP legt mit dem Planungsgrundsatz zur Sedimenterwärmung 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 Umspann- bzw. Sammelplattformen und Seekabeltrassen sind nach derzeitigem Stand bei Einhaltung des 2 K-Kriteriums keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Benthos 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.

### **Biotoptypen**

Mögliche Auswirkungen von Windenergieanlagen, Plattformen und Seekabelsystemen auf das Schutzgut Biotoptypen können sich durch eine direkte Inanspruchnahme geschützter Biotope, eine mögliche Überdeckung durch Sedimentation von baubedingt freigesetztem Material sowie durch potenzielle Habitatveränderungen ergeben. Eine direkte Inanspruchnahme von Naturschutz-Gebieten, ist für Windenergieanlagen und Plattformen grundsätzlich unzulässig. Gemäß den Planungsgrundsätzen des FEP sind bekannte Vorkommen geschützter Biotope nach § 30 BNatSchG möglichst zu umgehen bzw. im Rahmen des konkreten Zulassungsverfahrens mit besonderem Gewicht zu behandeln. Die geplanten Trassenverläufe umgehen zudem die derzeit bekannten Vorkommen von Riff- und Riffverdachtsflächen.

Beeinträchtigungen durch Überdeckung sind aufgrund der vorherrschenden Sedimentbeschaffenheit in den Bereichen, in denen Vorkommen geschützter Biotoptypen zu erwarten sind, voraussichtlich kleinräumig, da sich das freigesetzte Sediment schnell absetzen wird. Aufgrund der vorherrschenden geringen bodennahen Strömungen sind auch in Gebieten mit Weichsedimenten lediglich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m Trübungsflächen zu erwarten, die natürliche Schwebstoffmaxima deutlich überschreiten. Dabei verbleibt das frei-

gesetzte 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. Simulationen zeigen, dass sich das freigesetzte Sediment nach max. 12 Stunden wieder abgesetzt haben wird. Somit bleiben die Beeinträchtigungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand i. d. R. kleinräumig und temporär.

Permanente Habitatveränderungen beschränken sich auf den unmittelbaren Bereich der Fundamente und von Steinschüttungen, die im Falle der Kabelverlegung auf dem Meeresboden und von Kabelkreuzungen erforderlich werden. Die Steinschüttungen stellen dauerhaft ein standortfremdes Hartsubstrat dar. Dieses bietet den Benthosorganismen neuen Lebensraum und kann zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung führen. Erhebliche Auswirkungen durch diese kleinräumigen Bereiche auf das Schutzgut Biotoptypen sind nicht zu erwarten. Zudem ist die Gefahr einer negativen Beeinflussung der benthischen Weichbodengemeinschaft durch gebietsuntypische Arten gering, da die Rekrutierung der Arten mit großer Wahrscheinlichkeit aus den natürlichen Hartsubstrathabitaten erfolgen wird.

### **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 geplanten



Standorte 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 den dazugehörigen Konverterplattformen und Seekabeltrassen zu rechnen. Die Auswirkungen beim Bau der Windparks, Konverterplattformen und Seekabelsysteme auf die Fischfauna sind räumlich und zeitlich begrenzt. Während der Bauphase der Gründungen, der Konverterplattformen 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. Von der Sedimenterwärmung und den magnetischen Feldern, die von Seekabeln ausgehen könnten, sind ebenfalls keine dauerhaften Auswirkungen auf die mobile Fischfauna zu erwarten.

### **Marine Säugetiere**

Die im FEP in der AWZ der Ostsee festgelegten Gebiete und Flächen gehören, wie die gesamte westliche Ostsee, zum Lebensraum der Schweinswale. Nach aktuellem Kenntnisstand werden diese Gebiete von Schweinswalen als Durchzugsgebiete genutzt. Es gibt derzeit keine Hinweise, dass die Gebiete und Flächen besondere Funktionen als Nahrungsgründe oder Aufzuchtgebiete für Schweinswale haben. Seehunde und Kegelrobben nutzen die drei Gebiete O-1 bis O-3 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 O-1 und O-2 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 trifft der FEP mit dem Grundsatz zur Schallminderung eine textliche Festlegung.

Dieser besagt, dass die Installation der Fundamente nur unter Einhaltung strenger Schallminderungsmaßnahmen durchzuführen ist. Im konkreten Zulassungsverfahren werden zur Einhaltung geltender Lärmschutzwerte (Schallreig-



nispegel (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.

Der Ausschluss der Errichtung von Umspann- und Sammelplattformen in Natura2000-Gebieten trägt zu einer Reduzierung der Gefährdung von Schweinswalen in wichtigen Nahrungs- und Aufzuchtgebieten bei. Durch die Errichtung und den Betrieb der geplanten Umspann- bzw. Sammelplattformen 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.

### **See- und Rastvögel**

Die einzelnen Gebiete für Offshore-Windenergie in der AWZ der Ostsee haben eine unterschiedliche Bedeutung für See- und Rastvögel. Insgesamt ist für das Gebiet O-1 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 O-2 und O-3 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. Aufgrund der Wassertiefe und der Bodenbeschaffenheit haben alle drei Gebiete nur geringe Bedeutung als Nahrungsgrund für tauchende Meerestiere. Diese nutzen die Gebiete genauso wie Seetaucher überwiegend als Durchzugsgebiet. Aufgrund der Entfernung zu den Brutkolonien an der Küste haben die Gebiete für Brutvögel keine besondere Bedeutung als Nahrungsgrund.

In erster Linie gehen Störungen für See- und Rastvögel in der Bauphase von Lichtemissionen und visueller Unruhe aus. Diese können artspezifisch unterschiedlich ausgeprägte Scheuch- und Barrierewirkungen hervorrufen. Direkte Störungen in der Bauphase sind lokal und zeitlich begrenzt zu erwarten. Aufgrund der hohen Mobilität der Vögel können erhebliche Auswirkungen mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden. Während der zeitlich begrenzten Bauphase sind nach derzeitiger Kenntnis weder durch die Errichtung der geplanten Windenergieanlagen und Plattformen, noch durch die Verlegung der geplanten Seekabelsysteme erhebliche Auswirkungen auf See- und Rastvögel zu erwarten. Baubedingt auftretende Scheueffekte sind lokal und gehen nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamen Schiffsbewegungen verbunden sind.

Auf bestimmte Vogelarten werden Windparks und Plattformen eine dauerhafte, aber nach derzeitiger Kenntnislage keine erhebliche Stör- und Scheuchwirkung ausüben. Ein etwaiges Kollisionsrisiko für kollisionsgefährdete Arten kann durch artspezifisches Verhalten und mögliche Anlagenkonfigurationen mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden. Aufgrund der Ausschlusswirkung von Windparks und Plattformen in den Natura2000-Gebieten

werden Habitatverluste in wichtigen Lebensräumen reduziert.

Im Ergebnis können erhebliche Auswirkungen durch den Bau bzw. die Verlegung von Plattformen, Windenergieanlagen und Seekabelsystem, sowie durch den jeweiligen Betrieb auf das Schutzgut See- und Rastvögel mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.

### **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 Zuggeschehens 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 geplanten Windparks sowie Umspann- bzw. Sammelplattformen für Zugvögel können darin bestehen, dass diese eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Bei den von den Vögeln für ihren Zug bevorzugten klaren Wetterlagen ist die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit einer Windenergieanlage, Umspann- bzw. Sammelplattform gering. Schlechte Witterungsbedingungen erhöhen das Risiko. Es ist davon auszugehen, dass etwaige negative Auswirkungen durch eine möglichst verträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Windenergieanlagen, Umspann- bzw. Sammelplattformen vermindert

werden können. Potenzielle kumulative Effekte durch die Windenergieanlagen, Umspann und Sammelplattformen in Zusammenwirken mit anderen geplanten Offshore-Windparks werden im Kapitel „kumulative Effekte“ behandelt.

Während der zeitlich begrenzten Bauphase sind nach derzeitiger Kenntnis weder durch die Errichtung der geplanten Windenergieanlagen, Umspann- bzw. Sammelplattformen noch durch die Verlegung der geplanten Seekabelsysteme erhebliche Auswirkungen auf Zugvögel zu erwarten. Baubedingt auftretende Scheueffekte sind lokal und gehen nicht über die Störungen hinaus, die allgemein mit langsamen Schiffsbewegungen verbunden sind.

### **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. Anhand der bisherigen Beobachtungen wird angenommen, dass Fledermäuse eher in Konzentrationen (Schwärmen) über das Meer ziehen, wahrscheinlich in erheblichen Flughöhen und auf regelmäßig genutzten Zugrouten.

Gefährdungen können für Fledermäuse während der Betriebsphase von Windenergieanlagen und Plattformen verursacht werden. Die Empfindlichkeit von Fledermäusen gegenüber Bauwerken an Land und das damit verbundene Risiko von Kollisionen ist bekannt; ebenso die Kollisionsgefahr mit Windenergieanlagen. Ferner sind an Land auch mögliche Barriereeffekte sowie Habituations- oder Anlockeffekte bekannt. Auswirkungen von Bauwerken im Offshore-Bereich sind jedoch weitgehend unbekannt.

Eine kumulative Betrachtung des Gefährdungsrisikos ist mangels belastbarer Datengrundlagen derzeit nicht möglich.

### **Luftqualität**

Durch den Bau und Betrieb der Plattformen und die Verlegung von Seekabelsystemen im Rahmen der Durchführung des FEP ergeben sich keine messbaren Auswirkungen auf die Luftqualität.

### **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 dem derzeitigen Kenntnisstand durch den geplanten Ausbau von Windenergie auf See und den einhergehenden Netzausbau keine erheblichen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu erwarten sind.

### **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. Weiterhin gelten die im FEP aufgenommenen Gebiete und Flächen nicht als Nahrungsgründe besonderer Bedeutung für Schutzgüter der höheren Nahrungnetzstufe.

Wegen der Variabilität des Lebensraumes lassen sich Wechselwirkungen insgesamt nur sehr ungenau beschreiben. Grundsätzlich ist festzustellen, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine Wechselwirkungen erkennbar sind, die eine Gefährdung der Meeresumwelt zur Folge haben könnten.

### **Kumulative Auswirkungen**

#### **Boden, Benthos und Biotoptypen**

Ein wesentlicher Teil der Umweltwirkungen durch die Gebiete und Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme auf Boden, Benthos und Biotope wird ausschließlich während der Bauzeit (Entstehung von Trübungsfahnen, Sedimentumlagerung etc.) und auf einem räumlich eng begrenzten Bereich stattfinden. Gerade auch 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 Biotoptypen auswirken könnten, ergeben sich aus der dauerhaften direkten Flächeninanspruchnahme der Fundamente der Windenergieanlagen und Plattformen sowie durch

die verlegten Kabelsysteme. Die Einzelauswirkungen sind grundsätzlich kleinräumig und lokal.

Zur Abschätzung der direkten Flächeninanspruchnahme wird eine überschlägige Berechnung anhand der im FEP geplanten Gebiete/Flächen, Plattformen und Seekabelsysteme im Zusammenwirken mit Bestandsanlagen und Planungen im Rahmen des Übergangssystems vorgenommen. Die berechnete Flächeninanspruchnahme erfolgt unter ökologischen Gesichtspunkten, das heißt der Berechnung wird der direkte ökologische Funktionsverlust bzw. die mögliche Strukturveränderung der Fläche durch das Einbringen der Fundamente und Kabelsysteme zugrunde gelegt. Im Bereich des Kabelgrabens wird die Beeinträchtigung des Sediments und der Benthosorganismen jedoch im Wesentlichen temporär sein. Im Falle der Querung von besonders empfindlichen Biotoptypen wie Riffen wäre von einer dauerhaften Beeinträchtigung auszugehen.

Auf Grundlage einer modellhaften Annahme werden durch die Planungen des FEP und des Übergangssystems sowie dem Ist-Bestand durch Windenergieanlagen, Seekabel, Steinschüttungen und Plattformen insgesamt ca. 90 ha an Fläche beansprucht bzw. im Falle der Seekabel temporär beeinträchtigt. Das ist ein Anteil von weit unter 0,2‰ an der gesamten AWZ-Fläche. Im Vergleich dazu sind ca. 55% der AWZ der Ostsee unter Schutz gestellt. Da der Bau von Windenergieanlagen und Plattformen in Naturschutzgebieten grundsätzlich unzulässig ist, beschränkt sich die räumliche Inanspruchnahme der Schutzgebiete auf Seekabeltrassen. Zur Inanspruchnahme besonders geschützter Biotoptypen nach § 30 BNatSchG kann mangels einer belastbaren naturwissenschaftlichen Grundlage derzeit keine Aussage gemacht werden. Eine derzeit in Ausführung befindliche flächendeckende Sediment- und Biotopkartierung der AWZ wird hier zukünftig zu belastbareren Informationen führen.

Neben der direkten Inanspruchnahme des Meeresbodens und damit des Lebensraums der dort angesiedelten Organismen führen die Fundamente und Kreuzungsbauwerke zu einem zusätzlichen Angebot an Hartsubstrat. Durch das eingebrachte Hartsubstrat geht der an Weichböden adaptierten Benthosfauna zudem Lebensraum verloren. Da sich jedoch sowohl bei den Netzanbindungssystemen 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.

### **Marine Säugetiere**

Kumulative Auswirkungen auf marine Säuger, insbesondere Schweinswale, können vor allem durch die Lärmbelastung während der Rammarbeiten der Fundamente auftreten. So könnten diese Schutzgüter dadurch erheblich beeinträchtigt werden, dass – wenn an verschiedenen Standorten innerhalb der AWZ gleichzeitig gerammt wird – nicht ausreichend Raum zur Verfügung steht, um auszuweichen und sich zurückzuziehen. Bislang fehlen ausreichende Erfahrungen hinsichtlich der zeitlichen und räumlichen Überlappung bei der Ausbreitung von Rammschall.

Aus den Darstellungen des FEP wird allerdings deutlich, dass die einzelnen Offshore-Windparks und die Netzanbindungssysteme schrittweise, das heißt gestaffelt, in den kommenden Jahren gebaut werden und nicht gleichzeitig.

### **Seevögel**

Vertikalstrukturen wie Plattformen oder Offshore-Windenergieanlagen können unterschiedliche Auswirkungen auf Rastvögel haben, wie Habitatverlust, eine Erhöhung des Kollisionsrisikos oder eine Scheuch- und Barrierewirkung. Für Rastvögel kann insbesondere der Habitat-



verlust durch die Realisierung von mehreren Bauwerken bedeutend sein.

Insbesondere sind gefährdete und stöempfindliche Seevogelarten, wie Seetaucher, im Hinblick auf kumulative Effekte zu berücksichtigen. Für stöempfindliche Arten sind neben den Offshore-Windparks und Plattformen auch Auswirkungen durch den Schiffsverkehr (auch Wartung und Betrieb von Kabelsystemen und Plattformen) mit einzubeziehen.

Da alle bisherigen Erkenntnisse für die im FEP aufgenommenen Gebiete und Fläche auf eine geringe Bedeutung für Arten des Anhang I V-RL hinweisen, sind nach aktuellem Kenntnisstand keine Hinderungsgründe ersichtlich, die der Vollziehbarkeit des Plans entgegenstehen. Aufgrund der Distanz der Gebiete zum Naturschutzgebiet „Pommersche Bucht – Rönnebank“ ist eine Störung der überwinterten Vögel im Schutzgebiet selbst auszuschließen. Das gilt auch für etwaige Störungen durch den Schiffsverkehr im Zusammenhang mit dem Betrieb und der Wartung der Seekabelsysteme, Plattformen und Windenergieanlagen. Da die Ostsee intensiv für die Schifffahrt genutzt wird, ist durch den erhöhten Schiffsverkehr in der Bauphase oder zu Reparatur- und Wartungszwecken keine zusätzliche Störung empfindlicher Arten zu erwarten. Durch die Vermeidung der Inanspruchnahme von Natura2000-Gebieten können erhebliche Störungen innerhalb des Naturschutzgebietes ausgeschlossen werden.

### **Zugvögel**

Ein Gefährdungspotenzial für Zugvögel ergibt sich einerseits aus dem Kollisionsrisiko mit der Umspannplattform und den einzelnen Offshore-Windenergieanlagen, andererseits aus nachteiligen Effekten durch erzwungene Veränderungen der Flugroute.

Unter normalen, von den Zugvogelarten bevorzugten Zugverhältnissen lassen sich bisher für keine Art Hinweise darauf finden, dass die Vö-

gel ihren Zug typischerweise im Gefahrenbereich der Anlagen durchführen und/oder diese Hindernisse nicht erkennen und nicht ausweichen. Bei den von den Vögeln für ihren Zug bevorzugten klaren Wetterlagen ist daher die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit Windenergieanlagen oder den Umspann- bzw. Sammelplattformen sehr gering. Eine potenzielle Gefährdungssituation stellen überraschend auftretende Nebellagen und Regen dar, die zu schlechter Sicht und niedrigen Flughöhen führen. Problematisch ist insbesondere das Zusammentreffen von Schlechtwetterlagen mit sog. Massenzugereignissen, die aber aufgrund der geringen Zugstrecken bzw. Zugzeiten über die Ostsee selten sind. Das Kollisionsrisiko für am Tag ziehende See- und Wasservögel wird generell als gering eingeschätzt. Diese orientieren sich visuell und sind meist in der Lage, auf dem Wasser zu landen. Auch für tagziehende Landvögel (z. B. Kraniche und Greifvögel) wird derzeit ein geringes Kollisionsrisiko gesehen, da auch diese sich visuell orientieren und den Windenergieanlagen ausweichen. Allerdings können kumulative Effekte bei einigen Flächen zu einer Erhöhung des Kollisionsrisikos führen. Zur Verifizierung der Kenntnislage wurde im Rahmen der Flächenvoruntersuchung der Fläche O-1.3 ein über das StUK 4 hinausgehendes zusätzliches Monitoring der tagziehenden Landvögel mit Schwerpunkt Kranich, Greifvögel und Gänse mittels Rangefinder in Auftrag gegeben. Aus diesem Grund und aufgrund der hohen Sichtungsrates von Kranichen im Bereich des Gebietes O-4 (bis zu 20 % der biogeographischen Population) wurde die Fläche O-2.2 unter Prüfung gestellt, um die vorgenannten Untersuchungsergebnisse abzuwarten. Für die in Nord-Süd-Richtung ziehenden Landvögel besteht dagegen auch kumulativ kein erhöhtes Kollisionsrisiko. Die Gefahr des Vogelschlags könnte sich daher eher bei nachts ziehenden, individuenreichen Singvogelpopulationen verwirklichen.



Zur Vermeidung bzw. Minimierung des Risikos sind die Anlagen so zu konstruieren, dass bei Errichtung und Betrieb Lichtemissionen soweit wie möglich vermieden werden, soweit diese nicht durch Sicherheitsanforderungen des Schiffs- und Luftverkehrs sowie Anforderungen der Arbeitssicherheit geboten und unvermeidlich sind.

Kumulative Auswirkungen der im FEP sowie der im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern vorgesehenen Windenergieanlagen, Umspann- bzw. Sammelplattformen und angrenzender Windparks könnten neben dem Vogelschlagrisiko darüber hinaus zu einer Verlängerung des Zugweges für die ziehenden Vögel führen. Sofern die Zugvögel im Wirkbereich von Windparks (bis ca. 300 m Höhe) ziehen, sind sie gezwungen, die Anlagen durch Ausweichbewegungen zu um- bzw. überfliegen. Sie werden dadurch mehr oder weniger stark von ihrer Zugroute abgelenkt. Es ist bekannt, dass Windparks von Vögeln gemieden, das heißt, horizontal umflogen oder überflogen werden. Dieses Verhalten wurde neben Beobachtungen an Land ebenfalls im Offshore-Bereich nachgewiesen (z. B. KAHLERT et al. 2004). Seitliche Ausweichreaktionen sind offenbar die häufigste Reaktion (HORCH & KELLER 2004). Die Umspann- bzw. Sammelplattformen sind Bestandteil der einzelnen Windparks bzw. stehen in direktem räumlichem Zusammenhang. Das Umfliegen der Umspann- bzw. Sammelplattformen ist in diesem Zusammenhang vernachlässigbar, da sie aufgrund der unmittelbaren räumlichen Nähe zu einem Windpark keine eigene Barrierewirkung entfalten und die des Windparks nicht verstärken.

Für in Ost-West-Richtung ziehende Vögel, die die Gebiete O-1 bis O-4 umfliegen müssten, wäre ein maximaler Umweg von ca. 70 km möglich. Für Vögel die eine starke Küstenorientierung aufweisen (z. B. Trauerente) könnte sich der Umweg verlängern, da sie noch die Gebiete O-5 und O-6 umfliegen müssten. Bei

Betrachtung der Nord-Süd-Zugrichtung liegt der mögliche Barriereeffekt in einer ähnlichen Größenordnung. Der räumliche Abstand zwischen den einzelnen Clustern ist so groß, dass ausreichend Platz zum Umfliegen bleibt. Berücksichtigt man, dass sich die Nonstop-Flugleistungen des Großteils der Zugvogelarten, auch Kleinvogelarten, in Größenordnungen von über 1000 km (BERTHOLD 2000) bewegen, ist nicht mit nennenswerten Auswirkungen auf das Energiebudget von Zugvögeln zu rechnen. So dürfte ein durch den Barriereeffekt der Windparkgebiet hervorgerufener Umweg von max. 70 km im Verhältnis zu den Zugdistanzen nicht zu einer Gefährdung des Vogelzuges führen, da auch witterungsbedingt Ablenkungen auftreten können.

Die Betrachtung der vorhandenen Erkenntnisse über die Zugverhaltensweisen der verschiedenen Vogelarten, die üblichen Flughöhen und die tageszeitliche Verteilung des Vogelzugs lässt den Schluss zu, dass erhebliche Auswirkungen auf den Vogelzug durch die Realisierung der bereits genehmigten Vorhaben in den Vorranggebieten nach derzeitigem Kenntnisstand auch unter kumulativer Betrachtung nicht wahrscheinlich ist. Ein etwaiges Umfliegen der Vorranggebiete lässt derzeit keinen erheblichen negativen Effekt auf die weitere Entwicklung der Populationen erwarten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Prognose nach dem bisherigen Stand von Wissenschaft und Technik unter Prämissen abgegeben wird, die noch nicht geeignet sind, die Grundlage für das Schutzgut auf befriedigende Weise abzusichern. Kenntnislücken bestehen insbesondere hinsichtlich des artspezifischen Zugverhaltens. Dies gilt besonders für schlechte Witterungsbedingungen (Regen, Nebel). Diese Kenntnislücken konnten trotz umfangreicher Forschungstätigkeiten, die in der AWZ von Nord- und Ostsee im Rahmen der ökologischen Begleitforschung durchgeführt wurden, wie u. a. Testfeldforschung zum Vogelzug am Offshore-

Pilotpark „alpha ventus“, Auswertung der kontinuierlich auf „FINO1“ erhobenen Daten (2008-2011), Erfassung von Vogelkollisionen mit Hilfe des Systems VARS und Erfassung von Ausweichbewegungen von Zugvögeln mittels Pencil Beam Radar, nicht geschlossen werden.

Aufgrund der angeführten Kenntnislücken ist eine abschließende kumulative Betrachtung aller zu berücksichtigenden Offshore-Windparks unter Einbeziehung der Vorhaben in Gebieten, in denen noch keine bestandskräftigen Genehmigungen bzw. Planfeststellungsbeschlüsse infolge der Durchführung einer UVP vorliegen, zum derzeitigen Stand nicht möglich. Das betrifft die Vorhaben in Gebiet 2 und die Vorhaben in Gebiet 1 außerhalb des Vorranggebiets, sowie weitere Offshore-Windparks außerhalb der deutschen AWZ. Die für die Vorhaben in Gebiet 2 vorliegenden UVS weisen zwar auf keine besondere Bedeutung dieser Gebiete für den Vogelzug, etwa einen gegenüber der Umgebung herausgehobenen Zugkorridor, hin. Allerdings wurde u. a. im Rahmen der Basisuntersuchungen für die Vorhaben in Gebiet 2 zeitweise ein vermehrtes Kranichzugauftreten beobachtet. Die Gutachter führen dies auf eine Verdriftung der Vögel infolge ungünstig wechselnder Winde während der Ostseeüberquerung zurück. Basierend auf diesen Beobachtungen sind insbesondere vor dem Hintergrund, dass für das Seegebiet zwischen Rügen und Schonen von einer Konzentration des Vogelzuges, v.a. für Schmalfrontzieher wie Kraniche, auszugehen ist (vgl. BfN 2006), erhebliche kumulative Auswirkungen zum derzeitigen Zeitpunkt nicht auszuschließen.

### **Grenzüberschreitende Auswirkungen**

Die vorliegende SUP kommt zu dem Schluss, dass nach dem derzeitigen Stand durch die im FEP 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, Landschaftsbild, Sachwerte 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 dem derzeitigen Kenntnisstand durch die Umsetzung des FEP keine erheblichen grenzüberschreitenden Auswirkungen auf das Schutzgut zu erwarten sind, da einerseits die Gebiete, für die der FEP Festlegungen trifft, keine herausgehobene Funktion für die Fischfauna haben und andererseits 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 (vgl. z. B. Planungsgrundsatz 4.4.1.7 FEP). 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 die auf den Flächen des FEP errichteten Windenergieanlagen und Plattformen eine Barriere bzw. ein Kollisionsrisiko darstellen. Das Kollisionsrisiko ist durch entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Anlockeffekten durch die Beleuchtung zu minimieren. Hinsichtlich der Barrierewirkung ist eine abschließende kumulative Betrachtung bei der derzeitigen Kenntnislage nicht möglich.

Auch für den Fledermauszug ist eine kumulative Einschätzung des Gefährdungsrisikos zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, da bis heute ausreichende Erkenntnisse zu Zugwegen, Zughöhen und Zugintensitäten fehlen. Es ist allgemein davon auszugehen, dass etwaige erhebliche grenzüberschreitende Auswirkungen durch die Festlegungen im FEP in gleicher Weise von entsprechenden Vermeidungs- bzw. Minimierungsmaßnahmen verhindert werden, wie sie für den Vogelzug anzuwenden sind.

### **Artenschutzrechtliche Prüfung**

Der Umweltbericht enthält darüber hinaus eine artenschutzrechtliche Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG. Diese kommt auf der abstrakteren Ebene der Fachplanung zu dem Schluss, dass nach aktuellem Kenntnisstand unter strenger Einhaltung von Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen mit den im FEP festgelegten Gebieten und Flächen, Plattformstandorten und Seekabeltrassen keine erheblichen negativen Auswirkungen verbunden sein werden, durch die artenschutzrechtliche Verbotstatbestände ausgelöst werden. Eine detaillierte artenschutzrechtliche Prüfung obliegt dem Einzelzulassungsverfahren.

### **Verträglichkeitsprüfung**

Im Rahmen der vorliegenden SUP erfolgt für die im FEP geplanten Gebiete, Flächen, Plattformen und Seekabeltrassen eine getrennte Prüfung auf ihre Verträglichkeit mit den Schutzzwecken der Naturschutzgebiete.

In der deutschen AWZ der Ostsee befinden sich die durch Verordnung vom 22.09.2017 festgelegten Naturschutzgebiete „Pommersche Bucht - Rönnebank“, „Fehmarnbelt“ sowie „Kadetrinne“. Die Verträglichkeit nach dem BNatSchG ist entsprechend der vorher für die Fauna-Flora-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete) durchgeführten Prüfung zu untersuchen.

§§ 34 bzw. 36 BNatSchG schreiben für Pläne oder Projekte, die einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen oder Projekten ein FFH- und EU-Vogelschutzgebiet erheblich beeinträchtigen können und nicht unmittelbar der Verwaltung des Gebiets dienen, die Prüfung auf ihre Verträglichkeit mit den Schutz- und Erhaltungszielen eines Natura2000-Gebietes vor. Dies gilt auch für Projekte außerhalb des Gebietes, die einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, den Schutzzweck der Gebiete erheblich zu beeinträchtigen.

Schutzgüter sind die Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke“ nach Anhang I FFH-RL, bestimmte Fischarten und Meeressäuger nach Anhang II der Richtlinie (Stör, Finte, Schweinswal, Kegelrobbe) sowie verschiedene Vogelarten nach Anhang I der V-RL (Sterntaucher, Prachtaucher, Ohrentaucher, Rothalstaucher, Gelbschnabeltaucher, Eisente, Trauerente, Samtente, Sturmmöwe, Trottellumme, Tordalk, Gryllteiste). Arten nach Anhang IV der FFH-RL, z. B. der Schweinswal, sind überall, also auch außerhalb der festgelegten Schutzgebiete, streng zu schützen.

Im Rahmen des FEP werden einzelne Festlegungen in räumlicher Nähe zu den Naturschutzgebieten „Pommersche Bucht - Rönnebank“ und „Kadetrinne“ geplant. Somit beschränkt sich die Prüfung der Verträglichkeit im Bereich der AWZ auf diese Schutzgebiete. Bei der Verträglichkeitsprüfung werden darüber hinaus auch Fernwirkungen der innerhalb der AWZ getroffenen Festlegungen auf die Schutzgebiete in der angrenzenden 12-Seemeilen-

zone und in den angrenzenden Gewässern der Nachbarstaaten berücksichtigt.

#### *Prüfung der Verträglichkeit der Gebiete und Flächen und der geplanten Plattformen*

Nach aktuellem Kenntnisstand ist eine Störung für Rast- und Zugvögel in den betrachteten Naturschutzgebieten durch die Errichtung und den Betrieb der von Windenergieanlagen und Plattformen in den im FEP festgelegten Gebieten nicht zu erwarten.

Nach aktuellem Kenntnisstand und anhand der Erkenntnissen aus dem Monitoring aus der Errichtung und aus dem Betrieb der Windparks „Wikinger“ und „Arkona Becken Südost“ im Gebiet O-1 kann unter Berücksichtigung strenger auswirkungsminimierender und schadensbegrenzender Maßnahmen keine erheblichen Auswirkungen eine Beeinträchtigung der Schutzzwecke der geprüften Naturschutzgebiete mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Hierzu trifft der FEP textliche Festlegungen, insbesondere im Hinblick auf die Schallminderung.

Durch den Bau und Betrieb von Windenergieanlagen und Plattformen sind aufgrund der Kleinräumigkeit der insbesondere für Riffe relevanten Auswirkungen, wie etwa Sedimentverdriftungen und Sedimentumlagerungen des freigesetzten Materials in der Bauphase, und der Lage außerhalb von Naturschutzgebieten keine erheblichen Auswirkungen auf die Lebensraumtypen „Riff“ und „Sandbank“ mit ihren charakteristischen und gefährdeten Lebensgemeinschaften und Arten zu erwarten.

#### *Prüfung der Verträglichkeit der geplanten Kabeltrassen*

Mögliche Auswirkungen von Seekabelsystemen sind in der Regel auf die Verlegephase beschränkt und somit zeitlich und räumlich eng begrenzt. Auswirkungen auf die Naturschutzgebiete in ihren für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen sind nur dann zu erwarten, wenn die Kabeltrassen in unmittelbarer Nähe oder innerhalb der Schutz-

gebiete verlaufen; Fernwirkungen auf gesetzlich geschützte Biotope oder FFH-Lebensraumtypen sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht anzunehmen.

Insbesondere wegen der Kleinräumigkeit und der kurzen Dauer der Verlegung kann eine erhebliche Beeinträchtigung von marinen Säugern ausgeschlossen werden. Bezüglich möglicher betriebsbedingter Auswirkungen sind auf Grundlage der im FEP festgelegten Kabelkonfigurationen und des Planungsgrundsatzes zur Sedimentüberdeckung ebenfalls keine signifikanten Auswirkungen zu erwarten. Mögliche erhebliche Beeinträchtigungen von Vogelschutzgebieten in ihren für den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen durch die Verlegung und den Betrieb der Seekabelsysteme sind ebenfalls auszuschließen. Die Kabelverlegearbeiten dauern nur wenige Tage und sind lediglich mit schiffstypischem Lärm und Scheuchwirkungen verbunden. Erhebliche Beeinträchtigungen durch Sedimentverdriftung während der Bauphase werden auf Grundlage der derzeitigen Kenntnisse ausgeschlossen. Bekannte Vorkommen von gesetzlich geschützten Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen in den Schutzgebieten liegen außerhalb der in der Fachliteratur diskutierten Verdriftungsentfernungen. Eine erhebliche Beeinträchtigung der FFH-Lebensraumtypen „Riffe“ und „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ kann somit nach derzeitigem Kenntnisstand auch bei kumulativer Betrachtung des Plans und schon bestehender Projekte für die geprüften Naturschutzgebiete ausgeschlossen werden.

Das BSH geht nach aktuellem Kenntnisstand davon aus, dass die Durchführung des Plans im Einzelnen betrachtet oder auch in Zusammenwirken mit anderen Projekten eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzzwecke der betrachteten Naturschutzgebiete mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Eine erneute Verträglichkeitsprüfung der Gebiete und Test-



flächen im Küstenmeer erfolgt nicht, da diese bereits bei der Aufstellung des LEP M-V durchgeführt wurde.

### **Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich erheblicher negativer Auswirkungen des Flächenentwicklungsplans auf die Meeresumwelt**

Entsprechend den Anforderungen der SUP-RL werden die Maßnahmen dargestellt, die geplant sind, um erhebliche negative Umweltauswirkungen aufgrund der Durchführung des FEP zu verhindern, zu verringern und soweit wie möglich auszugleichen.

Grundsätzlich gilt, dass durch die Festlegungen des FEP negative Auswirkungen auf die Entwicklung des Umweltzustands der AWZ der Ostsee vermieden werden. Im Falle der Nichtdurchführung des Plans würden sich die Nutzungen ohne die flächensparende und ressourcenschonende Steuerungs- und Koordinierungswirkung des FEP entwickeln.

Konkret trifft der FEP räumliche und textliche Festlegungen, die entsprechend der in Kapitel 1.4 des Umweltberichts dargelegten Umweltschutzziele dazu dienen, erhebliche negative Auswirkungen der Durchführung des FEP auf die Meeresumwelt zu vermeiden bzw. zu vermindern. Dies betrifft im Wesentlichen textliche Festlegungen zu einer flächensparenden Planung, zur Vermeidung der Inanspruchnahme von Schutzgebieten und Strukturen nach § 30 BNatSchG, zur Schallminderung, zur Einhaltung des 2 K-Kriteriums, zum Rückbau baulicher Anlagen sowie hinsichtlich der Berücksichtigung der besten Umweltpraxis sowie des jeweiligen Standes der Technik.

Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen werden von der zuständigen Zulassungsbehörde auf Projektebene für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase konkretisiert und angeordnet. Bezüglich der geplanten Flächen für Windenergieanlagen und Plattformen betrifft dies insbesondere Schallminderungs- und schall-

verhütende Maßnahmen sowie eine naturverträgliche Beleuchtung während des Betriebs der Bauwerke. Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung möglicher Auswirkungen von Seekabelsystemen sind im Rahmen der Trassenplanung und der technischen Ausgestaltung zu berücksichtigen. Zur Vermeidung erheblicher negativer Auswirkungen der Kabelerwärmung auf das Benthos enthält der FEP einen Planungsgrundsatz zur Sedimenterwärmung.

### **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. Auf Planeebene spielen vor allem die konzeptionelle/strategische Ausgestaltung, räumliche sowie technische Alternativen eine Rolle.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass sämtlichen Festlegungen in Gestalt von standardisierten Technik- und Planungsgrundsätzen eine Vorprüfung möglicher und denkbarer Alternativen bereits immanent ist. Wie der Begründung der einzelnen Planungsgrundsätze, insbesondere derer mit Umweltbezug – etwa möglichst gebündelte Trassenführung, möglichst kreuzungsfreie Durchführung – zu entnehmen ist, liegt dem jeweiligen Grundsatz bereits eine Abwägung möglicher betroffener öffentlicher Belange und Rechtspositionen zugrunde, so dass dadurch auch bereits eine „Vorprüfung“ möglicher Alternativen erfolgt ist.

Im Einzelnen werden im Rahmen dieses Umweltberichts neben der Nullalternative insbesondere räumliche und technische Alternativen geprüft.

### **Geplante Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen der Durchführung des Flächenentwicklungsplans auf die Umwelt**

Die potenziellen erheblichen Auswirkungen, die sich aus der Durchführung des FEP auf die Umwelt ergeben, sind gemäß § 45 Abs. 1



UVPG zu überwachen. Damit sollen frühzeitig unvorhergesehene negative Auswirkungen ermittelt und geeignete Abhilfemaßnahmen ergriffen werden 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 FEP 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, Plattformen und Seekabelsystemen 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 und Flächen für Offshore-Windenergie sowie von Plattformen hat auf 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 Messungen des Unterwasserschalls und akustische Erfassungen der Auswirkungen des Rammschalls auf Meeressäuger unter dem Einsatz von POD-Messgeräten. Darüber hinaus sind zusätzliche Überwachungsmaßnahmen geplant, um Auswirkungen der Schichtung des Wassers unter bestimmten hydrographischen Bedingungen auf die Ausbreitung des Rammschalls in der Ostsee zu erfassen und ggf. weitergehende Maßnahmen ergreifen zu können.

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.

Das StUK4 enthält erstmals auch Monitoringanforderungen für die Untersuchung von Seekabeltrassen im Hinblick auf Benthos, Biotopstruktur und Biotoptypen während der Basisaufnahme und der Betriebsphase. Identifizierte Verdachtsflächen von nach § 30 BNatSchG geschützten Biotoptypen sind zur räumlichen Abgrenzung zusätzlich entsprechend den aktuellen Kartieranleitungen des BfN zu untersuchen. Nach der Verlegung des Kabelsystems ist dessen Lage durch betriebliche Überwachungsmaßnahmen zu kontrollieren. Ein Jahr nach Inbetriebnahme der Seekabelsysteme sind Untersuchungen der benthischen Lebensgemeinschaften an den gleichen Transekten wie in der Basisaufnahme durchzuführen.

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 FEP.

## 12 Quellenangaben

ABT K (2005) Gibt es bei Schweinswalen „Invasionsjahre“? - Strandfunde als Index für Bestandsveränderungen. *Seevögel* 26 (4): 14–19.

AHLÉN I (1997) Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *International Journal of Mammal Biology* 62: 375–380.

AHLÉN I (2002) Wind turbines and bats – a pilot study. Final Report to the Swedish National Energy Administration, 5 Seiten.

AHLÉN I, BAGGØE H & BACH L (2009) Behaviour of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90 (6): 1318–1323.

AHLÉN I, BACH L, GUSTAFSON T, ERIKSSON A & PETTERSON J (2005) Bat casualty risks at offshore wind power turbines (Schwedisch). Slutrapport från förstudien 2005 (Projekt Nr. 22316-1)

ALERSTAM T (1975) Crane *Grus grus* migration over sea and land. *Ibis* 117: 489–495.

ALERSTAM T (1990) Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge, 420 Seiten.

ALERSTAM T & ULFSTRAND S (1972) Radar and field observations of bird migration in South Sweden, Autumn 1971. *Ornis Scandinavica* 3: 99–139.

ALERSTAM T & BAUER CA (1973) A radar study of the spring migration of the Crane (*Grus grus*) over the southern Baltic area. *Vogelwarte* 27: 1–16.

ALERSTAM T, BAUER CA & ROOS G (1974) Spring migration of eiders *Somateria mollissima* in southern Scandinavia. *Ibis* 116: 194–210.

ALHEIT J, MÖLLMANN C, DUTZ J, KORNILOVS G, LOWE P, MOHRHOLZ V & WASMUND N (2005) Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES Journal of Marine Science* 62: 1205–1215.

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.

ANDERSIN A-B, LASSIG J, PARKKONEN L & SANDLER H (1978) The decline of macrofauna in the deeper parts of the Baltic proper and the Gulf of Finland. *Kieler Meeresforschungen, Sonderheft* 4: 23–52.

ANDRULEWICZ E, NAPIERSKA D & OTEMBRA Z (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.

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 & 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.

- 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.
- 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 (1978) Zielsetzung und Probleme struktureller Benthosuntersuchungen in der Marinen Ökosystemforschung. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*: 35–51.
- ARNTZ WE & WEBER W (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 & RUMOHR H (1986) Fluctuations of Benthic Macrofauna during Succession and in an Established Community. *Meeresforschung* 31: 97–114.
- ARNTZ WE, BRUNSWIG D & SARNTHEIN M (1976) Zonierung von Mollusken und Schill im Rinnensystem der Kieler Bucht (Westliche Ostsee). *Senckenbergiana maritima* 8: 189–269.
- ASCOBANS (2003) Proceedings of the 4th meeting of the parties to ASCOBANS - Esbjerg, Denmark, 19-22 August 2003. ASCOBANS, Bonn, Germany, 121 Seiten.
- ASCOBANS (2010) ASCOBANS recovery plan for Baltic Harbour porpoises Jastarnia plan (2009 revision). In: report of the 6th meeting of the parties to ASCOBANS, ASCOBANS, Bonn, Germany, Seite 24–49.
- ASCOBANS (2012) ASCOBANS conservation plan for the Harbour porpoise population in the western Baltic, the Belt Sea and the Kattegat.
- ASFERG T (2002) Vildtudbyttet i Danmark i jagtsæsonen 2000/2001. Faglig rapport fra DMU nr.393, 35 Seiten.
- AVITEC RESEARCH GBR (2017) „Cluster Nördlich Borkum“ StUK-Monitoring des Jahres 2016. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der UMBO GmbH. Osterholz-Scharmbeck, September 2017.
- BACH L & MEYER-CORDS C (2005) Lebensraumkorridore für Fledermäuse (Entwurf). 7 Seiten.
- BAERENS C & HUPFER P (1999) Extremwasserstände and der deutschen Ostseeküste nach Beobachtungen und in einem Treibhausgasszenario. *Die Küste* 61: 47-72
- BAIRLEIN F & WINKEL W (2001) Birds and climate change. In: LOZAN JL, GRAßL H, HUPFER P (Hrsg.) *Climate of the 21st Century: Changes and Risks*: 278–282.
- BAIRLEIN F & HÜPPOP O (2004) Migratory Fuelling and Global Climate change. *Advances in Ecology Research* 35: 33–47.
- BALLA S (2009) Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP). *Texte 08/09*. Dessau-Roßlau, Sachsen-Anhalt, Deutschland: Umweltbundesamt.
- BANZHAF W (1936) Der Herbstvogelzug über der Greifswalder Oie in den Jahren 1931-1934 nach Arten, Alter und Geschlecht. *Dohrniana* 15: 60–115.
- 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 (2004) The North Sea regime shift: evidence, causes, mechanisms and consequences. *Progress in Oceanography* 60: 201–222.
- BEAUGRAND G (2009) Decadal changes in climate and ecosystems in the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Deep Sea Research II* 56: 656–673.
- BEAUGRAND G & REID PC (2003) Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. *Global Change Biology* 9: 1–17.
- BEAUGRAND G, BRANDER KM, LINDLEY JA, SOUISSI S & REID PC (2003) Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature* 426: 661–663.
- BELLEBAUM J, DIEDERICHS A, KUBE J, SCHULZ A & NEHLS G (2006) Flucht- und Meidedistanzen überwinternder Seetaucher und Meeressäuger gegenüber Schiffen auf See. *Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern, Tagungsband. 5. Deutsches See- und Küstenkolloquium*: 86–90.
- BELLEBAUM J, GRIEGER C, KLEIN R, KÖPPEN U, KUBE J, NEUMANN R, SCHULZ A, SORDYL H & WENDELN H (2008): Ermittlung artbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen. Abschlussbericht. Forschungsvorhaben des BMU (FKZ 0329948). Neu Broderstorf.
- BELLEBAUM J, BOCK C, GARTHE S, KUBE J, SCHILZ M & SONNTAG N (2010) Vorkommen des Gelbschnabeltauchers *Gavia adamsii* in der deutschen Ostsee. *Vogelwelt* 131: 179–184.
- BELLEBAUM J, KUBE J, SCHULZ A, SKOV H & WENDELN H (2014) Decline of Long-tailed Duck *Clangula hyemalis* numbers in the Pomeranian Bay revealed by two different survey methods. *Ornis Fennica* 9: 129 – 137
- BENKE H, BRÄGER S, DÄHNE M, GALLUS A, HANSEN S, HONNEF CG, JABBUSCH M, KÖBLITZ JK, KRÜGEL K, LIEBSCHNER A, NARBERHAUS I, VERFUß UK (2014) Baltic Sea Harbour Porpoise populations: status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series* 495: 275–290.
- BERNDT RK & BUSCHE G (1991) *Vogelwelt Schleswig-Holsteins. Bd. 3, Entenvögel I (Höckerschwan-Löffelente)*. Wachholtz Verlag, Neumünster.
- BERTHOLD P (2000) *Vogelzug - Eine aktuelle Gesamtübersicht*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 280 Seiten.
- 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.
- BEUSEKOM JEE VAN, 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: VON STORCH H, MEINKE I & CLAUßEN M (Hrsg.) *Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.
- BEZZEL E & PRINZINGER R (1990) *Ornithologie*. UTB Stuttgart. 552 Seiten.
- 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 „Seegraswiesen 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“.

(<http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/marine-biotope/Biototyp-Kies-Sand-Schillgruende.pdf>, Stand: 14.05.2013)

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.

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.

BIOCONSULT SH & CO KG (2015) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Fledermauszug, 1. Untersuchungsjahr Frühjahr + Herbst 2014, Husum, Juni 2015.

BIOCONSULT SH & CO KG (2016) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Rastvögel. 1. Untersuchungsjahr März 2014 – Februar 2015. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH und E.ON Climate & Renewables GmbH, Husum, Februar 2016.

BIOCONSULT SH & CO.KG (2017a) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Rastvögel. 2. Untersuchungsjahr März 2015 – Februar 2016. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH und E.ON Climate & Renewables GmbH, Husum, November 2017.

BIOCONSULT SH GMBH & CO.KG (2017b) OWP „Butendiek“ 1. Untersuchungsjahr der Betriebsphase Rastvögel. Berichtszeitraum: Juli 2015 bis Juni 2016. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Deutsche Windtechnik AG, Husum, April 2017.

BIOCONSULT SH GMBH & CO.KG (2018) OWP „Butendiek“ 2. Untersuchungsjahr der Betriebsphase Rastvögel. Berichtszeitraum: Juli 2016 bis Juni 2017. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Deutsche Windtechnik AG, Husum, Januar 2018.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004a) Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Studies No.12, Cambridge.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004b) Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, the Netherlands, BirdLife International.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2015) European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities.

BLEW J, DIEDERICHS A, GRÜNKORN T, HOFFMANN M & NEHLS G (2006) Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark. Status Report 2005 zum BMU F+E Vorhaben FKZ 0329963 und FKZ 0329963A.

BMU, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2012) (Hrsg.) Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. RICHTLINIE 2008/56/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Bonn.

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).



- BOCHERT R & ZETTLER ML (2004) Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25:498–502.
- BOSELTMANN A (1989) Entwicklung benthischer Tiergemeinschaften im Sublitoral der Deutschen Bucht. Dissertation Universität Bremen, 200 Seiten.
- BOYE P, DIETZ M & WEBER M (1999) Fledermäuse und Federmausschutz in Deutschland. – Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie.
- BRANDT MJ, BETKE K, DIEDERICH A & NEHLS G (2012) Effects of Offshore Pile Driving on Harbour Porpoises *Phocoena phocoena*. In: POPPER AN & HAWKINS A (2012) The Effect of Noise on aquatic life. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 730, Springer Science & Business.
- BRANDT M, DRAGON AC, DIEDERICH A, SCHUBERT A, KOSAREV V, NEHLS G, WAHL V, MICHALIK A, BRAASCH A, HINZ C, KETZER 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.
- 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.
- BRUDERER & BOLDT (2001) Flight characteristics of birds: I. Radar measurements of speeds. *Ibis* 143: 178-204.
- BSH, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (2009) Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) in der Nordsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, 537 Seiten.
- BSH, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (2012) Klimatologischer Eisatlas für die westliche und südliche Ostsee.
- BSH, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (2013) Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). 86 Seiten.
- BSH, BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (2017) Bundesfachplan Offshore für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone der Nordsee 2016/2017 und Umweltbericht. Hamburg/ Rostock, 130 & 206 Seiten.
- BURCHARD H & LASS HU (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 HU, MOHRHOLZ V, UMLAUF L, SELLSCHOPP J, FIEKAS V, BOLDING K & ARNEBORG L (2005) Dynamics of medium-intensity dens water plumes in the ArkonaBasin, Western Baltic Sea. *Ocean Dynamics*, 55, 391-402 (DOI: 10.1007/s10236-005-0025-2).
- CAMPHUYSEN CJ & GARTHE S (2000) Seabirds and commercial fisheries: population trends of piscivorous seabirds explained? In: *The Effects of Fishing on Non-target Species and Habitats* (Kaiser MJ & Groot de SJ, Hrsg), Seite 163–184. Blackwell Science, Oxford.
- CAMPHUYSEN CJ (2005) The return of the Harbour porpoise in Dutch coastal waters. *Lutra* 47: 135–144.
- 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*.
- CRICK HQP (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* 146 (Supplement1): 48–56.

- 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.
- DAAN N, BROMLEY PJ, HISLOP JRG & NIELSEN NA (1990) Ecology of North Sea fish. *Netherlands Journal of Sea Research* 26 (2–4): 343–386.
- DÄNHARDT 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.
- DAGYS M & ŽYDELIS R (2002). Bird bycatch in fishing nets in Lithuanian coastal waters in wintering season 2001–2002. *Acta Zoologica Lituonica* 12(3): 276–282.
- 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.
- DESHOLM M (2005) TADS investigations of avian collision risk at Nysted off shore wind farm, autumn 2004. Report from NERI, 27 Seiten.
- DESHOLM M & KAHLERT J (2005) Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Letters*, published online: Doi:10.1098/rsbl.2005.0336.
- DESHOLM M, CHRISTENSEN TK, SCHEIFFARTH G, HARIO M, ANDERSSON Å, ENS B, CAMPHUYSEN CJ, NILSSON L, WALTHO CM, LORENTSEN S-H, KURESOO A, KATS RKH, FLEET DM & FOX AD (2002) Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria m. mollissima*. *Wildfowl* 53: 167–203.
- DESHOLM M, FOX AD, BEASLEY PDL, & KAHLERT J (2006). Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis* 148: 76–89.
- 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.
- DIEDERICHS A, NEHLS G & PETERSEN IK (2002) Flugzeugzählungen zur großflächigen Erfassung von Seevögeln und marinen Säugern als Grundlage für Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich. *Seevögel* 23: 38–46.
- DIERSCHKE V, HÜPPOP O & GARTHE S (2003) Populationsbiologische Schwellen der Unzulässigkeit für Beeinträchtigungen der Meeresumwelt am Beispiel der in der deutschen Nord- und Ostsee vorkommenden Vogelarten. *Seevögel* 24: 61–72.
- DIETZ R, TEILMANN J, DAMSGAARD O & HENRIKSEN N (2003) Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. NERI Technical Report. 429. National Environmental Research Institute. Roskilde, Denmark. 44 Seiten.
- DURANT JM, HJERMANN 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, JENSEN FP & PIHL S (1994) Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. *Ornis Consult Copenhagen*.

- EDWARDS M & RICHARDSON AJ (2004) The impact of climate change on the phenology of the plankton community and trophic mismatch. *Nature* 430: 881-884.
- 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, 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, 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.
- EKLÖF J (2003) Vision in echolocating bats. Doctoral thesis, Zoology Department University of Göteborg, Sweden.
- ELLESTRÖM O (2002) Sjöfågelsträcket i östra Skåne. In: Arinder M & Erterius D (2002): *Fåglar i Skåne 2001*. Anser supplement nr 46: 99-105.
- ELLIOTT M, WHITFIELD AK, POTTER IC, BLABER SJ, CYRUS DP, NORDLIE FG, & HARRISON TD (2007) The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and Fisheries* 8(3): 241-268.
- 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 & CHRISTIANSEN C (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.
- ERDMANN F, BELLEBAUM J, KUBE J & SCHULZ A (2005) Verluste von See- und Wasservögeln durch die Fischerei unter besonderer Berücksichtigung der international bedeutsamen Rast-, Mauser- und Überwinterungsgebiete in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. In: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow, Germany, Seite 1-129.
- ERNI B, LIECHTI F, UNDERHILL LG & BRUDERER B (2002) Wind and rain govern the intensity of nocturnal bird migration in central Europe – a log-linear regression analysis. *Ardea* 90: 155-166.
- 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).
- EVANS PG, WEIR CR & NICE HE (1996) Temporal and spatial distribution of harbour porpoises in Shetland waters, 1990-95. *European Research on Cetaceans* 10: 234-237.
- 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.
- FLOETER J, VAN BEUSEKOM JEE, AUCH D, CALLIES U, CARPENTER J, DUDECK T, EBERLE S, ECKHARDT A, GLOE D, HÄNSELMANN K, HUFNAGL M, JANßEN S, LENHART H, MÖLLER KO, NORTH RP, POHLMANN T, RIETHMÜLLER R, SCHULZ S, SPREIZENBARTH S, TEMMING A, WALTER B, ZIELINSKI O & MÖLLMANN C (2017) Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Progress in Oceanography* 156: 154–173.
- FLYCKT G, HELLQUIST A, HOLMGREN T, HOLMQVIST N, LARSSON H, STRANDBERG R, SVANBERG T, SÖDERBERG P & ÖSTERBLAD P (2003) Fågelrapport 2002. In: SkOF. Fåglar I Skåne: 97–192.
- FLYCKT G, HELLQUIST A, HOLMGREN T, HOLMQVIST N, LARSSON H, STRANDBERG R, SVANBERG T, SÖDERBERG P & ÖSTERBLAD P (2004) Fågelrapport 2003. In: SkOF. Fåglar I Skåne: 89–192.
- FRANCO A, ELLIOTT M, FRANZOI P & TORRICELLI P (2008) Life strategies of fishes in European estuaries: the functional guild approach. *Marine Ecology Progress Series* 354: 219–228.
- FRANSSON T & PETTERSSON J (2001) Svensk ringmärkningsatlas. Vol. 1. Stockholm.
- 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 & HAHLEBECK 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.
- GALATIUS A, KINZE CC & TEILMANN J (2012) Population structure of harbour porpoises in the Baltic region: Evidence of separation based on geometric morphometric comparisons. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*.
- GALLUS A, DÄHNE M & BENKE H (2010) Monitoringbericht 2009-2010. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht Marine Säugetiere. Akustische Erfassung von Schweinswalen in der Ostsee. FTZ Westküste & Deutsches Meeresmuseum Stralsund. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN): Seite 35–56.
- GALLUS A, KRÜGEL K & BENKE H (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.
- GARTHE S (2000) Mögliche Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf See- und Wasservögel der deutschen Nord- und Ostsee. In: Merck T & von Nordheim H (Hrsg) Technische Eingriffe in marine Lebensräume. Workshop des Bundesamtes für Naturschutz, Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm, 27–29 Oktober 1999: BfN-Skripten 29: 113–119. Bonn/ Bad Godesberg.
- GARTHE S & HÜPPOP O (2004) Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index, *Journal of Applied Ecology* 41: 724-734.
- GARTHE S, HÜPPOP O & WEICHLER T (2002) Anleitung zur Erfassung von Seevögeln auf See von Schiffen. *Seevögel* 23 (2): 47–55.

GARTHE S, ULLRICH N, WEICHLER T, DIERSCHKE V, KUBETZKI U, KOTZERKA J, KRÜGER T, SONNTAG N & HELBIG AJ (2003) See- und Wasservögel der deutschen Ostsee. Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup. 170 Seiten.

GARTHE S, DIERSCHKE V, WEICHLER T & SCHWEMMER P (2004) Rastvogelvorkommen und Offshore-Windkraftnutzung: Analyse des Konfliktpotenzials für die deutsche Nord- und Ostsee. Abschlussbericht des Teilprojektes 5 im Rahmen des Verbundvorhabens "Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshorebereich (MINOS)". Forschungs- u. Technologiezentrum Westküste, Universität Kiel, Büsum.

GASSNER E, WINKELBRAND A & BERNOTAT D (2005) UVP – Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltverträglichkeitsprüfung. 476 Seiten.

GERLACH SA (2000) Checkliste der Fauna der Kieler Bucht und eine Bibliographie zur Biologie und Ökologie der Kieler Bucht. In: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg) Die Biodiversität in der deutschen Nord- und Ostsee, Band 1. Bericht BfG-1247, Koblenz. 376 Seiten.

GESSNER J, DEBUS L, FILIPIAK J, SPRATTE S, SKORA K & ARNDT GM (2000) Development of sturgeon catches in German and adjacent waters since 1980. Journal of Applied Ichthyology 15: 136–141.

GILL AB, GLOYNE-PHILLIPS I, NEAL KJ & KIMBER JA (2005) The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. Report to Collaborative Offshore Wind Research into the Environment (COWRIE) group, Crown Estates.

GILLES A, SCHEIDAT M & SIEBERT U (2004) Erfassung von Meeressäugtieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (EMSON) - Teilvorhaben: Erfassung von Meeressäugtieren -. interner Zwischenbericht 09/2004 für das Bundesamt für Naturschutz, Vilm. FKZ: 802 85 260.

GILLES A, HERR H, LEHNERT K, SCHEIDAT M, KASCHNER K, SUNDERMEYER J, WESTERBERG U & SIEBERT U (2007) MINOS+ Schlussbericht Teilvorhaben 2 – „Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee“.

GILLES A, HERR H, LEHNERT K, SCHEIDAT M & SIEBERT U (2008) Harbour porpoises – abundance estimates and seasonal distribution patterns. In: Wollny-Goerke K & Eskildesen K (Hrsg): Marine mammals and seabirds in front of offshore wind energy. MINOS- marine blooded animals in North and Baltic Seas. Teubner Verlag, Wiesbaden.

GILLES A & SIEBERT U (2009) Erprobung eines Bund-Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura2000-Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee (FFH-Berichtsperiode 2007-2012), Teilbericht Schweinswale.

GILLES A, PESCHKO V, SIEBERT U, GALLUS A, HANSEN S, KRÜGEL K, DÄHNE M & BENKE H (2011) Monitoringbericht 2010-2011. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW) & Deutsches Meeresmuseum Stralsund. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN).

GILLESPIE D, BROWN S, LEWIS T, MATTHEWS J, MCLANAGHAN R & MOSCROP A (2003) Relative abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic from acoustic and visual surveys. Annual Meeting of the European Cetacean Society, Tenerife, Spain.

GJOSAETER J, LEKVE K, STENSETH NC, LEINAAS HP, CHRISTIE H, DAHL E, DANIELSEN D, EDVARDSEN B, OLSGARD F, OUG E & PAASCHE E (2000) A long term perspective on the Chrysochromulina bloom on the Norwegian Skagerrak coast 1988: a catastrophe or an innocent incident? Marine Ecology Progress Series 207: 201–218.



- 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.
- GOSELCK 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.
- GOSELCK F & GEORGI F (1984) Benthic recolonization of the Lübeck Bight (Western Baltic) in 1980/1981. *Limnologica* 15: 407–414.
- GOSELCK 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.
- GOSELCK 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.
- GRAHAM KR & SEBENS KP (1996) The distribution of marine invertebrate larvae near vertical surfaces in the rocky subtidal zone. *Ecology* 77:933–949.
- GREEN M (2005) Flying with the wind – spring migration of Arctic breeding waders and geese over South Sweden. *Ardea* 92: 145–160.
- GREEN M & ALERSTAM T (2000) Flight speeds and climb rates of Brent Geese: mass-dependent differences between spring and autumn migration. *Journal of Avian Biology* 31: 215–225.
- GRENMYR U (2003) Kungsfågeln svåra år. *Vår Fågelvärld* 1: 6–10.
- GRÖGER JP, KRUSE GH & ROHLF N (2010) Slave to the rhythm: how large-scale climate cycles trigger herring (*Clupea harengus*) regeneration in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 67(3): 454–465.
- GUILLEMETTE M, LARSEN JK & CLAUSAGER I (1999) Assessing the impact of the Tunø Knob wind park on sea ducks: the influence of food resources. *Department of Coastal Zone Ecology*. Neri Technical Report No 263.
- GUTIERREZ M, SWARTZMAN G, BERTRAND A & BERTRAND S (2007) Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humboldt Current ecosystem, Peru, from 1983–2003. *Fisheries Oceanography* 16(2): 155–168.
- 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.
- HANSEN L (1954) Birds killed at lights in Denmark 1886–1939. *Videnskabelige meddelelser, Dansk Naturhistorisk Forening I København*, 116, 269–368.
- HARDEN JONES FR (1968) *Fish migration*. Edward Arnold, London.
- HARDER K (1996) Zur Situation der Robbenbestände. In: J. L. Lozan et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus der Ostsee*. Blackwell. Berlin. p. 236–242.
- HARDER K & SCHULZE G (1997) *Robben und Wale in der Wismar Bucht*. Meer und Museum, Stralsund.

- HARDER K & SCHULZE G (2001) Meeressäuger in der Darß-Zingster Boddenkette. Meer und Museum 16: 112–114.
- HASLØV & KJÆRSGAARD (2000): Vindmøller syd for Rødsand ved Lolland – vurderinger af de visuelle påvirkninger. SEAS Distribution A.m.b.A. Teil der Hintergrunduntersuchungen zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung.
- HAUPT H, LUDWIG G, GRUTTKE H, BINOT-HAFKE M, OTTO C & PAULY A (2009) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 1: Wirbeltiere. BfN, Bonn.
- HAYS CG, RICHARDSON AJ & ROBINSON C (2005) Climate change and marine plankton. Trends in Ecology and Evolution, Review 20: 337–344.
- HEATH MF & EVANS MI (2000) Important Bird Areas in Europe, Priority Sites for Conservation, Vol 1: Northern Europe, BirdLife International, Cambridge.
- HEATH MF, BORGGREVE C & PEET N (2000) European bird populations: estimates and trends. Cambridge, UK: BirdLife International, BirdLife Conservation Series No. 10.
- HEESSEN HJL, DAAN N & ELLIS JR (2015) Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea: based on international research-vessel surveys. Academic Publishers, Wageningen.
- HELCOM (2004) Phytoplankton biomass and species succession in the Gulf of Finland, Northern Baltic Proper and Arkona Basin in 2004. Indicators 2004, HELCOM.
- HELCOM (2006) Development of tools for assessment of eutrophication in the Baltic Sea. Baltic Sea Environm. Proc. No. 104.
- 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 (2013c) Red List Species, Species information Sheet Mammals – Harbour Porpoise, IUCN, 2016-2. *Phocoena phocoena* (Baltic Sea Population).
- HERRMANN C & KRAUSE JC (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.
- HIBY L & LOVELL P (1996) Baltic/North Sea aerial surveys. 11 Seiten.
- HIDDINK JG, JENNINGS S, KAISER MJ, QUEIRÓS AM, DUPLISEA DE & PIET GJ (2006) Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63(4): 721–736.
- 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, Seite 186–194.

HOLLAND RA & WIKELSKI M (2009) Studying the migratory behavior of individual bats: current techniques and future directions. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1324-1329.

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, MUETER FJ, OKEY TA, PECK MA, RADCHENKO VI, RICE JC, SCHIRRIPIA MJ, YATSU A & YAMANAKA Y (2013) Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 70:1023–1037.

HORCH P & KELLER V (2005) Windkraftanlagen und Vögel – ein Konflikt? Eine Literaturrecherche. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

HOUE ED (1987) Fish early life dynamics and recruitment variability. *American Fisheries Society Symposium* 2: 17–29.

HOUE ED (2008) Emerging from Hjort's Shadow. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 41: 53–70.

HÜPPOP K & HÜPPOP O (2002) Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil 1: Zeitliche und regionale Veränderungen der Wiederfundraten und Todesursachen auf Helgoland beringter Vögel (1909 bis 1998). *Die Vogelwarte* 41: 161–180.

HÜPPOP O & HÜPPOP K (2003) North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270: 233–240.

HÜPPOP O, DIERSCHKE J, EXO K-M, FREDRICH E. & HILL R (2005a) AP1 Auswirkungen auf den Vogelzug. In: OREJAS C, JOSCHKO T, SCHRÖDER A, DIERSCHKE J, EXO K-M, FREDRICH E, HILL R, HÜPPOP O, POLLEHNE F, ZETTLER ML, BOCHERT R (Hrsg) Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO) - Endbericht Juni 2005, Bremerhaven: Seite 7–160.

HÜPPOP O, BALLASUS H, FIEßER F, REBKE M & STOLZENBACH F (2005b) AWZ-Vorhaben: Analyse und Bewertungsmethoden von kumulativen Auswirkungen von Offshore-WKA auf den Vogelzug“; FKZ 804 85 004, Abschlussbericht

HÜPPOP O, DIERSCHKE J, EXO K-M, FREDRICH E & HILL R (2006) Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis* 148: 90–109.

HÜPPOP O, HILL R, HÜPPOP K & JACHMANN F (2009) Auswirkungen auf den Vogelzug. Begleitforschung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nordsee (FINOBIRD), Abschlussbericht.

HUTTERER R, IVANOVA T, MEYER-CORDS C & RODRIGUES L (2005) Bat Migrations in Europe. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 28, 180 Seiten.

HYDER K, WELTERSCHACH MS, ARMSTRONG M, FERTER K, TOWNHILL B, AHVONEN A, ARLINGHAUS R, BAIKOV A, BELLANGER M, BIRZAKS J, BORCH T, CAMBIE G, DE GRAAF M, DIOGO HMC, DZIEMIAN L, GORDOA A, GRZEBIELEC R, HARTILL B, KAGERVALL A, KAPIRIS K, KARLSSON M, RING KLEIVEN A, LEJK AM, LEVREL H, LOVELL S, LYLE J, MOILANEN P, MONKMAN G, MORALES-NIN B, MUGERZA E, MARTINEZ R, O'REILLY P, OLESEN HJ, PAPADOPOULOS A, PITA P, RADFORD Z, RADTKE K, ROCHE W, ROCKLIN D, RUIZ J, SCOUGAL C, SILVESTRI R, SKOV C, STEINBACK S, SUNDELÖF A, SVAGZDYS A, TURNBULL D, VAN DER HAMMEN T, VAN VOORHEES D, VAN WINSSEN F, VERLEYE T, VEIGA P, VØLSTAD J-H, ZARAUZ L, ZOLUBAS T, & STREHLOW HV (2017) Recreational sea fishing in Europe in a global context—Participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment. *Fish and Fisheries* 19: 225–243.

IBL UMWELTPLANUNG GMBH, BIOCONSULT SH GMBH & Co KG, IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2017) Cluster „Nördlich Helgoland“ Jahresbericht 2017. Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen für das Schutzgut Rastvögel. Unveröffentl. Gutachten i.A. der E.ON Climate & Renewables GmbH, innogy SE und WindMW GmbH, Oldenburg, Juni 2018.

IBL UMWELTPLANUNG GMBH, BIOCONSULT SH GMBH & Co KG, IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2018) Cluster „Nördlich Helgoland“ Jahresbericht 2017. Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen für das Schutzgut Rastvögel. Unveröffentl. Gutachten i. A. der E.ON Climate & Renewables GmbH, innogy SE und WindMW GmbH, Oldenburg, Juni 2018.

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, INTERNATIONALER RAT FÜR MEERESFORSCHUNG WGEXT (2004) Report of the Study Group to Review Ecological Quality Objectives for Eutrophication. ICES Advisory Committee on Ecosystems. ICES CM 2004/ACE: 04 Ref. ACME, C, E.

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 DATABASE OF TRAWL SURVEYS (DATRAS), Extraction date 12 March 2018. International Bottom Trawl Survey (IBTS) data 2016–2018; <http://datras.ices.dk>. ICES, Copenhagen.

IFAF, INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FORSCHUNG GMBH (2004) Fachgutachten Fischbiologische Beschreibung & Bewertung des Projektes „Hochsee Windpark Nordsee“ der EOS Offshore AG. 30.08.2004.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2005a) Gutachtlicher Vorschlag zur Identifizierung, Abgrenzung und Beschreibung sowie vorläufigen Bewertung der zahlen- und flächenmäßig geeigneten Gebiete zur Umsetzung der Richtlinie 79/409/EWG in den äußeren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des LUNG M-V, Broderstorf.

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 INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (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 (2013) Fachgutachten „Benthos“ zum Offshore-Windpark „Windanker“. Bericht über die Basisaufnahme. Betrachtungszeitraum Herbst 2011 / Frühjahr 2012 / Herbst 2012 / Frühjahr 2013. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag von Iberdrola Renovables Deutschland GmbH. 108 Seiten.

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 INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2016) Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) 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. 650 Seiten.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2016a) Fachgutachten Avifauna zur Bauphase des OWP „EnBW Baltic 2“. Betrachtungszeitraum: August 2013 bis März 2015, Neu Brodersdorf, März 2016. Unveröffentlichtes Gutachten des Instituts für Angewandte Ökologie im Auftrag der EnBW Baltic 2 S.C.S.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2016b) Fachgutachten Zugvögel für das Offshore-Windparkprojekt „EnBW Baltic 2“. Monitoring zu Interims- u. Betriebsphase, 1. Untersuchungsjahr. Betrachtungszeitraum: April 2015 bis Mai 2016, Neu Brodersdorf, Oktober 2016. Unveröffentlichtes Gutachten des Instituts für Angewandte Ökologie im Auftrag der EnBW Baltic 2 S.C.S.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2017) Fachgutachten Schutzgut „Rastvögel“ für das 2. UJ Betriebsmonitoring OWP „DanTysk“ und Baumonitoring OWP „Sandbank“ im Windpark-Cluster „Westlich Sylt“ Betrachtungszeitraum: Januar 2016 – Dezember 2016. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der DanTysk Offshore Wind GmbH & Co.KG und Sandbank Offshore Wind GmbH c/o Vattenfall Europe Windkraft GmbH, Hamburg, Juli 2017.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2018a) Fachgutachten Seevögel zu Betriebsphase des OWP „EnBW Baltic 2“. Betrachtungszeitraum: April 2015 bis Juni 2017 (Betriebsphase 1. UJ, 2. UJ, inklusive Interimsphase). Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der EnBW Baltic 2 S.C.S., Rostock, März 2018.

IFAÖ INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG GMBH (2018b) Fachgutachten Schutzgut „Rastvögel“ für das 3. UJ Betriebsmonitoring OWP „DanTysk“ und das Bau- und Betriebsmonitoring OWP „Sandbank“ im Windpark-Cluster „Westlich Sylt“ Betrachtungszeitraum: Januar 2017 – Dezember 2017. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der DanTysk Offshore Wind GmbH & Co.KG und Sandbank Offshore Wind GmbH c/o Vattenfall Europe Windkraft GmbH, Hamburg, August 2018.

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.

IUCN (2008) Cetacean update of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species.

IWC – INTERNATIONAL WHALING COMMISSION (2000) Report of the Scientific Committee, Annex O. Report of the IWC-ASCOBANS working group on harbour porpoises. Journal of Cetacean Research and Management 2 (Suppl.): 297–304.

JANSSEN F, SCHRUM C & BACKHAUS JO (1999) A Climatological Data Set of Temperature and Salinity for the Baltic Sea and the North Sea, German Journal of Hydrography (Supplement 9), 245 Seiten.

JENSEN J & MÜLLER-NAVARRA SH (2008) Storm surges on the German Coast. Die Küste 74: 92–124.

JOHNSON G (2004) A review of bat impacts at wind farms in the US. Proceedings of the Wind Energy and Birds / Bats Workshop: Understanding and Resolving Bird and Bat Impacts, Washington D.C., Sept. 2004.

KAHLERT J, PETERSEN IK, FOX AD, DESHOLM M & CLAUSAGER I (2004) Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rødsand-Annual status report 2003: Report request. Commissioned by Energi E2 A/S.



- 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.
- KARLSSON L (1992) Falsterbo ur fågelperspektiv. Anser, supplement 32.
- KARLSSON O & HELANDER B (2005) Development of the Swedish Baltic grey seal stock 1990-2004. Abstract. Symposium on the biology and management of seals in the Baltic Area. 15-18 February 2005, Helsinki, Finland, 21 Seiten.
- KASCHNER K (2003) Review of small cetacean bycatch in the ASCOBANS area and adjacent waters—current status and suggested future actions. Report to ASCOBANS, 122 Seiten.
- KASCHNER K (2001) Harbour porpoises in the North Sea and Baltic - bycatch and current status. Report for the Umweltstiftung WWF - Deutschland; 82 Seiten.
- KETTEN DR (2002) Marine mammal auditory systems: a summary of audiometric and anatomical data and implications for underwater acoustic impacts. *Polarforschung*, 72 (2/3): 79–92.
- KING M (2013) Fisheries Biology, assessment and management. John Wiley & Sons.
- KINZE CC (1990) Chapter 6: The behaviour of freeranging harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in inner Danish waters. PhD. University of Copenhagen. 39 pp.
- KLOPPMANN MHF, BÖTTCHER, U, DAMM U, EHRLICH 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.
- 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.
- KÖSTER FW, MÖLLMANN C, HINRICHSSEN HH, WIELAND K, TOMKIEWICZ J, KRAUS G, VOSS R, MAKARCHOUK A, MACKENZIE BR, ST. JOHN MA, SCHNACK D, ROHLF N, LINKOWSKI T, BEYER JE (2005). Baltic cod recruitment—the impact of climate variability on key processes. *ICES Journal of marine science* 62(7): 1408–1425.
- KOOP B (2005) Engpass im europäischen Vogelzug. Feste Fehmarnbelt-Querung. *Betrifft: Natur* 1:10–11.
- KOSCHINSKI S (2002) Ship collisions with whales. Information document presented at the eleventh meeting of the CMS scientific council. 14-17 September 2002, Bonn/Germany. UNEP/ScC11/Inf.7. 19 Seiten.
- 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 & HUKRIEDE W (1990) Otter Trawl Tracks in Kiel Bay (Western Baltic) Mapped by Side-Scan Sonar. *Meeresforschung* 32: 344–353.
- KRÜGER T & GARTHE S (2001) Flight altitude of coastal birds in relation to wind direction and speed, Atlantic Seabirds 3: 203–216.
- KUBE J & STRUWE B (1994) Die Ergebnisse der Limikolenzählungen an der südwestlichen Ostseeküste 1991.
- KUBETZKI U, GARTHE S & HÜPPOP O (1999) The diet of common gulls *Larus canus* breeding on the German North Sea Coast. *Atlantic Seabirds* 1: 57–70.
- 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.
- KULLINCK U & MARHOLD S (1999) Abschätzung direkter und indirekter biologischer Wirkungen der elektrischen und magnetischen Felder des Eurokabel/ Viking Cable HGÜ-Bipols auf Lebewesen der Nordsee und des Wattenmeeres. Studie im Auftrag von Eurokabel/Viking Cable: 99 Seiten.
- KVITTEK R & BRETZ C (2005) Shorebird foraging behaviour, diet and abundance vary with harmful algal bloom toxin concentrations in invertebrate prey. *Marine Ecology Progress Series* 293: 303–309.
- LANDMANN R VON & ROHMER G (2018) *Umweltrecht Band I – Kommentar zum UVPG*. München: C.H. Beck.
- LANGE W, MITTELSTAEDT E & KLEIN H (1991) Strömungsdaten aus der westlichen Ostsee. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Reihe B, Nr. 24*, 129 Seiten.
- LASS HU (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. Seite 121–130.
- LAUSTEN M & LYNGS P (2004) *Trækfugle på Christiansø 1976-2001*. Christiansø Naturvidenskabelige Feltstation.
- LEDER A (2003) Gutachterliche Stellungnahme zur Thematik: Beeinflussung der Wasserströmung durch einen Offshore-Windpark im Arkonabecken Südost. Institut für Maritime Systeme und Strömungstechnik, Universität Rostock.
- 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.
- LIECHTI F & BRUDERER B (1998) The relevance of wind for optimal migratory theory. *Journal of Avian Biology* 29: 561–568.
- LIECHTI F, KLAASEN M & BRUDERER B (2000) Predicting migratory flight altitudes by physiological migration models. *The Auk* 117: 205–214.

- LUCKE K, SUNDERMEYER J & SIEBERT U (2006) MINOSplus Status Seminar, Stralsund, Sept. 2006, Präsentation.
- LUCKE K, LEPPER PA, BLANCHET M-A & SIEBERT U (2007a) Testing the auditory tolerance of harbour porpoise hearing for impulsive sounds. Posterpräsentation auf der internationalen Fachkonferenz: „Effects of Noise on Aquatic Life“, Nyborg 2007.
- LUCKE K, LEPPER PA, HOEVE B, EVERAARTS E, VAN ELK N & SIEBERT U (2007b) Perception of lowfrequency acoustic signals by a harbour porpoise in the presence of simulated offshore 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 Acoustic Society of America* 125(6): 4060–4070.
- LUDWIG A, DEBUS L, LIECKEFELD D, WIRING I, BENECKE N, JENCKENS I, WILLIOT P, WALDEMANN JR & PITRA C (2002) When the American sea sturgeon swam east. *Nature* 419: 447–448.
- LYNAM CP, HAY SJ & BRIERLEY AS (2004) Interannual variability in abundance of North Sea jellyfish and links to the North Atlantic Oscillation. *Limnology and Oceanography* 49: 637–643.
- 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.
- MAKSIMOV Y (2004) The “revival” of the twaite shad (*Alosa fallax*, Lacepede 1803) population in the Curonian Lagoon. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 1 (161): 61–62.
- MARHOLD S & KULLNICK U (2000) Direkte oder indirekte biologische Wirkungen durch magnetische und/ oder elektrische Felder im marinen (aquatischen) Lebensraum. Überblick über den derzeitigen Erkenntnisstand. Teil II: Orientierung, Navigation, Migration. In: *BfN-Skripten* 29:19–30.
- MARILIM (2016) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Adlergrund“. Fachgutachten Benthos, 1. Untersuchungsjahr März 2014 bis Februar 2015, 147 Seiten.
- MARKONES N & GARTHE S (2009) Erprobung eines Bund/Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura2000-Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee FFH-Berichtsperiode 2007-2012). Teilvorhaben Seevogel, FTZ Büsum. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN)
- MARKONES N & GARTHE S (2011) Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht Seevogel. Monitoring 2010/2011 – Enderbericht, FTZ Büsum. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- MARKONES N, SCHWEMMER H & GARTHE S (2013) Seevogel-Monitoring 2011/2012 in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- MARKONES N, GUSE N, BORKENHAGEN K, SCHWEMMER H & GARTHE S (2014) Seevogel-Monitoring 2012/2013 in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- MARKONES N, GUSE N, BORKENHAGEN K, SCHWEMMER H & GARTHE S (2015) Seevogel-Monitoring 2014 in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN).
- MEIER HEM, BROMAN B & KJELLSTRÖM E (2004) Simulated sea levels in past and future Climates of the Baltic Sea. *Climate Research* 27: 59–75.

MEINIG H, BOYE P & HUTTERER R (2008) Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. In: HAUPT H, LUDWIG G, GRUTTKE H, BINOT-HAFKE M, OTTO C & PAULY A (Hrsg) (2009) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1): 115–153.

MEISSNER K, BOCKHOLD J & SORDYL H (2007) Problem Kabelwärme? – Vorstellung der Ergebnisse von Feldmessungen der Meeresbodentemperatur im Bereich der elektrischen Kabel im dänischen Offshore-Windpark Nysted Havmøllepark. Vortrag auf dem Meeresumweltsymposium 2006, CHH Hamburg.

MENDEL B, SONNTAG N, WAHL J, SCHWEMMER P, DRIES H, GUSE N, MÜLLER S & GARTHE S (2008) Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 59, 437 Seiten.

MENDEL B, SONNTAG N, SOMMERFELD J, KOTZERKA J, MÜLLER S, SCHWEMMER H, SCHWEMMER P & GARTHE S (2015) Untersuchungen zu möglichem Habitatverlust und möglichen Verhaltensänderungen bei Seevögeln im Offshore-Windenergie-Testfeld (TESTBIRD). Schlussbericht zum Projekt Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus). BMU Förderkennzeichen 0327689A/FTZ3. 166 Seiten.

MEYERLE R & WINTER C (2002) Hydrografische Untersuchungen zum Offshore-Windpark SKY 2000. Im Auftrag der 1. SHOW VG.

MIELKE L, SCHUBERT A, HÖSCHLE C & BRANDT M (2017) Umweltmonitoring im Cluster „Westlich Austerngrund“, Fachgutachten Meeressäuger, 2. Untersuchungsjahr, März 2015 bis Februar 2016.

MIESKE B (2003) Bericht über die 510. Reise des FFK „Solea“ vom 13.06 bis 28.06.2003. Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BfA). Homepage 6 Seiten.

MIESKE B (2006) Bericht über die 558. Reise des FFS „Solea“ vom 12.06 bis 23.06.2006. Untersuchungen zur demersalen Fischfauna in den für Naturschutz bedeutsamen Gebieten vor der deutschen Ostseeküste mittels Grundschnetz. Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BfA). Homepage 13 Seiten.

MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND REGIONAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF LATVIA (2014) Agreement on the Conservation of bats in Europe - Report on the implementation of the agreement in Latvia 2010-2014. Inf. EUROBATS.MoP7.24.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, FINLAND (2014) Agreement on the conservation of bats in Europe – National implementation report of Finland. Inf.EUROBATS.MoP7.17.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, POLAND (2014) Agreement on the conservation of populations of European bats (EUROBATS) – National report on the implementation of the Agreement's resolutions prepared for 7th meeting of the parties in Brussels from 15th to 17th September 2014. Inf. EUROBATS.MoP7.34.

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.

MÖBIUS K & HEINCKE F (1883) Die Fische der Ostsee. Kiel: 206 Seiten.

MOHRHOLZ V, NAUMANN M, NAUSCH G, KRÜGER S, GRÄWE U (2015) Fresh oxygen for the Baltic Sea – An exceptional saline inflow after a decade of stagnation. – Journal of Marine Systems 148 152–166, doi: 10.1016/j.jmarsys.2015.03.005.

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.

- MORA C, TITTENSOR DP, ADL S, SIMPSON AGB, WORM B (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? PLoS Biol 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127.
- MOYLE PB & CECH JJ (2000) Fishes. An Introduction to Ichthyology. 4th Ed., Prentice Hall: 1-612.
- MÜLLER HH (1981) Vogelschlag in einer starken Zugnacht auf der Offshore-Forschungsplattform „Nordsee“ im Oktober 1979. Seevögel 2: 33–37
- 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
- NAUSCH G, NAUMANN M, UMLAUF L, MOHRHOLZ V, SIEGEL H (2016) Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2015. – Meereswissenschaftliche Berichte, Warnemünde, 101, in prep, doi: 10.12754/msr-2016-0101.
- NEHLS HW & ZÖLLICK Z (1990) The moult migration of the Common Scoter (*Melanitta nigra*) off the coast of the GDR. Baltic Birds 5 (Proceedings) Vol. 2: 36-46.
- NELLEN W & THIEL R (1995) Fische. In: RHEINHEIMER G (Hrsg.) Meereskunde der Ostsee. 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 189–196.
- 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. GPEPER-MON-100-080400EN.
- NORD STREAM 2 (2017) Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für den Bereich von der seeseitigen Grenze der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) bis zur Anlandung.
- 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.
- ÖBERG J (2016) Cyanobacteria blooms in the Baltic Sea. 2016: HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets 2016. Online. [Date Viewed], <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-factsheets/eutrophication/cyanobacterial-blooms-in-the-baltic-sea/>
- OEBERST R, KLENZ B, GRÖHSLER T, DICKEY-COLLAS M, NASH RDM & ZIMMERMANN C (2009). When is year-class strength determined in western Baltic herring? ICES Journal of Marine Science, 66(8), 1667–1672.
- OECOS GMBH (2012) Umweltverträglichkeitsstudie zum Offshore-Windpark Baltic Eagle, September 2012, Hamburg.
- OECOS GMBH (2015) Abschlussbericht nach Beendigung des zweiten Jahresganges der ökologischen Untersuchungen zum Offshore-Windpark Baltic Eagle – Aktualisierte Umweltverträglichkeitsstudie-Hamburg, März 2015.
- ÖHMAN MC, SIGRAY P & WESTERBERG H (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. AMBIO: A journal of the Human Environment, 36(8), 630–633.
- 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.
- ÖSTERBLOM H, OLSSON O, BLENCKNER T & FURNESS RW (2008) Junk-food in marine ecosystems. Oikos 117(7): 967–977.



- 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.
- PAINTING SJ, DEVLIN MJ, ROGERS SI, MILLS DK, PARKER ER & REES HL (2005) Assessing the suitability of OSPAR EcoQOs for eutrophication vs ICES criteria for England and Wales. *Marine pollution bulletin* 50(12): 1569–1584.
- PANOV VE, KRYLOV PI & RICCARDI N (2004) Role of diapause in dispersal and invasion success by aquatic invertebrates. *Journal of Limnology* 63: 56–69.
- 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.
- PETERSONS G (2004) Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). *Myotis* 41(42): 29–56.
- PETTERSSON J (2005) The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Kalmar Sound, Sweden—A final report based on studies 1999 –2003. At the request of the Swedish Energy Agency. A reference group collaboration with its principal centre at The Department of Animal Ecology, Lund University. 125 Seiten.
- PFEIFER G (1974) Schleswig-Holstein als Schlüsselpunkt des Vogelzuges zwischen Nord und Süd, Ost und West. Schmidt GAJ & Brehm K: *Vogelleben zwischen Nord-und Ostsee*, Neumünster.
- 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.
- PGU, PLANUNGSGEMEINSCHAFT UMWELTPLANUNG OFFSHORE WINDPARK (2013) HVAC- Netzanbindung OWP Butendiek. Umweltfachliche Stellungnahme: Gefährdung der Meeresumwelt / Natura 2000-Gebietsschutz / Artenschutz.
- POSTEL L (2005) Zooplankton: BLMP-Bericht, Meeresumwelt 1999-2002, Bund-Länder Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee, S. 237–243.
- POTTER IC, TWEEDLEY JR, ELLIOTT M & WHITFIELD AK (2015) The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries* 16(2): 230–239.
- PRANGE H (2005) The status of the Common crane (*Grus grus*) in Europe-breeding, resting, migration, wintering, and protection.
- PRENA J, GOSSELCK F, SCHROEREN V & VOSS J (1997) Periodic and episodic benthos recruitment in south-west 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 385 Seiten.

RACHOR E, ARLT G, BICK A, BÖNSCH R, GOSELCK 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 & PRETSCHER P (Bearb.), 1998: Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. - Schr.-R. Landschaftspf. Natursch. 55: 290–300.

RACHOR E, BÖNSCH R, BOOS K, GOSELCK F, GROTHJAHN M, GÜNTHER C-P, GUSKY M, GUTOW L, HEIBER W, JANTSCHIK P, KRIEG H-J, KRONE R, NEHMER P, REICHERT K, REISS H, SCHRÖDER A, WITT J & ZETTLER 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

RAUTENBERG W (1956) Über den Verlauf des Vogelzuges im Raum von Rügen, Beiträge zur Vogelkunde 6: 257–267.

READ AJ (1999) Handbook of marine mammals. Academic Press.

REID PC, LANCELOT C, GIESKES WWC, HAGMEIER E & WEICHART G (1990) Phytoplankton of the North Sea and its dynamics: a review. Netherlands Journal of Sea Research, 26(2-4): 295–331.

REIJNDERS PJH (1992) Harbour porpoises *Phocoena phocoena* in the North Sea: numerical responses to changes in environmental conditions. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 26: 75–85.

REMANE A (1934) Die Brackwasserfauna. Zoolischer Anzeiger (Suppl) 7: 34–74.

REMANE A (1955) Die Brackwasser-Submergenz und die Umkomposition der Coenosen in Belt-und Ostsee, Kieler Meeresforschung.

REMANE A (1958) Ökologie des Brackwassers. In: REMANE A & SCHLIEPER C (Hrsg) Die Biologie des Brackwassers. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1–216.

REMMERT H (1968) Über die Besiedlung des Brackwasserbeckens der Ostsee durch Meerestiere unterschiedlicher ökologischer Herkunft, Oecologia 1: 296–303.

REPECKA R (1999) Biology and resources of the main commercial fish species in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. Proceedings of Symposium on Freshwater Fish and the Herring (*Clupea harengus*) Populations in the Coastal Lagoons – Environment and Fisheries. Sea Fisheries Institute, Gdynia (Poland): 185–195.

REPECKA R (2003) Changes in the biological indices and abundance of salmon, sea trout, smelt, vimba and twaite shad in the coastal zone of the Baltic Sea and the Curonian Lagoon at the beginning of spawning migration. Acta Zoologica Lituania 13 (2): 195–216.

RHEINHEIMER G (Hrsg) (1996) Meereskunde der Ostsee. Springer Heidelberg, 338 Seiten.

RICHARDSON JW (2002) Marine mammals versus seismic and other acoustic surveys: Introduction to the noise issue. Polarforschung, 72 (2/3): 63–67.

ROBINSON RA, LEARMONTH JA, HUTSON AM, MACLEOD CD, SPARKS TH, LEECH DI, PIERCE GJ, REHFISCH MM & CRICK HQP (Hrsg), 2005: Climate changes and migratory species. BTO Research Report 414, 312 Seiten.

RUBSCH S & KOCK KH (2004) German part-time fishermen in the Baltic Sea and their by-catch of harbour porpoise. ASCOBANS information document. ac11-doc10. ASCOBANS. Bonn, Germany. 12 Seiten.

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 Seiten.

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.

SAMBAH (2014) Heard but not seen: Sea-scale passive acoustic survey reveals a remnant Baltic Sea Harbour Porpoise population that needs urgent protection. Non-technical report. Static Acoustic Monitoring of the Baltic Harbour Porpoise. LIFE 08 NAT/S/000261, SAMBAH.

SAMBAH (2016) Potential breeding area revealed for the critically endangered Baltic Sea Harbour Porpoise. Press Release on 10th Dec 2014 from the SAMBAH project. LIFE 08 NAT/S/000261, SAMBAH.

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, Seite 77–114.

SCHEIDAT M, GILLES A, KOCK KH & SIEBERT U (2008) Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) abundance in the southwestern Baltic Sea. *Endangered Species Research* 5: 215–223.

SCHEIDAT M, TOUGAARD J, BRASSEUR S, CARSTENSEN J, VAN POLANEN-PETEL T, TEILMANN J & REIJNDERS P (2011) Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6.

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.

SCHIRMEISTER B (2003) Verluste von Wasservögeln in Stellnetzen der Küstenfischerei – das Beispiel der Insel Usedom. *Meer und Museum*, 17, 160–166.

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.

SCHRÖDER A, GUTOW L, JOSCHKO T, KRONE R, GUSKY M, PASTER M & POTTHOFF M (2013) Benthosökologische Auswirkungen von Offshore-Windenergieparks in der Nordsee (BeoFINO II). Abschlussbericht zum Teilprojekt B "Benthosökologische Auswirkungen von Offshore-Windenergie-parks in Nord und Ostsee. Prozesse im Nahbereich der Piles". BMU Förderkennzeichen 0329974B. hdl:10013/epic.40661.d001.

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.

SCHULZE G (1996) Die Schweinswale. Westarp Wissenschaften. Magdeburg. 191 Seiten.

SCHULZ-OHLBERG J, LEMKE W & TAUBER F (2002) Tracing Dumped Chemical Munitions in Pomeranian Bay (Baltic Sea) at Former Transport Routes to the Dumping Areas off Bornholm Island. In: MISSIAEN T & HENRIET

J-P (Hrsg) Chemical Munition Dump Sites in Coastal Environments. Belgian Ministry of Social Affairs, Public Health and Environment, 43–51.

SCHWARZ J, HARDER K, VON NORDHEIM H & DINTER W (2003) Wiederansiedlung der Ostseekegelrobbe (*Halichoerus grypus balticus*) an der deutschen Ostseeküste. *Angewandte Landschaftsökologie* 54. 1–206.

SCHWEMMER P, MENDEL B, SONNTAG N, DIERSCHKE V & GARTHE S (2011) Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: Implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications* 21/5: 1851–1860. DOI: 10.2307/23023122.

SEEBENS A, FUß A, ALLGEYER P, POMMERANZ H, MÄHLER M, MATTHES H, GÖTTSCHE M, GÖTTSCHE M, BACH L & PAATSCH C (2013) Fledermauszug im Bereich der deutschen Ostseeküste. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie.

SGFEN (2001) Incidental catches of small cetaceans. Report of the meeting of the subgroup on fishery and the environment (SGFEN) of the Scientific, Technical and Economic Committee for fisheries (STECF), Brussels, 10- 14 December 2001. SEC (2002) 376. 83 Seiten.

SHUMWAY SE, ALLEN SM & BOERSMA PD (2003) Marine birds and harmful algal blooms: sporadic victims or under-reported events? *Harmful Algae* 2(1): 1–17.

SIEBERT U, GILLES A, LUCKE K, LUDWIG M, BENKE H, KOCK KH & SCHEIDAT M (2006). A decade of harbour porpoise occurrence in German waters—analyses of aerial surveys, incidental sightings and strandings. *Journal of Sea Research* 56(1): 65–80.

SIEGEL H, GERTH M & MUTZKE A (1999) Dynamics of the Oder river plume in the Southern Baltic Sea: salt-ellite data and numerical modelling. *Continental Shelf Research* 19: 1143–1159.

SKIBA R (2003) Europäische Fledermäuse: Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Westarp Wissenschaften-Verlags GmbH, Hohenwarsleben.

SKORA ME (2003) Charakterytyka populacji parposza *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) z rejonu Zatoki Gdanskiej. Magisterwork, Uniwersytet Gdanski: 85 Seiten.

SKOV H, DURINCK J, LEOPOLD MF & TASKER ML (1995) Important bird areas for seabirds in the North Sea including the Channel and the Kattegat. BirdLife International, Cambridge.

SKOV H, CHRISTENSEN KD, JACOBSEN EM, MEISSNER J & DURINCK J (1998) Birds and marine mammals. Base-line investigation. Fehmarn Belt Feasibility Study coast-to-coast investigations of environmental impact. Technical note, phase 2. COWI-Lahmeyer. Report-no. 27774C-E-N-11-1.

SKOV H, HEINÄNEN S, ŽYDELIS R, BELLEBAUM J, BZOMA S, DAGYS M, DURINCK J, GARTHE S, GRISHANOV G, HAR-IO M, KIECKBUSCH JJ, KUBE J, KURESOO A, LARSSON K, LUIGUJÖE L, MEISSNER W, NEHLS HW, NILSSON L, PE-TERSEN IK, MIKKOLA ROOS M, PIHL S, SONNTAG N, STOCK A, STIPNIECE A & WAHL J (2011) Waterbird popula-tions and pressures in the Baltic Sea. – TemaNord 550.

SKOV H, HEINÄNEN S, ŽYDELIS R, BELLEBAUM J, BZOMA S, DAGYS M, DURINCK J, GARTHE S, GRISHANOV G, HAR-IO M, KIECKBUSCH JJ, KUBE J, KURESOO A, LARSSON K, LUIGUJOE L, MEISSNER W, NEHLS HW, NILSSON L, PE-TERSEN IK, MIKKOLA-ROOS M, PIHL S, SONNTAG N & STIPNIECE A (2015) Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

SKOV H, HEINÄNEN S, NORMAN T, WARD RM, MÉNDEZ-ROLDÁN S & ELLIS I (2018) ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final report – April 2018. The Carbon Trust. United Kingdom. 247 Seiten.

SMOLCZYK U (2001) Grundbau Taschenbuch Teil 2, Geotechnische Verfahren: Anhaltswerte zur Wärmeleit-fähigkeit wassergesättigter Böden. Ernst & Sohn-Verlag, Berlin.

- SOMMER A (2005) Vom Untersuchungsrahmen zur Erfolgskontrolle. Inhaltliche Anforderungen und Vorschläge für die Praxis von Strategischen Umweltprüfungen, Wien.
- SOMMER U, ABERLE N, ENGEL A, HANSEN T, LENGFELLNER K, SANDOW M, WOHLERS J, ZÖLLNER E & RIEBESELL U (2007) An indoor mesocosm system to study the effect of climate change on the late winter and spring succession of Baltic Sea phyto-and zooplankton. *Oecologia* 150(4), 655–667.
- SONNTAG N (2010). Investigating a seabird hotspot: factors influencing the distribution of birds in the southern Baltic Sea (Doctoral dissertation, Christian-Albrechts Universität Kiel).
- SONNTAG N, MENDEL B & GARTHE S (2006) Die Verbreitung von See- und Wasservögeln in der deutschen Ostsee im Jahresverlauf. *Vogelwarte* 44: 81–122.
- 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.
- SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2006) Agreement on the conservation of bats in Europe – National implementation report from Sweden 2006. Inf. EUROBATS.MoP5.40.
- TARDENT P (1993) *Meeresbiologie. Eine Einführung*. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 305 Seiten.
- TAUBER F (2012) *Meeresbodensedimente in der deutschen Ostsee*. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- TEILMANN J & HEIDE-JORGENSEN MP (2001) Sæler i Østersøen, Kattegatt og Limfjorden 2000. - In: LAURSEN K (Hrsg.) *Overvågning af fugle, sæler og planter 1999-2000, med resultater fra feltstationerne*. Faglig rapport fra DMU nr. 350: 1–103.
- TEILMANN J, TOUGAARD J & CARSTENSEN J (2004) Effects of the Nysted Offshore windfarm construction on harbour porpoises- comparisons with Horns Reef. *Workshop on Offshore Wind Farms and the Environment*, 21–22 Sept. 2004, Billund, DK, Presentation.
- TEILMANN J, SVEEGAARD S & DIETZ R (2011) Status of a harbour population - evidence for population separation and declining abundance. In: Sveegaard, S., 2010: *Spatial and temporal distribution of harbour porpoises in relation to their prey*. PhD Thesis.
- THAMM R, SCHERNEWSKI G, WASMUND N & NEUMANN T (2004) Spatial phytoplankton pattern in the Baltic Sea, *Coastline Reports*, 4. 85–109.
- THIEL R & WINKLER HM (2007) Erfassung von FFH-Anhang II-Fischarten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee (ANFIOS). Endbericht über das F&E-Vorhaben, FKZ: 803 85 220.
- THIEL R, WINKLER HM & URHO L (1996) Zur Veränderung der Fischfauna. In: LOZÁN JL, LAMPE R, MATTHÄUS W, RACHOR E, RUMOHR H & VON WESTERNHAGEN H (Hrsg) *Warnsignale aus der Ostsee*, Verlag Paul Parey, Berlin: 181–188.
- THIEL R, RIEL P, NEUMANN R, WINKLER HM, BÖTTCHER U & GRÖHSLER T (2007) Return of twaite shad *Alosa fallax* (Lacépède, 1803) to the Southern Baltic Sea and the transitional area between the Baltic and North Seas. *Hydrobiologia* 602(1): 161–177.



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 (Elassobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (2): 11–76.

THIELE R (2005) A review of 30 years FWG transmission loss measurements in the Baltic. Proceedings of the International Conference "Underwater Acoustic Measurements: Technologies & Results" Heraklion, Crete, Greece, 2005.

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.

TISCHLER W (1993) Einführung in die Ökologie. (4. Aufl.) Fischer Stuttgart.

TOLLIT DJ, BLACK AD THOMPSON PM, MACKAY A, CORPE HM, WILSON B, VAN PARIJS SM, GRELLIER K & PARLANE S (1998) Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. Journal of Zoology 244: 209–222.

TRESS J, TRESS C, SCHORCHT W, BIEDERMANN M, KOCH R & IFFERT D (2004) Mitteilungen zum Wanderverhalten der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) und der Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) aus Mecklenburg. – Nyctalus (N. F.) 9: 236–248.

UBA (2004) Studie zur Ermittlung von Hintergrundwerten bzw. der natürlichen Variabilität von chemischen und biologischen Messgrößen im Meeresmonitoring; UBA Texte 38/04; ISSN 0722-186X; Seite 45–46.

VARANASI U (1989) Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment. CRC Press Inc. Boca Raton. Florida.

VAUK G & PRÜTER J (1987) Möwen. Niederelbe-Verlag, Otterndorf.

VELASCO F, HEESSEN HJL, RIJNSDORP A & DE BOOIS I (2015) 73. Flatfishes (Pleuronectidae). 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 429–446.

VERFUSS UK, JABBUSCH M, DAEHNE M & BEHNKE H (2004) Untersuchung der Raumnutzung durch Schweinswale in der Nord- und Ostsee mit Hilfe akustischer Methoden (PODs). Endbericht MINOS, Teilprojekt 3.

WALTER G, MATTHES H & JOOST M (2005) Fledermauszug über Nord- und Ostsee. Natur und Landschaft 41: 12–21.

WASMUND N (1997) Occurrence of cyanobacterial blooms in the Baltic Sea in relation to environmental conditions. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie 82: 169–184.

WASMUND N (2012) Faktenblatt zur Auswirkung der Eutrophierung auf das Phytoplankton der zentralen Ostsee.

WASMUND N, POSTEL L & ZETTLER ML (2012) Biologische Bedingungen in der deutschen AWZ der Ostsee im Jahre 2011.

WASMUND N, NAUSCH G, POSTEL L, WITEK Z, ZALEWSKI M, GROMISZ S, LYSIAK-PASTUSZAK E, OLENINA I, KAVOLYTE R, JASINSKAITE A, MÜLLER-KARULIS B, IKAUNIECE A, ANDRUSHAITIS A, OJAVEER H, KALLSTE K & JAANUS A (2000) Trophic status of coastal and open areas of the south-eastern Baltic Sea based on nutrient phytoplankton data from 1993–1997, Mar. Sci. Reports IOW, No. 38, 83 Seiten.

WASMUND N, POLLEHNE F, POSTEL L, SIEGEL H & ZETTLER ML (2004) Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2003. Meereswissenschaftliche Berichte Warnemünde, 60, 94 Seiten.

- WASMUND N, POLLEHNE F, POSTEL L, SIEGEL H & ZETTLER ML (2005) Biologische Zustandseinschätzung der Ostsee im Jahre 2004, Marine Science Reports IOW No.64, 78 Seiten.
- 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, BUSCH S, GÖBEL J, GROMISZ S, HÖGLANDER H, JAANUS A, JOHANSEN M, JURGENSONE I, KARLSSON C, KOWNACKA J, KRAŚNIEWSKI W, LEHTINEN S, OLENINA I & WEBER MV (2016b) Cyanobacteria biomass: information from the Phytoplankton Expert Group (PEG). HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheet. HELCOM <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-factsheets/eutrophication/cyanobacteria-biomass>.
- 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.
- WATLING L & NORSE EA (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. Conservation Biology 12(6): 1180–1197.
- WEIGELT M (1985) Auswirkungen des Sauerstoffmangels 1981 auf Makrozoobenthos und Bodenfische in der Kieler Bucht. Berichte aus 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.
- WENDELN H & KUBE J (2005) Zugplanbeobachtungen in der westlichen Ostsee: die Bedeutung des „Darßer Ortes“ für den sichtbaren Vogelzug. 137. Jahresversammlung der DO-G, 29. September bis 4. Oktober 2004 in Kiel. Abstract. Vogelwarte 43: 77.
- WENDELN H, BELLEBAUM J, KUBE J, LIECHTI F & STARK H (2008) Zugverhalten von Kranichen (*Grus grus*) über der Ostsee. Vogelwarte 46: 359–360.
- WERNER F, HOFFMANN G, BERNHARD M, MILKERT D & VKGREN K (1990) Sedimentologische Auswirkungen der Grundfischerei in der Kieler Bucht (Westliche Ostsee). Meyniana 42: 123–151.
- VON WESTERNHAGEN H & DETHLEFSEN V (2003) Änderungen der Artenzusammensetzung in Lebensgemeinschaften der Nordsee. In LOZÁN JL, RACHOR E, REISE K, SÜNDERMANN J & VON WESTERNHAGEN H (Hrsg) Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg 2003. 161–168.
- WETLANDS INTERNATIONAL (2012) Waterbird Population Estimates – Fifth edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- WILTSHIRE KH & MANLY BF (2004) The warming trend at Helgoland Roads, North Sea: phytoplankton response. Helgoland marine research 58(4): 269.
- WINKLER HM (1991) Changes of structure and stock in exploited fish communities in estuaries of the southern Baltic coast (Mecklenburg-Vorpommern, Germany). Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie 76: 413–422.
- WINKLER HM (2006) Die Fischfauna der südlichen Ostsee. Meeresangler-Magazin 16: 17–18.
- WINKLER HM & SCHRÖDER H (2003) Die Fische der Ostsee, Bodden und Haffe. In: Fische und Fischerei in Ost- und Nordsee. Meer und Museum, Bd. 17. Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums.
- WINKLER HM, SKORA K, REPECKA R, PLIKSH M, NEELO A, URHO L, GUSHIN A & JESPERSEN H (2000) Checklist and status of fish species in the Baltic Sea. ICES, CM 2000/Mini 11: 1–14.

WINKLER HM, WATERSTRAAT A & HAMANN N (2002) Rote Liste der Rundmäuler, Süßwasser- und Wanderfische Mecklenburg-Vorpommerns, kommentiert, Stand 2002. Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern.

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.

WOODS P, VILCHEK B & WRIGHTSON B (2001) Pile installation demonstration project (PIDP), Construction report: Marine Mammal Impact Assessment; Impact on Fish.

WOOTTON RJ (2012) *Ecology of teleost fishes*. Springer Science & Business Media.

ZEHNDER S, ÅKESSON S, LIECHTI F & BRUDERER B (2001) Nocturnal autumn bird migration at Falsterbo, South Sweden. *Journal of Avian Biology* 32: 239–248.

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 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, 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.

ZYDELIS R & DAGYS M (1997) Winter period ornithological impact assessment of oil related activities and sea transportation in Lithuanian inshore waters of the Baltic Sea and in Kursiu Lagoon. *Acta Zool. Lituanica, Ornithologia* 6: 45–65.

ZYDELIS R, BELLEBAUM J, ÖSTERBLOM H, VETEMAA M, SCHIRMEISTER B, STIPNIECE A, DAGYS M, VAN EERDEN M & GARTHE S (2009) Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations. *Biological Conservation* 142 (2009) 1269–1281.