Genehmigungsantrag nach Bundesimmissionsschutzgesetz für den Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“

Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) einschließlich der Biotopschutzrechtlichen Prüfung

15.03.2013

Geänderte Unterlage zum BImSchG-Antrag vom 20.12.2012

Bearbeiter:

Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH
Alte Dorfstr. 11
D-18184 Neu Broderstorf

Tel. +49 (0)38204 618-0

Fax +49 (0)38204 618-10

Email: info@ifaoe.de

www.ifaoe.de

Vorhabensträger:

KNK Wind GmbH
Kennedyallee 89
D-60596 Frankfurt am Main
Tel. +49 (0)69-631587-40

Fax +49 (0)69-631587-24

E-Mail: tilo.vogdt@knk-wind.de

www.arcadis-ost-1.de

Der Bericht selbst und auch Auszüge aus diesem Bericht dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Verfasser kopiert werden.

Projektleitung: Dipl.-Biol. F. Wolf

Bearbeiter: Dipl.-Geoökol. J. Bochow

Dipl.-Biol. F. Wolf

Dipl.-Ing. E. Coburger

Dipl.-Landschaftsök. R. Fürst

Neu Broderstorf, den 15.03.2013

i.V. F. Wolf

i.A. J. Bochow

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Kurzbeschreibung und Standort sowie voraussichtliche Umweltwirkungen des Vorhabens, rechtliche Grundlagen ... 1
1.1 Kurzdarstellung und Standort des Vorhabens ... 1
1.1.1 Projektüberblick ... 1
1.1.2 Beschreibung der Offshore-Windenergieanlagen und OWEA-Standorte ... 2
1.1.3 Fundamente ... 4
1.1.4 Windparkinternes Kabelnetz ... 5
1.1.5 Umspannplattform ... 5
1.1.6 Bauphase ... 6
1.1.7 Schutz- und Sicherheitskonzept, Wartung ... 6
1.1.8 Rückbau ... 7
1.2 Voraussichtliche Umweltwirkungen des Vorhabens ... 8
1.2.1 Bau- und rückbaubedingte Wirkungen ... 8
1.2.2 Anlagebedingte Wirkungen ... 9
1.2.3 Betriebsbedingte Wirkungen ... 10
1.3 Rechtliche Grundlagen ... 11

2. Raumstruktur und Raumnutzung ... 13
2.1 Übergeordnete Planungen und Vorgaben, Behördliche Hinweise ... 13
2.1.1 Raumordnung und Landesplanung ... 13
2.1.2 Landschaftsprogramm und Landschaftsrahmenplanung ... 14
2.1.3 Behördliche Hinweise ... 15
2.2 Schutzgebiete (Naturschutz) ... 16
2.2.1 Internationale Schutzgebiete ... 16
2.2.2 Nationale Schutzgebiete ... 16
2.3 Raumnutzungen ... 16
2.3.1 Schifffahrt, Häfen, Werften, Anleger ... 16
2.3.2 Fischerei ... 18
2.3.3 Rohstoffwirtschaft, Klappstellen ... 25
2.3.4 Militärische Nutzung / Luftfahrt ... 25
2.3.5 Seekabel, Pipelines, Wracks ... 27
2.3.6 Tourismus und Erholung ... 28
2.3.7 Windenergie ... 29
2.3.8 Meeresforschung ... 33
2.4 Anderweitig geprüfte Lösungsmöglichkeiten ... 35
2.4.1 Diskussion der Nullvariante ... 35
2.4.2 Weitere Lösungsmöglichkeiten, technische und räumliche Varianten ... 35

3. Untersuchungsrahmen und Methodik ... 40
3.1 Untersuchungsräume ... 40
3.2 Untersuchungsrahmen für die Schutzgüter ... 40
3.2.1 Untersuchungsrahmen Schutzgut Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 40

3.2.2 Untersuchungsrahmen Schutzgut Boden ... 41
3.2.3 Untersuchungsrahmen Schutzgut Wasser ... 41
3.2.4 Untersuchungsrahmen Schutzgut Klima / Luft ... 42
3.2.5 Untersuchungsrahmen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 42
3.2.6 Untersuchungsrahmen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 42
3.2.7 Untersuchungsrahmen Schutzgut Tiere und Pflanzen ... 43
3.2.7.1 Marine Biotope ... 43
3.2.7.2 Makrozoobenthos und Makrophyten ... 44
3.2.7.3 Artengruppe Fische (einschließlich Rundmäuler) ... 49
3.2.7.4 Artengruppe Vögel ... 52
3.2.7.5 Artengruppe Fledermäuse ... 58
3.2.7.6 Artengruppe Meeressäuger ... 58
3.3 Methodik der Darstellung und Bewertung der umweltfachlichen Belange ... 58
3.3.1 Bestandsdarstellung und -bewertung ... 58
3.3.2 Darstellung und Bewertung der projektspezifischen Wirkungen ... 59
3.3.3 Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern ... 59
3.4 Kumulative Wirkungen ... 60
3.5 Allgemein verfügbare Daten- und Informationsgrundlagen ... 60

4. Bestandsdarstellung und –bewertung für die Schutzgüter ... 61
4.1 Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 61
4.1.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 61
4.1.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 61
4.1.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 65
4.2 Schutzgut Boden/Sediment ... 67
4.2.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Boden / Sediment / Relief ... 67
4.2.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Boden / Sediment / Relief ... 68
4.2.3 Bestandsbewertung Schutzgut Boden ... 78
4.3 Schutzgut Wasser ... 80
4.3.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Wasser ... 80
4.3.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Wasser ... 81
4.3.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Wasser ... 95
4.4 Schutzgut Klima / Luft ... 96
4.4.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Klima / Luft ... 96
4.4.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Klima/Luft ... 97
4.4.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Klima/Luft ... 104
4.5 Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 104
4.5.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 104
4.5.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 105
4.5.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 107

4.6 Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 109
4.6.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 109
4.6.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 110
4.6.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 112
4.7 Schutzgut Tiere und Pflanzen ... 113
4.7.1 Marine Biotoptypen ... 114
4.7.1.1 Daten- und Informationsgrundlagen Biotoptypen ... 114
4.7.1.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Biotoptypen ... 115
4.7.1.3 Bestandsbewertung Biotoptypen ... 116
4.7.2 Makrophytobenthos ... 116
4.7.2.1 Daten- und Informationsgrundlagen Makrophytobenthos ... 116
4.7.2.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Makrophytobenthos ... 116
4.7.2.3 Bestandsbewertung Makrophytobenthos ... 117
4.7.3 Makrozoobenthos ... 117
4.7.3.1 Daten- und Informationsgrundlagen Makrozoobenthos ... 117
4.7.3.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Makrozoobenthos ... 117
4.7.3.3 Bestandsbewertung Makrozoobenthos ... 135
4.7.4 Fische und Rundmäuler ... 143
4.7.4.1 Daten- und Informationsgrundlagen Fische und Rundmäuler ... 143
4.7.4.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Fische und Rundmäuler ... 144
4.7.4.3 Bestandsbewertung Fische und Rundmäuler ... 173
4.7.5 Rastvögel ... 176
4.7.5.1 Daten- und Informationsgrundlagen Rastvögel ... 176
4.7.5.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Rastvögel ... 177
4.7.5.3 Bestandsbewertung Rastvögel ... 198
4.7.6 Zugvögel ... 201
4.7.6.1 Daten- und Informationsgrundlagen Zugvögel ... 201
4.7.6.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Zugvögel ... 203
4.7.6.3 Bestandsbewertung Zugvögel ... 242
4.7.7 Fledermäuse ... 256
4.7.7.1 Daten- und Informationsgrundlagen Fledermäuse ... 256
4.7.7.2 Bestandsdarstellung, einschließlich bestehender Vorbelastungen Fledermäuse ... 257
4.7.7.3 Bestandsbewertung Fledermäuse ... 260
4.7.8 Meeressäuger ... 261
4.7.8.1 Daten- und Informationsgrundlagen Meeressäuger ... 261
4.7.8.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Meeressäuger ... 264
4.7.8.3 Bestandsbewertung Meeressäuger ... 287

5. Ermitteln, Beschreiben und Beurteilen der Umweltauswirkungen des Vorhabens ... 290
5.1 Auswirkungsprognose Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 292
5.1.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 293

5.1.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 294
5.1.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 294
5.1.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 295
5.1.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 296
5.1.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit ... 296
5.1.7 Zusammenfassende Darstellung der möglichen Beeinflussungen von (wirtschaftlichen) Nutzungen durch das Vorhaben ... 297
5.2 Auswirkungsprognose Schutzgut Boden (Sediment) ... 300
5.2.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment) ... 300
5.2.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Boden ... 302
5.2.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment) ... 302
5.2.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment) ... 303
5.2.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Boden (Sediment) ... 304
5.2.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Boden (Sediment) ... 305
5.3 Auswirkungsprognose Schutzgut Wasser ... 306
5.3.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser ... 307
5.3.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser ... 309
5.3.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser ... 309
5.3.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser ... 311
5.3.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Wasser ... 311
5.3.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Wasser ... 312
5.4 Auswirkungsprognose Schutzgut Klima/Luft ... 313
5.4.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Klima/Luft ... 313
5.4.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Klima / Luft ... 313
5.4.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Klima/Luft ... 313
5.4.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Klima/Luft ... 314
5.4.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Klima / Luft ... 315
5.5 Auswirkungsprognose Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 316
5.5.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 317
5.5.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 318
5.5.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 318
5.5.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 329
5.5.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 330
5.5.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 330
5.6 Auswirkungsprognose Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 331
5.6.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter ... 332

5.6.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter 333
5.6.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter 333
5.6.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter 334
5.6.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter 334
5.6.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter 334
5.7 Auswirkungsprognose Schutzgut Tiere und Pflanzen 335
5.7.1 Auswirkungsprognose Marine Biotoptypen 336
5.7.1.1 Biotopschutzrechtliche Prüfung 336
5.7.1.2 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für die marinen Biotoptypen 338
5.7.1.3 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf die marinen Biotoptypen 338
5.7.2 Auswirkungsprognose Makrophytobenthos 339
5.7.2.1 Anlagebedingte Auswirkungen Makrophytobenthos 339
5.7.2.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Makrophytobenthos 339
5.7.2.3 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Makrophytobenthos 340
5.7.2.4 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Makrophytobenthos 340
5.7.3 Auswirkungsprognose Makrozoobenthos 340
5.7.3.1 Baubedingte Auswirkungen Makrozoobenthos 341
5.7.3.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Makrozoobenthos 342
5.7.3.3 Anlagebedingte Auswirkungen Makrozoobenthos 342
5.7.3.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Makrozoobenthos 345
5.7.3.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Makrozoobenthos 346
5.7.3.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Makrozoobenthos 346
5.7.4 Auswirkungsprognose Fische und Rundmäuler 347
5.7.4.1 Baubedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler 348
5.7.4.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler 353
5.7.4.3 Anlagebedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler 353
5.7.4.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler 354
5.7.4.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Fische und Rundmäuler 356
5.7.4.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Fische und Rundmäuler 356
5.7.5 Auswirkungsprognose Rastvögel 357
5.7.5.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Rastvögel 358
5.7.5.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Rastvögel 359
5.7.5.3 Anlagebedingte Auswirkungen Rastvögel 359
5.7.5.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Rastvögel 362
5.7.5.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Rastvögel 363
5.7.5.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Rastvögel 363
5.7.6 Auswirkungsprognose Zugvögel 364
5.7.6.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Zugvögel 365
5.7.6.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Zugvögel 366

5.7.6.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Zugvögel ... 366
5.7.6.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Zugvögel ... 372
5.7.6.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Zugvögel ... 372
5.7.7 Auswirkungsprognose Fledermäuse ... 373
5.7.7.1 Baubedingte Auswirkungen Fledermäuse ... 374
5.7.7.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Fledermäuse ... 374
5.7.7.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Fledermäuse ... 374
5.7.7.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Fledermäuse ... 375
5.7.7.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Fledermäuse ... 375
5.7.8 Auswirkungsprognose Meeressäuger ... 376
5.7.8.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Meeressäuger ... 376
5.7.8.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Meeressäuger ... 382
5.7.8.3 Anlagebedingte Auswirkungen Meeressäuger ... 382
5.7.8.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Meeressäuger ... 383
5.7.8.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Meeressäuger ... 385
5.7.8.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Meeressäuger ... 386
5.8 Zusammenfassende Bewertung bei Störfällen und Havarien ... 387
5.9 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern ... 389
5.9.1 Grundlagen zu den Wechselwirkungen ... 389
5.9.2 Darstellung vorhabensbedingter Wirkungen ... 390
5.10 Auswirkungen auf die biologische Vielfalt / Biodiversität ... 391
5.10.1 Grundlagen biologische Vielfalt / Biodiversität ... 391
5.10.2 Darstellung in Bezug zu vorhabensbedingten Wirkungen ... 393
5.10.2.1 Wirkungen auf Lebensräume / Biotope ... 393
5.10.2.2 Wirkungen auf Makrozoobenthos ... 393
5.10.2.3 Wirkungen auf Fische und Rundmäuler ... 394
5.10.2.4 Wirkungen auf Vögel ... 394
5.10.2.5 Wirkungen auf Fledermäuse ... 394
5.10.2.6 Wirkungen auf Meeressäuger ... 395

6. Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen ... 396
6.1 Generelle Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen der Schutzgüter ... 396
6.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Vorhabensgebiet ... 397
6.2.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 397
6.2.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Makrozoobenthos ... 397
6.2.3 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Fische und Rundmäuler ... 398
6.2.4 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Rast- und Zugvögel ... 398
6.2.5 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Fledermäuse ... 398
6.2.6 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Meeressäuger ... 399

7. Kumulative Wirkungen ... 400

7.1 Überblick über mögliche, maßgebliche Summationswirkungen und die betrachteten Vorhaben ... 400
7.2 Schutzgut- bzw. artengruppenbezogene Beschreibung der kumulativen Wirkungen 406
7.2.1 Summation Artengruppe Makrozoobenthos sowie Biotoptypen ... 406
7.2.2 Summation Artengruppe Fische ... 407
7.2.3 Summation Artengruppe Vögel ... 408
7.2.4 Summation Artengruppe Fledermäuse ... 413
7.2.5 Summation Artengruppe Meeressäuger ... 413
7.2.6 Summation Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild ... 415
7.2.7 Summation sonstige Schutzgüter ... 415

8. Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen, naturgemäß verbleibende Prognoseunsicherheiten ... 418

9. Glossar und Abkürzungsverzeichnis ... 420

10. Literatur- und Quellenverzeichnis ... 425

Kartenanhang ... 457
I. Internationale Schutzgebiete ... 457
II. Nationale Schutzgebiete ... 457
III. Marine Nutzungen ... 457
IV. Bodendenkmale und Unterwasserhindernisse ... 457
V. Wirkräume und markante Blickbeziehungen zu Küstenstandorten ... 457
VI. Bestand Biotoptypen nach LUNG MV (2011) ... 457
VII. Bestand Biotoptypen nach RIECKEN et al. (2006) ... 457
VIII. Andere zusammenwirkende Projekte (Summation) ... 457

Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 1: Eckpunktkoordinaten des Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“ (WGS 84) 1
Tab. 2: Kenngrößen der Offshore-Windenergieanlagen (ARCADIS 2012c, http://www.alstom.com/Global/Power/Resources/Documents/Brochures/offshore-wind-turbine-6mw-robust-simple-efficient.pdf) 2
Tab. 3: Übersicht über mögliche bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren 8
Tab. 4: Übersicht über mögliche anlagebedingte Wirkfaktoren 9
Tab. 5: Übersicht über mögliche betriebsbedingte Wirkfaktoren, störungsfreier Betrieb 10
Tab. 6: Übersicht über mögliche betriebsbedingte Wirkfaktoren, Betriebsstörungen 11
Tab. 7: Absolute Anlandegewichte in Kilogramm deutscher Fischereifahrzeuge aus dem Rechteck 38G3 für die Jahre 2004 bis 2008 in der Ostsee 21

Tab. 8: Absolute Anlandegewichte in Kilogramm deutscher Fischereifahrzeuge aus dem Rechteck 38G3 für die Jahre 2004 bis 2008 aufgeteilt auf die eingesetzten Fanggeräte 22
Tab. 9: Schutzgutbezogene Untersuchungsräume „ARCADIS Ost 1“ 40
Tab. 10: Umfang der Untersuchungen zur In- und Epifauna im marinen Eignungs- bzw. Vorhabensgebiet sowie im potenziellen- bzw. aktuellen Referenzgebiet; Angaben der Hols bzw. Transekte (Quelle: IFAÖ 2013d) 45
Tab. 11: Termine der Schiffszählungen mit Länge der Transekte „on effort” (km) (Quelle: IFAÖ 2013H) 52
Tab. 12: Termine der Flugzeugzählungen 2007-2009 mit der Länge der Transekte „on effort“ (km) (Quelle: IFAÖ 2013H) 53
Tab. 13: Frühere Schiffs- bzw. Flugzeugzählungen von Seevögeln im Untersuchungsgebiet (nach IFAÖ 2013H) 53
Tab. 14: Übersicht über verwendete Methoden und Zeiträume (SFM – Einsatz des Zielfolgeradars „Superfledermaus“) (Quelle: IFAÖ 2013f) 56
Tab. 15: Erfassungstage und –stunden für verschiedene Methoden, Orte und Zeiträume (Quelle: IFAÖ 2013f) 57
Tab. 16: Beobachtungszeiträume, -tage und -stunden von Kranichen (Sicht und Radarerfassung) (Quelle: nach IFAÖ 2013f) 57
Tab. 17: Lage des OWP zu Siedlungen / Bebauungen und landseitigen Erholungsarealen 62
Tab. 18: Bewertungsansatz für die Funktion „Wohnen“ 65
Tab. 19: Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen in Bezug zur Funktion „Wohnen“ 65
Tab. 20: Bewertungsansatz für die Funktion Tourismus und Erholung 66
Tab. 21: Schwermetallgehalte in Oberflächensedimenten (Fraktion <20 µm; <63 µm) der Oder und Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern, Median- / Mittelwerte in mg/kg TM (BACHOR & VON WEBER 2008, BACHOR 2005 u. a. Datenquellen) 71
Tab. 22: Konzentrationen von Schwermetallen ausgewählter Stationen der äußeren Seegewässer für das Jahr 2007 - Fraktion < 20 µm (Daten aus: POHL et al. 2008) 73
Tab. 23: Ansatz zur Bewertung des Natürlichkeitsgrades von marinen Sedimenten 79
Tab. 24: Ansatz zur Bewertung der Empfindlichkeit mariner Sedimente durch Suspension von Feinsedimentanteilen infolge Aufwirbelungen bei anthropogenen Beeinflussungen 79
Tab. 25: Zusammenfassende Bewertung für das Schutzgut Boden (Sediment / Morphologie) 80
Tab. 26: Ausgewählte hydrographisch-chemische Parameter der Wasserbeschaffenheit der Gewässer im betrachteten Raum (2002) (aus: LUNG M-V 2004) 83
Tab. 27: Wassertemperaturen und Salzgehalte im Arkonabecken (Quelle: Messdaten des MARNET-Messnetzes, www.bsh.de) 83
Tab. 28: Sauerstoffgehalt im Sommer und Winter an der Oberfläche und am Grund der Station O 10 in 40 m Tiefe (LUNG M-V 2008) 87

Tab. 29: Salzgehalt im Sommer und Winter an der Oberfläche und am Grund im Arkonabecken (Station O 10, LUNG M-V 2008) 87
Tab. 30: Schwebstoffkonzentrationen (mg/l) in Küstengewässern 2000 (aus: LUNG M-V 2004) 90
Tab. 31: Mittlere Konzentrationen für Gesamt-Phosphor (GP), Gesamt-Stickstoff (GN) und Chlorophyll-a (Chla) im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns 2007 (NAUSCH et al. 2011, WASMUIND et al. 2011, BLMP 2007) 91
Tab. 32: Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit ausgewählter Messstationen für den Zeitraum 1997 bis 2006 nach LUNG M-V (2008) 93
Tab. 33: Gemittelte Frühjahrswerte (März-Mai) 2003 - 2006 von Sichttiefe, Chlorophyll-a-Konzentration und Biovolumen im Oberflächenwasser der vorpommerschen Küstenwasserkörper, Referenz- und Orientierungswerte (RW/OW) nach HELCOM EUTRO (2005)(aus: BACHOR & VON WEBER 2008 ergänzt mit Werten aus LUNG M-V 2008) 94
Tab. 34: Bewertungsansatz für den Bestand von Oberflächengewässern 95
Tab. 35: Zusammenfassende Bewertung für das Schutzgut Wasser 96
Tab. 36: Mittlere monatliche und jährliche Anzahl an Nebeltagen an Stationen entlang der deutschen Küsten von Nord- und Ostsee für die Erfassungsperiode 1971 bis 2000 (aus: LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008) 101
Tab. 37: Ausgewählte Daten der Luftgüte im Vergleich zu Grenzwerten der 39. BImSchV für die Stationen Stralsund, Löcknitz und Rostock-Stuthof (Daten aus: LUNG M-V 2012a) 103
Tab. 38: Ansatz zur vereinfachten Bewertung der Luftgütesituation 104
Tab. 39: Lage des Offshore-Windparks (minimale Distanzen) zu markanten Aussichtspunkten (Blickbeziehungen) (ARCADIS 2012) 106
Tab. 40: Erwerbstätige der Fischereigenossenschaften (Kleine Hochsee- und Küstenfischerei) 112
Tab. 41: Artenliste der Epifaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d) 119
Tab. 42: Artenliste der Infauna-Gemeinschaft für das aktuelle Vorhabensgebiet „ACARDIS Ost 1“, Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 122
Tab. 43: Artenliste der Infauna-Gemeinschaft für das aktuelle Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 128
Tab. 44: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit / Gefährdung, Vielfalt / Eigenart und Natürlichkeit des Makrozoobenthos 135
Tab. 45: Gefährdete Arten im aktuellen Vorhabensgebiet mit Angabe der Präsenz P [%] und der mittleren Gesamtabundanz A [Ind./m²] (Quelle: IFAÖ 2013d) 136
Tab. 46: Gefährdete Arten im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d) 139
Tab. 47: Zusammenfassende Bewertung für das Makrozoobenthos 143
Tab. 48: Mittlere Abundanzen und Gewichte für die Kampagnen (Quelle: IFAÖ 2013e) 146

Tab. 49: Gesamtartenliste der im Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ nachgewiesenen Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e) 148
Tab. 50: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Herbst 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e) 151
Tab. 51: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e) 153
Tab. 52: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Sommer 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e) 155
Tab. 53: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013e) 157
Tab. 54: Mittlere Abundanz [Ind./ha], mittlere Biomasse (B) [kg/ha] (mit Standardabweichung), Präsenz [%] sowie einige Gemeinschaftsparameter der Fischfauna in den Fängen im Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013e). 165
Tab. 55: Vergleich der Kenngrößen der Fischgemeinschaften in den Herbstfängen 2007 und 2010. Fett gedruckt: Unterschiede waren signifikant (p<0,05) (Quelle: IFAÖ 2013e) 167
Tab. 56: Liste aller erfassten Fischarten mit ihren Präsenzen in den Fängen im Gebiet „ARCADIS Ost 1“ (Untersuchungszeitraum November 2007 bis November 2010). [1]- Vorhabensgebiet (2007-2008); [2]- Referenzgebiet; [3]- Vorhabensgebietserweiterung (2010); Ges.- Gesamt (Quelle: IFAÖ 2013e) 170
Tab. 57: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit / Gefährdung, Vielfalt / Eigenart und Natürlichkeit von Fischen und Rundmäulern 173
Tab. 58: Zusammenfassende Bewertung für Fische und Rundmäuler 176
Tab. 59: Bei den Schiffszählungen erfasste Seevogelarten (einschließlich fliegender Vögel) und ihr internationaler Schutzstatus (IFAÖ 2013h) 177
Tab. 60: Bestandsschätzung der Seetaucher im Untersuchungsgebiet aufgrund von Flugzeugzählungen (Quelle: IFAÖ 2013h) 180
Tab. 61: Bestandsschätzung der Prachttaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 180
Tab. 62: Bestandsschätzung der Sterntaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 181
Tab. 63: Bestandsschätzung der unbestimmten Seetaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 181
Tab. 64: Bestandsschätzung der Eisente aufgrund von Flugzeugzählungen (Quelle: IFAÖ 2013h) 183
Tab. 65: Bestandsschätzung der Trauerente aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 184
Tab. 66: Bestandsschätzung der Silbermöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 186
Tab. 67: Bestandsschätzung der Mantelmöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 187

Tab. 68: Bestandsschätzung der Sturmmöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 188
Tab. 69: Bestandsschätzung der Trottellumme aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 192
Tab. 70: Bestandsschätzung des Tordalken aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h) 193
Tab. 71: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit und Gefährdung, Vielfalt und Eigenart sowie Natürlichkeit von Rastvögeln 198
Tab. 72: Bestandsschätzung der biogeographischen Populationen der Alkenvögel für die Ostsee (Quelle: IFAÖ 2013h) 199
Tab. 73: Zusammenfassende Bewertung für Rastvögel 201
Tab. 74: Beobachtungstage und Summen von Kranichindividuen /-trupps nach Beobachtungen und Radarerfassung (Quelle: IFAÖ 2013f) 203
Tab. 75: Anteil von unterhalb von 200 m fliegenden Kranichen über See und über Land bezogen auf Kranichtrupps und Kranichindividuen (Quelle: IFAÖ 2013f) 209
Tab. 76: Mittlere Flughöhen [m] ± SD, Mediane und Extremwerte am 15.10.2005 während der Hell- und Dunkelphase (nur Tracks über See) (Quelle: IFAÖ 2013f) 210
Tab. 77: Anteile von Trupps bzw. Individuen, deren extrapolierte Flugrichtung das Vorhabensgebiet bzw. die Insel Bornholm streifen (Quelle: IFAÖ 2013f) 215
Tab. 78: Quantitativ erfasste Nicht-Singvögel am Standort Rügen / Nordstrand für Frühjahr 2007 (FR 07) und 2008 (FR 08) sowie Herbst 2005 (HE 05) und 2008 (HE 08). Stetigkeit:% Tage mit Sichtungen; % „richtige“ Richtung: Richtung entsprechend Jahreszeit (s. Methode) (Quelle: IFAÖ 2013f) 216
Tab. 79: Korrelation zwischen den Zugraten der Trauerente und verschiedenen Wetterparametern in den verschiedenen Jahreszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f) 228
Tab. 80: Vergleich von beobachteten Individuen für ausgewählte Arten im Frühjahr 2008 zwischen der Küste vor Rügen (Anzahl Individuen) und der Arkonasee (dargestellt in% der Anzahl Ind. vor Rügen; für Kranich: Individuenzahlen) (Quelle: IFAÖ 2013f) 229
Tab. 81: Vergleich von beobachteten Individuen im Herbst 2008 zwischen der Küste vor Rügen (Anzahl Individuen) und der Arkonasee (dargestellt in% der Anzahl Ind. vor Rügen) (Quelle: IFAÖ 2013f) 230
Tab. 82: Kennwerte der Zugintensität (Mean Traffic Rate; MTR: Echos*h^{-1}*km^{-1}) für einzelne Monate und Zugperioden von 2005 bis 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f) 231
Tab. 83: Korrelation zwischen Zugintensität (Echos*h^{-1}*km^{-1}) und verschiedenen Wetterparametern an verschiedenen Orten und Jahreszeiten (r: Korrelationskoeffizient nach Spearman; p: Signifikanzwahrscheinlichkeit) (Quelle: IFAÖ 2013f) 238
Tab. 84: Schätzung der jährlichen, anthropogen bedingten Vogelverluste in Skandinavien / im Ostseeraum (verändert nach KUBE 2002) 241
Tab. 85: Mittlere jährliche Abschusszahlen ausgewählter Zugvögel des Ostseeraumes (Quelle: IFAÖ 2013f) 241

Tab. 86: Ansatz zur Bestandsbewertung der Zugvögel über die Bewertungskriterien Leitlinien und Konzentrationsbereichen, Intensität des Zuggeschehens und Artenzahl 243
Tab. 87: Schutzkategorien der beobachteten Arten (nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) 244
Tab. 88: Bestandsschätzungen für Zugvögel verschiedenen Flugtyps im südlichen Ostseeraum (Angaben gelten nur für die Herbstsaison; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004 und SKOV et al. 1998) 251
Tab. 89: Vergleich des Greifvogelzuges (Anzahl Individuen) auf See am Vorhabensgebiet und auf Rügen für den Frühjahrs- und Herbstzug 2008 (synchrone Beobachtungszeiten) (Quelle: IFAÖ 2013f) 254
Tab. 90: Anteile des Kranichzuges, der auf Kollisionskurs mit geplantem Windpark liegt (Quelle: IFAÖ 2013f) 255
Tab. 91: Zusammenfassende Bestandsbewertung für die Zugvögel 255
Tab. 92: Über offener See beobachtete Fledermausarten im Ostseeraum (Quelle: AHLÉN et al. 2009) 260
Tab. 93: Übersicht über die international und national geschützten Fledermausarten nach FFH-RL, VRL und BArtSchV 261
Tab. 94: Schweinswalbeobachtungen vor Kap Arkona im Spätsommer / Herbst 2008 266
Tab. 95: Ergebnisse der nördlich vom Vorhabensgebiet gelegenen PODs F 21 („Kriegersflak“) und F 18 („Kap Arkona“) 2002 bis 2006 (Daten aus BENKE et al. 2006 und VERFUß et al. 2007a) – Angabe der schweinswalpositiven Tage in% der Observierungstage (Anzahl der Observierungstage in Klammern) 272
Tab. 96: Kriterien zur Bestandsbewertung der Artengruppe Meeressäuger 287
Tab. 97: Zusammenfassende Bewertung für Meeressäuger 288
Tab. 98: Matrix zur Ableitung der Struktur- und Funktionsbeeinflussungen aus der Kombination der Bewertung der Faktoren 292
Tab. 99: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit 297
Tab. 100: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Boden (Sediment) 305
Tab. 101: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen des Schutzgutes Wasser 312
Tab. 102: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussung bezüglich des Schutzgutes Klima/Luft 316
Tab. 103: Rechnerisch ermittelter Teil der nächstgelegenen Windenergieanlage, die unterhalb des Horizonts nicht gesehen werden kann, pro Beobachtungsstandort (aus ARCADIS 2012c) 321
Tab. 104: Mittelwerte von Sichtweiten pro Monat in km (aus: ARCADIS 2012c) 325
Tab. 105: Bewertung der zu erwartenden, vorhabensbedingten visuellen Wirkung (aus: ARCADIS 2012c) 327

Tab. 106:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Landschaft / Landschaftsbild	331
Tab. 107:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Kultur- und sonstige Sachgüter	335
Tab. 108	Zusammenfassende Übersicht der Wirkungsprognose für marine Biotope	336
Tab. 109:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Biotoptypen	339
Tab. 110:	Wirkfaktor, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen hinsichtlich Makrophytobenthos	340
Tab. 111:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Makrozoobenthos	346
Tab. 112:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Fische und Rundmäuler	357
Tab. 113:	Flugverhalten von Seevögeln nach Sichtbeobachtungen am OWP „Horns Rev“ (CHRISTENSEN et al. 2004)	361
Tab. 114:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Rastvögel	364
Tab. 115:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Zugvögel	373
Tab. 116:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Fledermäuse	375
Tab. 117:	Entfernungen zur Einhaltung der Schwellenwerte beim Rammen für Meeressäuger (Quelle: TÜV NORD 2012b)	379
Tab. 118:	Schalldruckpegel eines Versorgungsschiffes	379
Tab. 119:	Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches einer OWEA	383
Tab. 120:	Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Meeressäuger	387
Tab. 121:	Fragestellungen zur Bewertungen des Einflusses von Aktivitäten auf die biologische Vielfalt	392
Tab. 122:	Biodiversitäts-Checkliste (aus: KBV -Beschluss VI/7, Anhang 4)	392
Tab. 123:	Potenzielle Überschneidung/Summation von maßgeblichen Umweltwirkungen verschiedener Offshore-Nutzungen	400
Tab. 124:	Schutzgutspezifische Hauptwirkungskomplexe von Offshore-Windparks	402
Tab. 125:	Kenndaten der zu berücksichtigenden Vorhaben mit möglichen kumulativen Wirkungen	402
Tab. 126:	Übersicht über die Bewertung des Seevogelvorkommens und dessen mögliche Beeinflussung durch die einzelnen OWP (Quelle: UVS zu den Vorhaben)	408
Tab. 127:	Übersicht über die Bewertung des Vogelzuges und dessen mögliche Beeinflussung durch die einzelnen OWP (Quelle: UVS zu den Vorhaben)	411

Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 1:	Vorläufiges Design der ALSTOM HALIADE 150-6 MW (COWI & IMS 2012b)	3
Abb. 2:	Anordnung der OWEA des OWP „ARCADIS Ost 1“ (Quelle: ARCADIS)	4
Abb. 3:	Detailkarte C der digitalen Karte des LEP M-V (Quelle: www.mv-regierung.de/vm/raumordnung/aktuell_neuaufstellung_karte_CMS.html)	13
Abb. 4:	Schiffsverkehrsdichte auf Grundlage der AIS-Daten (aus DNV 2010)	17
Abb. 5:	Während der Seevogel-Flugzeuzählungen erfasste Schiffe und Sportboote (aus IFAÖ 2013H)	18
Abb. 6:	Lage des OWP „ARCADIS Ost 1“ im ICES-Rechteck 38G3 des ICES-Gebietes IIId-24	19
Abb. 7:	Darstellung der Anteile der mittleren Anlandegewichte der wichtigsten kommerziellen Zielfischarten in den Jahren 2004 – 2008	20
Abb. 8:	Darstellung der Anteile der mittleren Erlöse der wichtigsten kommerziellen Zielfischarten in den Jahren 2004 – 2008	20
Abb. 9:	Jährliche deutsche Gesamtanlandungen aus dem Rechteck 38G3 von 2004 bis 2008 (aus: IFAÖ 2013g)	21
Abb. 10:	Fischereiaktivitäten während der Seevogel-Flugzeugzählungen (aus: IFAÖ 2013H)	23
Abb. 11:	Übersicht der fischereilichen Aktivität innerhalb des Vorhabensgebietes im Jahr 2008 auf Basis von VMS-Daten. Datenbasis: statistische Angaben BLE	24
Abb. 12:	CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Schifffahrt und Landesverteidigung (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSeeverkehrUndLandesverteidigung.pdf)	26
Abb. 13:	CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Plattformen, Leitungen, Sedimentgewinnung, Einbringung (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeLeitungenSedimentEinbringung.pdf)	28
Abb. 14:	CONTIS-Karte des BSH – Ostsee: Offshore Windparks, Ausschnitt (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeOffshoreWindparksPilotgebiete.pdf, Stand: 02.10.2012)	30
Abb. 15:	Besondere Eignungsgebiete zur Nutzung von Offshore Windenergie „Westlich Adlergrund“ und „Baltic 2“ (bisher „Kriegers Flak“) (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSchutzUndEignungsgebiete.pdf)	31
Abb. 16:	Übersicht zu Windparkplanungen im Bereich des Adlergrundes (Quelle: http://www.4coffshore.com/offshorewind/, Stand 30.01.2013)	32
Abb. 17:	Detailansicht zu Windparkplanungen im Bereich des Adlergrundes (es liegen z. T. unterschiedliche Koordinatenangaben vor, hier eine Variante) (Quelle: IFAÖ 2009)	32

Abb. 18: Lage der MURSYS-Messstationen (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_Gis/seiten/mursys_wo.jsp) 34
Abb. 19: CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Sämtlich Nutzungen, Ausschnitt (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSaemtlicheNutzungenSchutzgebiete.pdf Stand: 02.10.2012) 35
Abb. 20: Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ im marinen Eignungsgebiet für Windenergieanlagen nach LEP M-V (aus IfAÖ 2007a) 36
Abb. 21: Änderung des Vorhabensgebietes des OWP „ARCADIS Ost 1“ entsprechend Sicherheitsabstand zum militärischen Übungsgebiet (ARCADIS aus TÜV Nord 2010a) 37
Abb. 22: Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“, Stand 19.05.2010 (Quelle: ARCADIS) 38
Abb. 23: Aktuelle Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“, Stand: 14.03.2012 (Quelle: ARCADIS) 38
Abb. 24: Beispiel für ein geschlepptes Videosystems (GIS) mit Positionsangabe, Tiefe und Datum (Foto: IfAÖ) 44
Abb. 25: Infaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer im Herbst 2007 im damaligen Vorhabensgebiet (Quelle: IfAÖ 2013d) 46
Abb. 26: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Frühjahr 2008 im damaligen Vorhabens- und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IfAÖ 2013d) 46
Abb. 27: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Herbst 2008 im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IfAÖ 2013d) 47
Abb. 28: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Herbst 2010 im aktuellen Vorhabensgebiet (Quelle: IfAÖ 2013d) 47
Abb. 29: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer und Videokartierung im Herbst 2005 im marinen Eignungsgebiet (Quelle: IfAÖ 2013d) 48
Abb. 30: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IfAÖ 2013e) 50
Abb. 31: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IfAÖ 2013e) 50
Abb. 32: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet, im Referenzgebiet während der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IfAÖ 2013e) 51
Abb. 33: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Herbstkampagne 2010 (Quelle: IfAÖ 2013e) 51
Abb. 34: Lage der Schiffstransekte im Untersuchungsgebiet (Quelle: IfAÖ 2013h) 54
Abb. 35: Lage der Flugtransekte im Untersuchungsgebiet (Quelle: IfAÖ 2013h) 55

Abb. 36: Lage des Vorhabensgebietes sowie Standorte für Radarerfassungen (Lancken und FINO 2) und Sichtbeobachtungen (Nordstrand und vom ankernden Schiff aus sowie Falsterbo) (Quelle: IfAÖ 2013f) 56

Abb. 37: Bei Schweinswalerfassung ermittelte Dichte der saisonalen Frequentierung mit Sportbooten für den Zeitraum 2002 bis 2006 (aus Gilles et al. 2007) 64

Abb. 38: Bathymetrische Karte der Arkonasee (aus TÜV Nord 2012a) 68

Abb. 39: Oberflächensedimente des Arkonabeckens (TÜV Nord 2012a nach Hermansen & Jensen 2000) 70

Abb. 40: Räumliche Verbreitung ausgewählter Schwermetalle im Oberflächensediment des Arkonabeckens: Hg, Cu, Pb, Cd (aus: Kowalski 2007) 75

Abb. 41: Gesamtphosphor und –stickstoffgehalte in trockenen Sedimenten des Arkonabeckens 2000 – 2007 (Daten aus http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/DOD-Datenbank/index.jsp und http://www.htg-baggergut.de/Downloads/Uebergangsbestimmungen_Baggergut_Kuestengewaesser.pdf) 76

Abb. 42: Organische Schadstoffe [mittlere Abb.: HCB, PCB, p,p’-DDE, p,p’-DDD - Gehalte (pg/g TS) untere Abb.: PAK-Konzentrationen (ng/g TS)] im Oberflächensediment an 14 BLMP-Stationen der AWZ der deutschen Ostsee im Juni 2008 (aus: Schulz-Bull et al. 2009) 77

Abb. 43: Standbild der Side-Scan-Sonar-Untersuchung mit Fischereispuren (aus VBW & Nautik Nord 2009) 78

Abb. 44: Messstationen zur Erfassung der physikalisch-chemischen Komponenten und des Phytoplanktons in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns im Bereich des OWP (Quelle: http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/a3_karte_messnetz_kuestengewaesser.pdf) 82

Abb. 45: Tagesmittelwerte der Temperatur 2009 -2010 an der Station „Arkona Becken“ (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/dynamisch/arko_dyn/arko_monat_temp.jsp) 83

Abb. 46: Sauerstoffmangel im Tiefenwasser der westlichen Ostsee im September 2009 (LLUR 2009) 85

Abb. 47: Sauerstoffgehalt an der BY 2 Arkona-Station (Arkona-Becken) in unterschiedlichen Wassertiefen (5 m, 40 m) im Jahr 2002 und 2006 (http://www.smhi.se) 86

Abb. 48: Tagesmittelwerte des Salzgehaltes 2010 Messstelle „Arkona Becken“ (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/historisch/arko_his/arko_temp_salz.html/arko_sal_2010.jsp) 88

Abb. 49: Stationen des Bund-Länder-Messprogramms (BLMP) mit Angabe der mittleren Chl a-Konzentration (Mai-September 2003-2008). Die Größe der Kreise zeigt die Größenordnung (3-stufig) an; die Farbe zeigt die Einstufung nach WRRL oder HEAT an. (Wasmund et al. 2011, http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_02_sd.pdf) 92

Abb. 50: Nitrat- und Nitritgehalte in der westlichen Ostsee an der Oberfläche / in Bodennähe (MURSYS Meereschemische Verhältnisse, Berichtszeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2001, http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_201a_co.pdf) 92

Abb. 51: Jahresgang der Monatsmitteltemperatur für die Station Rostock-Warnemünde (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp) 98

Abb. 52: Jahresgang der monatlichen Niederschlagshöhe für die Station Rostock-Warnemünde (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp) 99

Abb. 53: Jahresgang der monatlichen Sonnenscheindauer für die Station Kap Arkona (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp) 99

Abb. 54: Durchschnittliche, jährliche Verteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen im Bereich der deutschen Seegewässer (aus: LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008) 100

Abb. 55: Blick vom Standort mit der geringsten Distanz - Kap Arkona - in Richtung des geplanten OWP, ohne OWEA (aus: ARCADIS 2012) 107

Abb. 56: Objekt ARCADIS_Ost_7 im Ergebnis der Side-Scan-Sonar-Untersuchung (aus: VBW & NAUTIK NORD 2009, S. 18) 111

Abb. 57: Ausgeprägte Schlickauflagerungen im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ 116

Abb. 58: Dominanzstruktur (Artenzahl) der Infaunagemeinschaft des aktuellen Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“ (Quelle: IFAÖ 2013d) 121

Abb. 59: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ hinsichtlich der Abundanz, Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 125

Abb. 60: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ hinsichtlich der aschefreien Trockenmasse (AFTM), Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 126

Abb. 61: Boxplots des Diversitäts-Index H’ der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005, 2007 und 2010 sowie Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 127

Abb. 62: Boxplots der Eveness J` der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005, 2007 und 2010 sowie Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 127

Abb. 63: Dominanzstruktur (Artenzahl) der Infaunagemeinschaft des aktuellen Referenzgebiets (Quelle: IFAÖ 2013d) 128

Abb. 64: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet hinsichtlich der Abundanz, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 130

Abb. 65: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet hinsichtlich der aschefreien Trockenmasse (AFTM), Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 131
Abb. 66: Boxplots des Diversitäts-Index H’ der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 132
Abb. 67: Boxplots der Eveness J`der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 132
Abb. 68: NmMDS–Darstellung der Infaunagemeinschaften im aktuellen Vorhabensgebiet (akt V) „ARCADIS Ost 1“ und im aktuellen Referenzgebiet (R) (Fj: Frühjahr, He: Herbst) (Quelle: IFAÖ 2013d) 133
Abb. 69: Boxplots des Diversitäts-Index H’ (oben) und der Eveness J` (unten) der Infaunagemeinschaften im aktuellen Vorhabens- und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d) 134
Abb. 70: Verbreitung der Islandmuschel Arctica islandica im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d) 137
Abb. 71: Verbreitung von Trochochaeta multisetosa im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d) 138
Abb. 72: Verbreitung von Diastylis rathkei im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d) 139
Abb. 73: Verbreitung der Islandmuschel Arctica islandica im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 140
Abb. 74: Verbreitung von Trochochaeta multisetosa im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 141
Abb. 75: Verbreitung von Diastylis rathkei im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d) 142
Abb. 76: Box-Whisker-Plots der Gesamtabundanz (Ind./ha) der einzelnen Kampagnen im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e) 145
Abb. 77: Box-Whisker-Plots der Gesamtgewichte (kg/ha) der einzelnen Kampagnen im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e) 146
Abb. 78: Box-Whisker-Plots der Diversität nach Shannon-Wiener im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“, getrennt nach Kampagnen bzw. Untersuchungszeitraum; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e) 147
Abb. 79: Box-Whisker-Plots der Evenness nach Pilou im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“, getrennt nach Kampagnen bzw. Untersuchungszeitraum; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e) 148
Abb. 80: Vergleich der Präsenzen der Kampagnen im Untersuchungsgebiet (Quelle: IFAÖ 2013e) 150
Abb. 81: Präsenzen der Fischarten des Referenzgebietes (Quelle: IFAÖ 2013e) 151
Abb. 82: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e) 153

Abb. 83: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e) 154
Abb. 84: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e) 156
Abb. 85: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten im Referenzgebiet während der Kampagne Anfang Juni 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e) 157
Abb. 86: Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e). 158
Abb. 87: Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e). 160
Abb. 88: Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e). 161
Abb. 89: 2-dimensionale MDS der drei Kampagnen 2007 und 2008 im Vorhabensgebiet basierend auf den Abundanzen [Ind./ha] aller Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e) 164
Abb. 90: 2-dimensionale MDS der Frühjahrskampagne 2008 im Vorhabens- und Referenzgebiet basierend auf den Abundanzen [Ind./ha] aller Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e) 165
Abb. 91: Abundanz- und Biomasseanteile [%] der Fischarten in den einzelnen Hols im Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013e) 166
Abb. 92: 2-dimensionale MDS der Herbstfänge in den Untersuchungsjahren 2007 und 2010. Die Darstellung basiert auf einer Bray-Curtis-Ähnlichkeitsmatrix Quadratwurzel-transformierter Abundanzdaten [Ind./ha] der einzelnen Arten (Quelle: IFAÖ 2013e) 169
Abb. 93: Saisonales Auftreten der Seetaucher im Untersuchungsgebiet bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h) 179
Abb. 94: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Seetaucher (Quelle: IFAÖ 2013h) 180
Abb. 95: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Eisenten (Quelle: IFAÖ 2013h) 182
Abb. 96: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Trauerenten (Quelle: IFAÖ 2013h) 183
Abb. 97: Saisonales Auftreten von Meeresenten bei Flugzeugzählungen, enthalten sind schwimmende und fliegende Vögel (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h) 184
Abb. 98: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Silbermöwen und Fischkutter (Quelle: IFAÖ 2013h) 185
Abb. 99: Saisonales Auftreten der Großmöwen sowie von Fischereiaktivitäten bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h) 186

Abb. 100: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Mantelmöwen und Fischkutter (Quelle: IFAÖ 2013h) 187
Abb. 101: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Sturmmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h) 188
Abb. 102: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Lachmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h) 189
Abb. 103: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Zwergmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h) 190
Abb. 104: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Alken (Quelle: IFAÖ 2013h) 191
Abb. 105: Saisonales Auftreten der Alkenvögel bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h) 191
Abb. 106: Räumliche Verteilung der im Rahmen von Schiffszählungen im Untersuchungegebiet verorteten Trottellummen (Quelle: IFAÖ 2013h) 192
Abb. 107: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Schiffszählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Tordalken (Quelle: IFAÖ 2013h) 193
Abb. 108: Verteilung der Individuenzahlen auf Truppgrößen in den verschiedenen Untersuchungszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f) 205
Abb. 109: Saisonale Phänologie des Kranichzuges in den verschiedenen Untersuchungszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f) 206
Abb. 110: Tageszeitliche Phänologie des Kranichzuges bezogen auf die Zeit des Sonnenuntergangs (rot) bzw. des Sonnenaufgangs (grün) für die verschiedenen Zeiträume (z. B. 0 = 0-1 Std.; 1 = 1-2 Std. nach Sonnenaufgang). n = Summe der Individuen (Quelle: IFAÖ 2013f) 207
Abb. 111: Flughöhen der einzelnen gemessenen Kranichtrupps (grüne Linie: mittlere Zughöhe über gesamte Saison, rote Linie: 150 m-Höhenlinie entsprechend Höhe von Windrädern; Quelle: IFAÖ 2013f) 208
Abb. 112: Flughöhen (in%) von Kranichtrupps (links) und –individuen (rechts) für den Frühjahrs- und Herbstzug (Quelle: IFAÖ 2013f) 209
Abb. 113: Flughöhen über See (in%) von Kranichtrupps am Tag (links) und in der Nacht (rechts) am 15.10.2005 (Quelle: IFAÖ 2013f) 210
Abb. 114: Schematische Darstellung eines Kranichtracks (Screenshot des Programms CORAL); pinkfarbene Linie: Flugweg eines Kranichtrupps, blaue Linie: Höhenverlauf (die senkrechten Linien geben 20 s Intervalle an) (Quelle: IFAÖ 2013f) 210
Abb. 115: Einfluss der Rückenwindkomponente (negativ = Gegenwind, positiv = Rückenwind) sowie Windrichtung /-stärke, Sichtweite und Temperatur auf das Zugaufkommen des Kranichs. (X: keine Beobachtungen/Messungen wegen Regen; Daten von Wetterstation DWD Kap Arkona) (Quelle: IFAÖ 2013f) 212

Abb. 116: Flughöhen in Abhängigkeit von Windsituation (nur Tracks über See) dargestellt in Bezug auf Kranichtrupps (oben) und Kranichindividuen (unten) (Quelle: IFAÖ 2013f) 213

Abb. 117: Horizontale Entfernung der Kranichtracks vom Radarstandort (x-Achse=0) in West-Ost-Richtung (Datenselektion: s. Text) (Quelle: IFAÖ 2013f) 214

Abb. 118: Zugaufkommen verschiedener Wasservögel (bzw. –gruppen) als Monatssummen über die Jahre 2005 (* nicht ganztags beobachtet; v. a. Trauerentenzug-Erfassung vor Sonnenuntergang), 2007 und 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f) 224

Abb. 119: Zugphänologien (MTR= migration traffic rate, Vögel $*h^{-1}$) ausgewählter Arten auf Tagebasis (Quelle: IFAÖ 2013f) 225

Abb. 120: Flughöhenverteilung verschiedener Artengruppen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr und Herbst. In Klammern: Anzahl Trupps im Frühjahr / Herbst; Chi-Quadrat-Test: *** p<0,001, ns: nicht signifikant (Quelle: IFAÖ 2013f) 227

Abb. 121: Flugdistanzen als Entfernung zur Küstenlinie für verschiedene Artengruppen im Frühjahr und Herbst (alle Erfassungsjahre); in Klammern: Anzahl Trupps im Frühjahr / Herbst; Chi-Quadrat-Test: *** p<0,001 (Quelle: IFAÖ 2013f) 228

Abb. 122: Mittlere nächtliche Zugintensität ($Echos*h^{-1}*km^{-1}$) in den vier Untersuchungsjahren; Rot: Tage ohne Messungen (Quelle: IFAÖ 2013f) 231

Abb. 123: Mittlere Zugintensität (MTR=migration traffic rate) im Frühjahr (oben) und Herbst (unten) im Bezug zum Sonnenuntergang (1= Stunde 0 bis 1 nach Sonnenuntergang); angegeben sind Mittelwerte für die jeweils fünf stärksten Zugnächte je Saison und Jahr (Quelle: IFAÖ 2013f) 233

Abb. 124: Prozentuale Verteilung der Zugraten auf Höhenstufen als Mittel über die Saison für den Frühjahrs- und Herbstzug in verschiedenen Jahren (Quelle: IFAÖ 2013f) 234

Abb. 125: Summe aller je Stunde und Kilometer registrierten Vogelechos für einzelne Höhenklassen über die gesamte Frühjahrs- und Herbstsaison 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f) 235

Abb. 126: Mittlere Flughöhen im Verlaufe der Nacht (Bezug auf Sonnenuntergang: 1=0-1 Stunde nach Sonnenuntergang) für das Jahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f) 235

Abb. 127: Vergleich von nächtlichen Zugintensitäten zwischen Rügen und FINO im Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f) 236

Abb. 128: Zugraten (Skalen für jeweilige Nacht optimiert) im Verlaufe von einzelnen Nächten auf der Basis von 30 Minuten Intervallen im Vergleich der Standorte FINO und Rügen für den Frühjahrszug (oberen 6 Grafiken) und den Herbstzug (untere 6 Grafiken); in Klammern: Gesamt-MTR je Nacht für die Standorte FINO/Rügen) (Quelle: IFAÖ 2013f) 237

Abb. 129: Zugraten im Verlauf der Messperioden (schwarze Balken) und TWC (rote Linie) und Regenereignisse (blaue Balken) (Quelle: IFAÖ 2013f) 240

Abb. 130: Ergebnisse der Satellitentelemetrie dänischer Schweinswale (TEILMANN et al. 2004) 265

Abb. 131: Wanderungen eines männlichen Schweinswals 1999 / 2000 (TEILMANN et al. 2004) 265
Abb. 132: Saisonale Verteilungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006) im Frühling und Sommer (aus GILLES et al. 2008) 267
Abb. 133: Saisonale Verteilungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006) im Herbst und Winter (aus GILLES et al. 2008) 268
Abb. 134: Zufällige Sichtungen von Schweinswalen in der westlichen Ostsee 1988 bis 2002 (aus SCHEIDAT et al. 2003) 269
Abb. 135: Sichtnachweise und Totfunde von Schweinswalen 2012 (Stand 10.09.2012; Interaktive Karte des BfN, http://www.bfn.de/habitatmare/de/spezielle-projekte-schweinswalsichtungen-2012.php) 269
Abb. 136: Geographische Verteilung der Totfunde von Schweinswalen 1990 – 2010 (Dähne et al. 2011) 270
Abb. 137: Lage von stationär ausgebrachten Klickdetektoren für Schweinswale (PODs) in der deutschen Ostsee 2002-2006 (aus BENKE et al. 2006) 271
Abb. 138: Schweinswalpositive Tage pro Quartal (in Prozent) in der deutschen Ostsee für das Jahr 2006 (aus VERFUß et al. 2007a) 273
Abb. 139: Geographische Verteilung der Prozent schweinswalpositive Tage über den Untersuchungszeitraum Januar 2005 bis März 2007 (aus VERFUß et al. 2007a) 274
Abb. 140: Nachweisrate von Schweinswalen in drei Abschnitten der Ostsee 2002-2005. Sektion III umfasst alle Stationen mit F, G und H in Abb. 137 (VERFUß et al. 2007a) 274
Abb. 141: Schweinswal-positive Tage pro Monat (%) in der Ostsee im Seegebiet um Rügen (aus: MEDING et al. 2007, http://www.bfn.de/habitatmare/) 275
Abb. 142: Wanderung eines Buckelwals in der Ostsee im Juli und August 2008 (www.cetacea.de) 276
Abb. 143: Wanderung eines Buckelwals in der Ostsee im August 2008 (www.cetacea.de) 277
Abb. 144: Übersicht über die Lage möglicher zukünftiger Kegelrobbenliegeplätze an der vorpommerschen Ostseeküste (aus SCHWARZ et al. 2003) 278
Abb. 145: Totfunde (schwarze Dreiecke) und Lebendbeobachtungen (helle Dreiecke) von Kegelrobben an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns von 1951 bis 2000 (aus SCHWARZ et al. 2003) 279
Abb. 146: Robbennachweise in den Monitoringgebieten im greifswalder Bodden vom 1. Dezember 2006 bis 31. März 2012. Orange = Seehund, blau = Kegelrobbe, grau = unbestimmte Robbe oder unsichere Bestimmung; die roten Punkte auf der Zeitachse der grafik für den Großen Stubber kennzeichnen Ausfahrten ohne Robbensichtungen (LUNG M-V 2012) 280
Abb. 147: Lokalisationen per Satellit von auf dem Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten Kegelrobben (DIETZ et al. 2003) 281
Abb. 148: Streifzüge von in Polen ausgewilderten Robben durch die Ostsee (aus: HERRMANN et al. 2007) 282

Abb. 149: Kolonien von Seehund (Harbour Seal) und Kegelrobbe (Grey Seal) im östlichen Dänemark (EDRÉN et al. 2004) 283
Abb. 150: Lokalisationen per Satellit der am Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten Seehunde (aus DIETZ et al. 2003) 284
Abb. 151: Lokalisationen per Satellit eines auf dem Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten einjährigen Seehunds von September 2001 bis Februar 2002 (DIETZ et al. 2003) 284
Abb. 152: Lebendbeobachtungen und Beifänge von Seehunden an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns von 1990 bis 2001 (Quelle: Datenbank des Meeresmuseums Stralsund, z. T. unveröff. Daten) 285
Abb. 153: Heutige Verbreitung der Ostsee-Ringelrobbe (aus PALO et al. 2001) 286
Abb. 154: Isolinien der Windgeschwindigkeit hinter einer Windenergieanlage (aus HAHM & KRÖNING 2001a) 314
Abb. 155: Horizontalwinkel der Windparkansicht „ARCADIS Ost 1“ (aus: ARCADIS 2012c) 322
Abb. 156: Exposition der Küste zum geplanten Windparkstandort (aus: ARCADIS 2012c) 323
Abb. 157: Darstellung des Anordnungsmusters von den jeweiligen Beobachtungspunkten (nicht maßstäblich, aus ARCADIS 2012c) 324
Abb. 158: Blick auf den OWP „ARCADIS Ost 1“ vom Standort mit der geringsten Distanz - Kap Arkona, mit OWEA (Visualisierung aus: ARCADIS 2012c) 327
Abb. 159: Überblick zu den Laichgebieten des westl. und östl. Ostseedorschbestandes (aus: BLEIL & OEBERST 2000) 351
Abb. 160: Lokalisierung der Laichplätze des westl. Ostseedorschbestandes (aus: BLEIL & OEBERST 2002). (Kreis: Lage des Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“). 351
Abb. 161: Terzspektren für ein Versorgungsschiff und Vergleich mit dem Hintergrundschall vor Rügen 380
Abb. 162: Terzspektren für den Betrieb einer OWEA und Vergleich mit dem Hintergrundschall vor Rügen 384
Abb. 163: Überblick über beantragte Netzanbindungen von OWP (Quelle: http://www.50hertz.com/de/2730.htm) 404

1. Kurzbeschreibung und Standort sowie voraussichtliche Umweltwirkungen des Vorhabens, rechtliche Grundlagen

1.1 Kurzdarstellung und Standort des Vorhabens

Eine Beschreibung des geplanten Vorhabens Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ mit Angabe der technischen Daten erfolgt im Teil 1 der Antragsunterlage. In den folgenden Kapiteln werden u.a. aus dem Vorentwurf für die Jacket-Gründungsstruktur (COWI & IMS 2012a) sowie der Anlagen- und Betriebsbeschreibung (ARCADIS 2013) die für die Einschätzung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens relevanten Informationen zusammengestellt.

1.1.1 Projektüberblick

Der geplante Offshore-Windpark (OWP) „ARCADIS Ost 1“ liegt etwa 19 km nordöstlich von Kap Arkona/Rügen im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns. Der Standort befindet sich am südwestlichen Rand des Arkonabeckens. Der Meeresboden fällt in diesem Seegebiet nach Norden ins Arkonabecken hin ab. Die Wassertiefen innerhalb der Windpark-Fläche liegen zwischen 41 m und 46 m. Die maximale Ausdehnung der Vorhabensfläche beträgt in Nordwest-Südost-Richtung ca. 15 km und in Nord-Südwest-Richtung ca. 3,5 km. Die Eckpunktkoordinaten des OWP „ARCADIS Ost 1“ sind in nachfolgender Tab. 1 dargestellt. Daraus geht auch die vorgesehene Anordnung der Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) im Vorhabensgebiet hervor.

Tab. 1: Eckpunktkoordinaten des Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“ (WGS 84)

Eckpunkt	Länge	Breite
1	13°41’35,86’’E	54°47’51,14’’N
2	13°45’57,9’’E	54°47’1,68’’N
3	13°36’48,94’’E	54°51’13,77’’N
4	13°33’19,75’’E	54°50’34,75’’N
5	13°33’49,74’’E	54°49’55,47’’N

(Quelle: ARCADIS)

Auf der OWP-Fläche ist die Errichtung von 58 OWEA mit einer Nennleistung von je 6 MW vorgesehen. Die geplanten OWEA haben eine Nabenhöhe von ca. 100 m und einen Rotordurchmesser von maximal 150 m. Die Gesamthöhe der Anlage beträgt ca. 175 m ü. NN. Die Fläche des Vorhabensgebietes umfasst ca. 30 km². Die Gründung der OWEA erfolgt mit im Boden fest verankerten Pfählen. Zur Übertragung der erzeugten Leistung werden die OWEA untereinander mit einem Seekabel verbunden und gruppenweise an die zentrale Umspannplattform (USP) angeschlossen. Von dort wird die Gesamtleistung auf einem höheren Spannungsniveau über ein Drehstromsystem zum Umspannwerk an Land abgeführt. Für die Ausführung des Übertragungssystems ist der Netzbetreiber 50Hertz Offshore GmbH in einem anderen Verfahren zuständig.

Die Anlagen werden nach Abschluss der Betriebsdauer von ca. 25 Jahren zurückgebaut.

1.1.2 Beschreibung der Offshore-Windenergieanlagen und OWEA-Standorte

Im Vorhabensgebiet sind 58 OWEA mit einer Leistung von je 6 MW vorgesehen. Für das Vorhaben ist die Verwendung der Offshore-Turbine ALSTOM HALIADE 150-6MW geplant. Die anlagenspezifischen Entwicklungsparameter sind in der nachfolgenden Tab. 2 angegeben. Sie stellen die worst-case-Daten für die Bewertung der Umweltbelange dar.

Tab. 2: Kenngrößen der Offshore-Windenergieanlagen (ARCADIS 2012c, http://www.alstom.com/Global/Power/Resources/Documents/Brochures/offshore-wind-turbine-6mw-robust-simple-efficient.pdf)

Auslegung	
Nennleistung [kW]	6.000
Einschaltgeschwindigkeit [m/s]	3
Abschaltgeschwindigkeit [m/s]	25
Auslegungslebensdauer [Jahre]	25
Typenklasse	Klasse I B IEC-61400-22
Rotor	
Durchmesser [m]	150
Blattlänge [m]	73,5
Rotor-Blattzahl	3
Drehzahlbereich [U min^{-1}]	4 - 11,5
Turm	
Bauart	Stahlrohrturm
Nabenhöhe [m]	100
OWEA gesamt	
Gesamthöhe [m ü. NN]	ca. 175 (standortabhängig)
Nabenhöhe [m]	ca. 100 (standortabhängig)
Weitere Angaben	
Farbgebung	RAL 7035 (lichtgrau)
Korrosionsschutz	Beschichtungssystem nach ISO 12944-2
Antifouling-Anstrich	nicht vorgesehen

Eine Prinzipskizze der geplanten OWEA ist in Abb. 1 zu sehen, weitere Angaben sind der technischen Beschreibung der Antragsunterlagen zu entnehmen.

Seit Juni 2012 durchläuft die Anlage die ersten Zertifizierungstests an Land, bevor im Dezember eine Offshore-Turbine in der Nordsee für weitere Tests errichtet wird (http://www.alstom.com/de/press-centre/2012/6/haliade-150-produziert-die-ersten-kilowattstunden/). Die Anlage ist für die Zertifizierung in Typenklasse 1 (Offshore) nach den Richtlinien des Germanischen Lloyd konzipiert.

Abb. 1: Vorläufiges Design der ALSTOM HALIADE 150-6 MW (COWI & IMS 2012b)

Der Abstand der 58 Anlagen untereinander wird etwa zwischen 700 und 1.300 m in Hauptwindrichtung sowie ca. 600 m in Nebenwindrichtung betragen. Zur Anordnung der OWEA innerhalb des Vorhabensgebietes (Änderung der Vorhabensfläche gegenüber ursprünglicher Planung) liegt folgendes Parklayout vor (Abb. 2).

Abb. 2: Anordnung der OWEA des OWP „ARCADIS Ost 1“ (Quelle: ARCADIS)

Die Koordinaten der OWEA auf der Standortfläche einschließlich der Umspannplattform (USP) sind in der technischen Beschreibung tabellarisch aufgeführt.

1.1.3 Fundamente

Aufgrund der vorhandenen verschiedenartigen Untergrundverhältnisse (Schlickauflage, darunter Weichsedimente, darunter Geschiebemergel, darunter Kreide; ARCADIS 2012a) ergibt sich als einzige sinnvolle Gründungsvariante eine Jacket-Konstruktion mit Rammpfählen (siehe dazu Skizze Jacket-Gründung, Teil 1 der Unterlage). Aufgrund der großen Wassertiefe und bis zu 30 m mächtigen weichen bindigen Böden wird die Verwendung von Monopiles, Schwergewichts- und Hybridgründungen ausgeschlossen. Für eine Tripile-Gründung müssten sehr große Pfahllängen genutzt werden, die kaum noch zu handhaben sind. Eine schwimmende Gründung käme in Frage, allerdings befinden sich alle Konzepte noch in der Entwicklungsphase und werden nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen. Ein Tripodfundament wird wegen Überlegungen zu möglichen Eislasten nicht berücksichtigt (ARCADIS 2012a).

Bei einer Jacket-Gründung wird eine aufgelöste Gitterkonstruktion im Wasser auf den Untergrund abgestellt, die mit Pfählen im Baugrund verankert wird. Die notwendige Einbindetiefe der Pfähle in den Meeresboden wird mit 55 bis 60 m angenommen (nach ARCADIS 2013). Die Basisfläche für die vorgesehene Konstruktion ist dreieckig und verjüngt sich zur Basis des Turmfußes hin. Die Basislänge zwischen zwei Pfählen am Meeresboden beträgt etwa 34,4 m, die Kopfbreite beträgt 7 m. Die Verankerungen der drei Hauptbeine der Jacketstruktur erfolgt mit Rohrpfählen, die Durchmesser von ca. 2,9 m aufweisen. (COWI & IMS 2012a) Diese werden mit einer Hydraulikramme in den Meeresboden eingerammt.

Korrosionsschutz

Alle Stahlbauteile der OWEA und die Gründungskonstruktion werden durch Beschichtungen gegen Korrosion geschützt. Besonderer Wert wird auf die Verträglichkeit der Farbanstriche mit der Meeresumwelt gelegt. Der Anstrich der Gründungskonstruktion mit Antifoulingmitteln gegen möglichen Bewuchs ist nicht vorgesehen (ARCADIS 2013). Laut TÜV NORD (2012a) sind wegen der besonderen Korrosionsbedingungen für Rammpfähle in Schlicken möglicherweise weitere Konsequenzen für die detaillierte Bauwerksausführung (u. a. Konservierung, andere Schutzvorrichtungen) zu beachten.

Kolkschutz

Laut maringeologischem und sedimentologischen Gutachten (TÜV NORD 2012a) ist das Vorhabensgebiet in Bezug auf die mittleren und maximalen Bodenströmungen weniger exponiert als nördliche Teile und Randlagen des Arkonabeckens. Dennoch sind Kolkbildungen sowohl an den einzelnen Rammpfählen als auch für die gesamte jeweilige Gründungsfläche nicht auszuschließen. Nach TÜV NORD (2012a) kann dies wegen des geringen Traganteils der Littorinaschlickschicht mit geringem zusätzlichem Aufwand durch tiefere Gründungen berücksichtigt werden. Es sind daher Gründungen bis in den zweiten Geschiebemergel-Horizont vorgesehen (ARCADIS 2013). Das Einbringen von Kolkschutzvorrichtungen wird dagegen als technisch aufwendiger und in der Wirkung schlecht prognostizierbar angesehen (TÜV NORD 2012a).

Das Kolkverhalten wird in regelmäßigen Abständen vor Ort untersucht. Sollten sich Kolke bis zur rechnerischen Gründungssohle ausbilden, werden geeignete Maßnahmen zum Schutz ergriffen. Als Kolkschutzmaßnahmen kommen grundsätzlich grobklastische Schüttungen (z. B. verklammerte Wasserbausteine auf Geotextilmatten) oder flexible Verbundsysteme in Betracht. (ARCADIS 2013)

1.1.4 Windparkinternes Kabelnetz

Das windparkinterne Netz besteht aus einem Drehstrom-Kabelnetz. Die Spannung wird 33 kV betragen (Nennspannung 36 kV). Die interne Parkverkabelung ist so strukturiert, dass insgesamt 12 Kabelstränge die OWEA im Ringsystem verbinden und die Energie zur zentral positionierten Umspannplattform führen (s. technische Beschreibung). Die Gesamtkabellänge des windparkinternen Netzes beträgt 79 km (ARCADIS 2013).

Die Seekabel werden planmäßig in ca. 1,5 m Tiefe im Meeresboden verlegt, wobei aufgrund des anstehenden Schlickbodens von einer größeren Tiefenlage der Kabel ausgegangen werden kann, ggf. sogar bis zum Geschiebemergel in 7 – 27 m Tiefe. Die Kabel werden in den Meeresboden eingespült und gegen Auftrieb gesichert (ARCADIS 2013).

1.1.5 Umspannplattform

Zum Zusammenführen des windparkinternen Kabelnetzes und der externen Kabeltrasse für die Netzanbindung (Seekabel zur Anbindung an Land) wird eine Umspannplattform errichtet.

Aufgrund der geplanten Gesamtleistung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ von 348 MW (58 OWEA x 6 MW) kann die Einspeisung nur in das Hochspannungsnetz erfolgen. Dieses Hochspannungsnetz umfasst die Spannungsebene 220 kV und 380 kV. Da aufgrund der Entfernung zum Festland eine Übertragung der Elektrizität mit Spannungen bis 36 kV direkt aus dem OEWA Netz durch hohe Übertragungsverluste nicht mehr wirtschaftlich ist, muss im Windpark auf die obere Nennspannung, die derzeit mit 150 kV angenommen wird, einer externen Kabeltrasse hochtransformiert werden (ARCADIS 2013).

Die Umspannplattform (USP) wird zentral im südlichen Bereich des OWP angeordnet. Sie wird auf Pfählen aufgeständert und mit der Unterkante ca. 10 m aus dem Wasser ragen. Die USP wird eben-

falls auf einer Jacket-Konstruktion mit einer viereckigen Basisfläche gegründet. Die Basisfläche weist am Meeresboden Längen von 26 x 26 m zwischen den Pfählen auf. An allen vier Eckpunkten dieser Plattform wird für die Gründung ein Pfahl mit 2,9 m Durchmesser ca. 50 m in den Meeresboden eingebracht (ARCADIS 2013).

Auf der USP befinden sich neben Transformatoren und Schaltanlagen außerdem u. a. die Batterieanlage zur unterbrechungsfreien Stromversorgung, Notstromdiesel zur sicheren Versorgung der USP und der OWEA bei Spannungsausfall, eine Hubschrauberlandeplattform, Unterkunftsräume und Nebeneinrichtungen (ARCADIS 2011).

Besondere Maßnahmen werden darüber hinaus zum Schutz der See vor Ölverschmutzungen aus den Großtransformatoren getroffen. Die Transformatoren werden in doppelwandigen Stahlauffangwannen stehen, deren Fassungsvermögen dem Ölvolumen der Transformatoren entspricht (ARCADIS 2011).

1.1.6 Bauphase

Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs sowie der Schutz der Meeresumwelt erfordern bestimmte Abläufe der Bauausführung. Für die Errichtung der OWEA einschließlich der Fundamente und der elektrischen Erschließung ist nur ein begrenzter Zeitraum zwischen April und Oktober eines Jahres nutzbar. Die Bauausführung erfolgt zeitlich gestaffelt in Einzelbauabschnitten in Abhängigkeit von der Bereitstellung der Anlagen durch den Hersteller. (ARCADIS 2013) Zur Vorbereitung der Bautätigkeiten wird ein detaillierter Arbeitsplan ausgearbeitet.

Zuerst wird die Jacket-Konstruktion durch Rammpfähle im Meeresboden verankert. Die an Land vormontierten Jacket-Konstruktionen werden vom vorgesehenen Basishafen Sassnitz zu ihrem Standort verschifft und mittels eines Schwimmkrans positioniert und abgesetzt. (ARCADIS 2013)

Die OWEA werden von ALSTOM hergestellt und in Segmenten zum vorgesehenen Basishafen Sassnitz geliefert. Dort werden die Anlagen vollständig montiert, getestet und von einem Spezialschiff aufgenommen. Dieses transportiert die Anlage über das zuvor installierte Fundament und setzt sie auf diesem ab. (ARCADIS 2013)

Auch die Vormontage der zu errichtenden USP wird weitestgehend an Land erfolgen.

Die Bauarbeiten im Baufeld erfolgen mittels einem auf einer Hubplattform installierten Kran (Rammarbeiten) und einem Schwimmkran (Absetzen der Jacketkonstruktion, Installation der OWEA).

<u>Anforderungen an die Infrastruktur an Land</u>

Für den Bau des Offshore-Windparks werden Flächen auf dem Festland benötigt. Die Hersteller brauchen Platz für die Montage und Zwischenlagerung ihrer Bauteile. Geeignete Küstenstandorte zeichnen sich durch verfügbare Landflächen und einen von Schiffen mit einem Tiefgang von etwa 10 m beschiffbaren Hafen aus. Als mögliche Verladehäfen in Mecklenburg-Vorpommern kommen wegen des erforderlichen Tiefgangs nur Rostock und Sassnitz in Betracht. Mit letzterem sind diesbezüglich Gespräche in Vorbereitung. Denkbar sind auch andere Häfen an der Ostseeküste. Einfluss haben ebenfalls die verfügbaren Fertigungskapazitäten bzw. der Fertigungsort an Land.

1.1.7 Schutz- und Sicherheitskonzept, Wartung

Im Rahmen der Genehmigungsbescheide werden die Windparkbetreiber verpflichtet, ein Schutz- und Sicherheitskonzept mit einem projektspezifischen Notfallplan sechs Monate vor Errichtung der ersten Anlage vorzulegen (STAUN STRALSUND 2007b). Gegenstand eines derartigen Konzeptes sind auch bauliche Sicherheitsbetrachtungen sowie Maßnahmen zur Unfallverhütung, Störfallbeseitigung, Havariebekämpfung und zur Beseitigung von Havariefolgen. Empfehlungen zur Verminderung der

Gefahr von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen während der Bau- und Betriebsphase enthält DNV (2010).

Die OWEA arbeiten nach dem „Fall-Safe“-Prinzip. Das bedeutet, dass vor Erreichen eines sicherheitskritischen Zustandes die OWEA automatisch in einen sicheren abgeschalteten Zustand fällt. Das bedeutet z. B. dass sich die Anlagen bei zu großen Windgeschwindigkeiten abschalten.

Während des Betriebs der OWEA wird eine permanente Kontrolle des OWP über die Datenfernüberwachung erfolgen. Durch Fernüberwachung der OWEA können sich anbahnende Schäden umgehend erkannt und teilweise vermieden werden.

Kennzeichnung des Windparks

Insbesondere findet die „Richtlinie für Gestaltung, Kennzeichnung und Betrieb von Windenergieanlagen im Verantwortungsbereich der WSDen Nord und Nordwest zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs“ (WSD 2009) Anwendung. Offshore- Windenergieanlagen werden grundsätzlich als Schifffahrtshindernisse eingestuft und müssen als solche gekennzeichnet werden. Außerdem ist eine Kennzeichnung aus Gründen der Flugsicherheit entsprechend der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS, Mai 2007) erforderlich. Demnach ist an allen Anlagen sowohl eine farbliche Tagkennzeichnung als auch eine Nachtkennzeichnung durch Gefahrfeuer vorgesehen (Details in ARCADIS 2011, 2013).

Wartung der Anlagenteile

Jede OWEA wird nach derzeitigem Kenntnisstand erstmalig nach vier Jahren und dann im Zwei-Jahres-Rhythmus durch einen zugelassenen Sachverständigen gemeinsam mit dem Anlagenhersteller hinsichtlich Sicherheit, Funktion und Zuverlässigkeit überprüft.

Halbjährlich soll eine komplette Wartung der OWEA durch den jeweiligen OWEA-Hersteller durchgeführt werden. Bei einem ständigen Betrieb wird erwartet, dass ein bis drei außerordentliche Servicechecks pro Jahr für die OWEA notwendig sind. Die Inspektionen werden sowohl vom Schiff als auch vom Hubschrauber aus erfolgen.

Bei Offshore-Windenergieanlagen werden sämtliche Funktionen durch mikroprozessorbasierende Steuereinheiten überwacht und gesteuert. Auftretende Fehler werden per Datenübertragung an die Wartungszentrale an Land übertragen. Ein Großteil der Störfälle kann über ein Fernsteuerungssystem behoben werden. Nur in den Fällen, in denen dies nicht möglich ist oder bei schwerwiegenden Reparatur- oder Komponenten-Austauscharbeiten ist der Aufenthalt eines technischen Serviceteams direkt vor Ort erforderlich.

In regelmäßigen Intervallen ist eine Inspektion des Seekabels vorgesehen, bei der neben der Unversehrtheit des Kabels auch dessen Lage und Überdeckung geprüft werden. Bei den Inspektionen fährt ein Schiff die Trassenstrecke ab und zeichnet mit einem geophysikalischen System (z. B. Echolot) die Überdeckung des Seekabels auf. Bei Feststellung mangelnder Überdeckungsmächtigkeiten werden die notwendigen Reparatur- und Instandsetzungsmaßnahmen eingeleitet.

1.1.8 Rückbau

1989 wurde auf Basis der Seerechtskonferenz der Vereinten Nationen von 1982 eine Resolution verabschiedet, nach der ein vollständiger Rückbau von Offshore-Anlagen erforderlich ist. Hauptgrund für die Maßnahmen nach Außerbetriebnahme der Anlagen ist eine potenzielle Gefährdung / Behinderung der Schifffahrt und Fischerei durch die kompletten Anlagen oder durch Anlagenteile unterhalb der Wasserlinie. Hier ist besonders die Gefährdung der Fischerei mit Bodenschleppnetzen hervorzuheben.

Die Pfähle werden so tief unter der Oberkante des Meeresbodens abgetrennt, dass der im Boden verbleibende Teil auch nach möglichen Sedimentumlagerungen keine Gefahr für Schifffahrt und Fischerei darstellt. Es wird davon ausgegangen, dass nach einer Laufzeit von ca. 25 Jahren auch ein vollständiger Rückbau der Verkabelung erfolgen kann.

1.2 Voraussichtliche Umweltwirkungen des Vorhabens

Im Folgenden werden die voraussichtlich vom Vorhaben ausgehenden bau- und rückbau-, anlage- und betriebsbedingten Vorhabenswirkungen tabellarisch aufgelistet (Tab. 3 bis Tab. 6). Der Umweltvorsorge wird dadurch Rechnung getragen, dass das so genannte „worst case“-Szenario zur Beurteilung der Projektwirkungen zugrunde gelegt wird. Damit ist sichergestellt, dass die Maximalwerte der möglicherweise eintretenden Belastungen bei der Beurteilung berücksichtigt werden. Es werden alle Projektwirkungen betrachtet, deren Eintreten zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Dies beinhaltet sowohl den Havariefall, als auch die unsachgemäße Handhabung von Material, deren Eintretenswahrscheinlichkeit i. d. R. gering ist. Eine Abschätzung der Vorhabenswirkungen wird im weiteren Text im Rahmen der Auswirkungsprognose schutzgut- und artengruppenbezogen vorgenommen (Kap. 1). Die Auswirkungen im Havariefall werden zusammengefasst in Kap. 5.8 betrachtet.

1.2.1 Bau- und rückbaubedingte Wirkungen

Die zu erwartenden bau- und rückbaubedingten Vorhabenswirkungen werden nach Art, Intensität und räumlicher Ausdehnung auf der Grundlage des vorliegenden Planungskonzepts für den OWP „ARCADIS Ost 1“ beurteilt. Die folgende Tab. 3 zeigt eine Übersicht der möglichen bau- und rückbaubedingten Wirkfaktoren. Für den Rückbau der Anlagen ist prinzipiell von ähnlichen Wirkungsspektren auszugehen, die sich teils jedoch zeitlich schneller vollziehen und damit eine geringere Wirkungsintensität aufweisen können.

Tab. 3: Übersicht über mögliche bau- und rückbaubedingte Wirkfaktoren

Baumaßnahme sowie Wirkfaktor
1. Baubetrieb allgemein
a) Handhabungsverluste* (Müll, Schadstoffe usw.)
b) erhöhter Schiffsverkehr und Bautätigkeit mit:
• Geräuschemissionen durch Baugeräte (Schiffe, Kräne, sonstige Fahrzeuge)
• Visuelle Unruhe durch Baugeräte und -betrieb (Schiffe, Kräne, sonstige Fahrzeuge)
• Schadstoff- und CO_2-Emission
• Kollisionsrisiko/Unfall
c) Offshore-Windpark inklusive Sicherheitszone
• Nutzungsverbot**
• Befahrungsverbot**
• Befeuerung
d) Baustellenbeleuchtung
e) Flächen- und Raumverbrauch durch die Baustelle
2. Installation Fundamente (ggf. mit Kolkschutz)
a) Flächenüberbauung und Raumverbrauch
b) z. B. Rammen, Spülen
• Geräuschemission
• Vibrationen
• Direkte Störung oberflächennaher Sedimente
• Verdichtung oberflächennaher Sedimente

Baumaßnahme sowie Wirkfaktor
• Resuspension von Sediment
• Bildung von Trübungsfahnen
• Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen
• Erhöhung oder Reduzierung der Sedimentation
3. Errichtung der OWEA und der Umspannplattform
Wie unter 2.
4. Verlegung der parkinternen Seekabel
• Querung von vorhandenen Unterwasserkabeln
• Direkte Störung oberflächennaher Sedimente
• Resuspension von Sediment
• Bildung von Trübungsfahnen
• Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen
• Erhöhung oder Reduzierung der Sedimentation
• Veränderung der Morphologie/Sedimentstruktur

* Handhabungsverluste sind während der Bauzeit bzw. Wartung als Eintrag von gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen in das marine Ökosystem und die darüber liegenden Luftschichten denkbar. Hierzu gehören Öle und Farben, Verpackungsmaterialien, Bauabfälle o. ä. Handhabungsverluste werden bei den verschiedenen Schutzgütern mit verschiedenen Wichtungen betrachtet. So sind beispielsweise für das Schutzgut Klima/Luft nur geringe Auswirkungen vorstellbar, während beispielsweise ein an Plastikresten verendeter Seehund für die Artengruppe Meeressäuger eine große Auswirkung darstellt. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Handhabungsverluste nicht auftreten dürften, da es ein Abfallwirtschaftskonzept ausreichend vor Baubeginn geben wird und Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung vorgeschlagen werden, die eine Entstehung dieser verhindern sollen. Eine Betrachtung der Handhabungsverluste in der UVS erfolgt im Rahmen des worst-case-Szenarios als der ungünstigste anzunehmende Fall.
** Die Möglichkeite eines Befahrensverbotes resultiert aus der Richtlinie der Wasser- und Schifffahrtsdirektion (WSD 2009) und wird hier so angenommen. Das sich daraus ergebende Nutzungsverbot (z. B. der fischereilichen Nutzung) steht in der öffentlichen Diskussion.

1.2.2 Anlagebedingte Wirkungen

Die zu erwartenden anlagebedingten Vorhabenswirkungen werden nach Art, Intensität und räumlicher Ausdehnung sowie Dauer auf der Grundlage des vorliegenden Planungskonzepts für den OWP „ARCADIS Ost 1“ beurteilt. Diese werden in Tab. 4 zusammengefasst.

Tab. 4: Übersicht über mögliche anlagebedingte Wirkfaktoren

Wirkfaktor
1. Offshore-Windpark allgemein mit Sicherheitszone (SZ)
• Nutzungsverbot
• Befahrungsverbot
• Befeuerung
2. Fundamente (OWEA und Umspannplattform, ggf. mit Kolkschutz)
a) Flächenüberbauung und Raumverbrauch
b) Bildung von Hartsubstrat unter Wasser (Fundament, ggf. Kolkschutz)
c) Hindernis im Wasserkörper mit
• Veränderung des Strömungsregimes
• Veränderung des Wellenfeldes
• Auskolkung / Sedimentumlagerungen
• Freisetzung von Nähr- und evtl. Schadstoffen
• Veränderung der Morphologie
3. Umspannplattform, Turm und Gondel sowie Rotor
• Hindernis im Luftraum

Wirkfaktor
• Kennzeichnung durch Beleuchtung und Farbgebung; Befeuerung
• Sichtbarkeit im Luftraum
• Einbringen von Hartsubstrat / Siedlungsfläche über Wasser
4. Parkinterne Verkabelung
• Stofffreisetzung aus dem Kabel und der Ummantelung, Armierung
• Veränderung der Morphologie
• Veränderung des Strömungsregimes (nur bei Deckelung, Abdeckung), der Sedimentverteilung (Sedimentumlagerungen, Auskolkungen u. ä.), der Sedimentdynamik, der Wasserbeschaffenheit (Salz-, Temperatur-, Dichte-, Sauerstoff-, Nährstoff- und Schichtungsverhältnisse)
• Flächeninanspruchnahme, Habitatverlust, Habitatveränderung
• Sperrungen, Einschränkungen, potenzielle Gefährdungen und Beeinträchtigungen für andere Nutzungen
• Einbringung von Fremdmaterialen in das Sediment, Sedimentverluste, Veränderung der Sedimenteigenschaften
5. Tonnen/Seezeichen
a) Kennzeichnung (Beleuchtung und Farbgebung; Befeuerung)
b) Schaffung von Unterwasser- und Überwasser-Hartsubstratflächen

1.2.3 Betriebsbedingte Wirkungen

Die betriebsbedingten Wirkungen werden anhand der Kenntnisse des aktuellen Planungsstandes ermittelt. Unabhängig von den durch den Betrieb des Windparks direkt verursachten betriebsbedingten Vorhabenswirkungen entstehen möglicherweise auch Sekundärwirkungen, die überwiegend Schadstoffemissionen (Ver- und Entsorgung, Wartung und Pflege der Anlagen) zur Folge haben können. Des Weiteren werden die zu erwartenden Vorhabenswirkungen im Fall von Betriebsstörungen diskutiert.

Tab. 5: Übersicht über mögliche betriebsbedingte Wirkfaktoren, störungsfreier Betrieb

Wirkfaktor
1. Umspannplattform, Fundamente und Turm sowie Rotor stehend
a) Schattenwurf
b) Hindernis im Luftraum
2. Rotor (drehend)
a) Hindernis im Luftraum
b) Veränderungen des Windfeldes
c) Geräuschemission und Vibrationen
• Wasser
• Luft
d) Visuelle Unruhe durch
• Schattenwurf
• Lichtreflexionen
• Drehbewegung
e) Erhöhung der Sichtbarkeit*
3. Parkinterne Verkabelung
• Einflüsse auf die Temperaturverhältnisse im Sediment (und ggf. im Wasser), Erzeugung von Wärme, Auswirkungen auf Wasser und Boden; Beeinträchtigung von Tierlebensräumen in Kabelnähe
• Erzeugung magnetischer Felder (Wanderbarriere)
• Erzeugung elektrischer Felder
• Wirkungen von Kontroll- und Inspektionsarbeiten

Wirkfaktor
• Mögliche Wirkungen einer Temperaturerhöhung in der Umgebung der Kabel auf die Sedimentchemie, Fauna und Flora
• Mögliche Wirkungen von elektromagnetischen Feldern, insbesondere auf Fische und Meeressäuger
4. Instandhaltungsarbeiten
a) Handhabungsverluste
b) Geräuschemission/Unruhe durch erhöhten Schiffsverkehr

* gegenüber den OWEA mit stehendem Rotor; Blick wird stärker auf den sich drehenden Rotor gelenkt

Tab. 6: Übersicht über mögliche betriebsbedingte Wirkfaktoren, Betriebsstörungen

Wirkfaktor
1. Reparaturarbeiten
s. baubedingt (Tab. 3)
Verschleiß- und witterungsbedingte Wirkungen
2. OWEA
a) Defekte am Rotor
b) Defekte am Turm
c) Defekte an und in der Gondel
• Kabelbrand
3. Umspannplattform
a) Defekte an den baulichen Anlagen
b) Defekte an den technischen Einrichtungen
c) Defekte in der Verkabelung
4. Kabel
a) Freispülung des Kabels
Fremdeinwirkung-Unfall
5. Kollisionen
Schiff-OWEA*
6. Kabel, Witterungsbedingte Wirkungen, fremdverursachte Wirkungen
a) Beschädigung der Kabel durch Fremdeinwirkung (vor allem Ankern, Fischerei oder bei anderen Bautätigkeiten)

* Hier werden die Auswirkungen von Anschlägen (Sabotageakten), vorsätzlichen grob fahrlässigen Handlungen, Flugunfällen usw. nicht berücksichtigt, da diese weder vorhersehbar noch in ihren Auswirkungen berechenbar sind.

1.3 Rechtliche Grundlagen

Bei dem hier betrachteten Vorhaben handelt es sich nach dem Anhang zur 4. BImSchV Pkt. 1.6, Spalte 2 „Windkraftanlagen mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern“ um eine genehmigungsbedürftige Anlage. Nach dem UVPG Anlage 1 der Liste UVP-pflichtiger Vorhaben, Nr. 1.6.1 „Errichtung und Betrieb einer Windfarm mit Anlagen mit einer Gesamthöhe von jeweils mehr als 50 Metern mit 20 oder mehr Windkraftanlagen“ ist das Vorhaben UVP-pflichtig. Aufgrund der festgestellten UVP-Pflicht folgt nach § 2 Ziffer 1 Buchstabe c. der 4. BImSchV, dass über den Genehmigungsantrag im förmlichen Verfahren nach § 10 BImSchG zu entscheiden ist.

Gegenstand der Prüfung der Umweltverträglichkeit ist nach §1a der 9. BImSchV die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der für die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen sowie der Belange des Naturschutzes und Landschaftspflege bedeutsamen Auswirkungen der UVP-pflichtigen

Anlage auf Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, Kultur und sonstige Sachgüter, sowie die Wechselwirkungen zwischen den vorab genannten Schutzgütern.

Wesentliche Rechtsgrundlagen für die Erstellung der UVS sind im Kapitel 10 (Literatur- und Quellenverzeichnis mit Auflistung wichtiger Gesetze und Richtlinien) zusammengestellt.

Ziel der UVS ist die Beurteilung des geplanten Vorhabens hinsichtlich seiner umweltrelevanten Auswirkungen unter Berücksichtigung der umweltgesetzlichen Zulassungsvoraussetzungen. Damit sollen der zuständigen Genehmigungsbehörde die erforderlichen Informationen für das verwaltungsbehördliche Prüfverfahren, die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), bereitgestellt werden.

Aus genehmigungsrechtlicher Sicht wird darauf verwiesen, dass nach Vorgaben des Landesraumentwicklungsprogramms Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V - MfABL M-V 2005) ein „Marines Eignungsgebiet für Windenergieanlagen“ für die Errichtung der Anlagen in der 12-sm-Zone nordöstlich von Rügen ausgewiesen ist. Dieses Eignungsgebiet für Windenergieanlagen in dem das geplante Vorhaben zum Teil gelegen ist, wurde nach raumordnerischen und landesplanerischen Gesichtspunkten bereits vorgeprüft. Aufgrund noch fehlender wissenschaftlicher Erkenntnisse wurde zur Ermittlung der konkreten Standorte der Windenergieanlagen innerhalb des marinen Eignungsgebietes ein Raumordnungsverfahren durchgeführt. Die Landesplanerische Beurteilung liegt mit Datum vom 04.02.2013 vor. Die Inhalte der Stellungnahmen zum ROV und deren Erwiderungen fanden ebenso Eingang in die vorliegende Unterlage.

Aufgrund der räumlichen Lage des Vorhabensgebietes zu gemeldeten bzw. vorgeschlagenen EU-Vogelschutz- bzw. FFH-Gebieten ist eine Verträglichkeitsuntersuchung zu den Erhaltungszielen dieser Gebiete gemäß § 21 Abs. 2 NatSchAG M-V sowie § 34 Abs. 1 BNatSchG in Verb. mit Art. 6 FFH-RL durchzuführen (IFAÖ 2013b). Weiterhin ist ein gesondertes Artenschutzdokument (IFAÖ 2013c) zu erstellen.

Die zuständige Genehmigungsbehörde für das Verfahren nach BImSchG ist das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern (StALU VP), Dienststelle Stralsund (ehemals Staatliches Amt für Umwelt und Natur StAUN Stralsund).

2. Raumstruktur und Raumnutzung

In diesem Kapitel werden die bestehenden Planungen, Schutzgebiete und die Raumnutzungen aufgeführt. Dabei wird nur auf die Teile eingegangen, die nicht zur Vorhabensbeschreibung gehören. Dies gilt besonders für die Beschreibung und Darstellung der Wirkräume, die nicht schon an dieser Stelle erfolgt, sondern erst im Kapitel 3.1.

2.1 Übergeordnete Planungen und Vorgaben, Behördliche Hinweise

2.1.1 Raumordnung und Landesplanung

Landesraumentwicklungsprogramm M-V (LEP M-V, MfABL M-V 2005)

Nach dem Landesraumentwicklungsprogramm M-V sind folgende Ausweisungen für das Vorhaben relevant:

- marines Eignungsgebiet für Windenergieanlagen (Abb. 3): Das Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ liegt etwa zur Hälfte innerhalb des Eignungsgebietes.

Der geplante Offshore-Windpark liegt anteilig innerhalb eines im Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern ausgewiesenen marinen Eignungsgebietes für Windenergieanlagen, welches sich ca. 17 km nordöstlich vom Kap Arkona/Rügen befindet. Frühere Planungen sahen die OWP-Flächen komplett innerhalb des Eignungsgebietes vor, mussten jedoch im Zuge der Projektentwicklung in südöstliche Richtung verlagert werden (Informationen dazu enthält Kapitel 2.4.2).

Abb. 3: Detailkarte C der digitalen Karte des LEP M-V (Quelle: www.mv-regierung.de/vm/raumordnung/aktuell_neuaufstellung_karte_CMS.html)

In größerer Entfernung zum Vorhaben sind aus Abb. 3 die nördlich und südlich gelegenen wichtigen Seeverkehrsverbindungen (blaue Schraffur) ersichtlich sowie die Vorbehaltsgebiete Naturschutz und

Landschaftspflege auf Gewässern (grüne Längsschraffur) nördlich der Insel Rügen. Weitere raumordnerische Festlegungen (u.a. Vorbehaltsgebiet Tourismus und Vorbehaltsgebiet Tourismus im Küstenraum – gelbe Schraffur, Vorbehaltsgebiet Naturschutz und Landschaftspflege – grün, marines Vorranggebiet und Vorbehaltsgebiet Rohstoffsicherung) und nachrichtliche Übernahmen (z. B. Fauna-Flora-Habitatgebiet, überregional bedeutsamer Hafen - Sassnitz) sind der obigen Detailkarte zu entnehmen bzw. unter
www.mv-regierung.de/vm/raumordnung/aktuell_neuaufstellung_karte_CMS.html erhältlich.

Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern (RREP) (REGIONALER PLANUNGSVERBAND VORPOMMERN 2010)

Nach dem Regionalen Raumentwicklungsprogramm Vorpommern sind für den Offshore-Windpark keine Flächenzuweisungen zu beachten
(http://www.rpv-vorpommern.de/regionalplanung.html).

2.1.2 Landschaftsprogramm und Landschaftsrahmenplanung

Gutachtliches Landschaftsprogramm M-V (GLP M-V, UM M-V 2003)

Nach Gutachtlichem Landschaftsprogramm M-V sind folgende Informationen und Flächenzuweisungen relevant:

- Analyse und Bewertung des Lebensraumpotentials auf der Grundlage von Strukturmerkmalen der Landschaft: Meeresgebiet Arkonasee und Pommersche Bucht (östlich Darßer Schwelle) im Vorhabensbereich ausgewiesen als artenarmes Benthal (überwiegend als Folge von Eutrophierung), einzelne charakteristische Arten noch vorhanden, in der Regel ohne Phytal; Bewertung: mittel bis hoch, entspricht Bewertungsstufe 2 (Bewertungsstufe 1 = gering bis mittel, Bewertungsstufe 4 = sehr hoch)
- Klassifizierung der Küstengewässer nach Trophie und organischer Belastung 1998 an den Messstellen des Messnetzes zur Güteüberwachung der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns: Küstengewässer nordöstlich Rügens eingestuft in Klasse 2 (mesotroph)
- Küstengewässer ausgewiesen als wertvolles Landschaftsbildelement, im Vorhabensbereich mit der Bewertungsstufe gering bis mittel
- naturräumliche Gliederung: Landschaftszone „Ostseegebiet“ östlich der Darßer Schwelle „Arkonasee“, Großlandschaft „Lichtarme Tiefenzone (>20 m) der äußeren Seegewässer der Arkonasee“, Landschaftseinheit „Bereich mit temporärem Sauerstoffmangel im Tiefenwasser der Arkonasee“ in dem der Vorhabensbereich liegt

Gutachtlicher Landschaftsrahmenplan Vorpommern (LUNG M-V 2009a)

Mit Stand Oktober 2009 liegt die erste Fortschreibung des GLRP VP (http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/natur/landschaftsplanung_portal/glrp_vp_download.htm) vor. In den Untersuchungsraum für den GLRP werden die Küstengewässer bis zur 1-sm-Zone einbezogen. Dementsprechend sind für das hier betrachtete Vorhaben keine Flächenzuweisungen erfolgt.

Raumordnungsplan für die deutsche AWZ in der Ostsee (BSH 2009b)

Der ROP trifft Festlegungen für den Bereich der AWZ. Nordwestlich an den geplanten OWP angrenzend ist ein „Vorbehaltsgebiet Schifffahrt“ festgelegt, was in der Folge dazu geführt hat, dass die Windparkplanung an diesen Sachverhalt angepasst wurde (vgl. Abb. 21 und Abb. 22 in Kap. 2.4.2 sowie Karte III „Marine Nutzungen“ im Anhang). An das „Vorbehaltsgebiet Schifffahrt“ schließt sich im Nordwesten ein „Vorranggebiet Schifffahrt“ an. Außerdem ist im ROP ein „Vorbehaltsgebiet Forschung“ dargestellt, das sich in nordöstlicher Richtung in Windparknähe erstreckt.

2.1.3 Behördliche Hinweise

Dem Genehmigungsverfahren nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) ging ein Raumordnungsverfahren gemäß § 15 Raumordnungsgesetz (ROG) i. V. m. § 15 Landesplanungsgesetz (LPlG) MV voraus, in welchem die Übereinstimmung des Vorhabens mit den Erfordernissen von Raumordnung und Landesplanung geprüft und durch die Landesplanerische Beurteilung (MfEIL M-V 2013) bestätigt wurde. Im Zuge dieses Verfahrens wurde die Öffentlichkeit beteiligt und hatte die Möglichkeit Stellung zu den vorgelegten Umweltunterlagen zu nehmen. Die Einwendungen sowie die Maßgaben der Landesplanerischen Beurteilung wurden bei der Erstellung der vorliegenden Umweltunterlagen für den Genehmigungsantrag nach BImSchG berücksichtigt.

Die Ergebnisse des Scopingtermins am 12.07.2007 (Verlaufs- und Ergebnisprotokoll vom 15.08.2007) hinsichtlich Gegenstand, Umfang und Methodik der Umweltverträglichkeitsprüfung sind unter Berücksichtigung der Stellungnahmen der beteiligten Fachbehörden und Träger öffentlicher Belange Bestandteil der „Unterrichtung nach § 2a der 9. BImSchV über die voraussichtlich beizubringenden Unterlagen für das UVP-pflichtige Vorhaben der Errichtung und des Betriebes eines Offshore Windparks vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns nordöstlich vom Kap Arkona (Rügen) (OWP „ARCADIS Ost 1“)“ (STAUN STRALSUND 2007b) und somit in der vorliegenden Studie berücksichtigt. Der Untersuchungsrahmen wurde nach mehreren Beratungen durch die zuständigen Raumordnungs- bzw. Genehmigungsbehörden mit Schreiben vom 23.07.2008 / 28.07.2008 entsprechend dem Planungsfortschritt für das Vorhaben und z. B. aufgrund neuer Erkenntnisse über den Vogelzug angepasst. Die Schwerpunkte bzgl. der Untersuchung der einzelnen Schutzgüter wurden durch die Raumordnungsbehörde festgelegt und sind in Kapitel 3.1 zusammengefasst.

Beim Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit sollen die Ermittlung und Bewertung möglicher Auswirkungen auf die Erholungsnutzung, die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs (vgl. Stellungnahme der WSD Nord; Ergebnisse der Risikoanalysen fließen hier ein) und Belange der Landesverteidigung (U-Boot-Übungsgebiet; vgl. Stellungnahme der Wehrbereichsverwaltung Nord) die Schwerpunkte bilden. Dies geschieht in den Kapiteln 4.1 und 5.1.

Weiterhin machte der Scopingtermin deutlich, dass dem Anliegen insbesondere des LUNG M-V, projektbezogene Daten zum Fledermauszug über See zu erheben, gegenwärtig noch unüberwindliche technische Hindernisse entgegenstehen. Forderungen nach Untersuchungen der Bedeutung des Vorhabensgebietes für den Fledermauszug wurden erneut in den Stellungnahmen der TÖBs zu den Umweltunterlagen im Raumordnungsverfahren gestellt (vgl. IFAÖ 2011). Die Beantwortung dieser Fragestellung ist nur durch grundlegende Forschungsarbeit zu erreichen, welche dem Vorhabensträger nicht zuzumuten ist. Demnach sind für die Beschreibung des Fledermauszuges (erfolgt in Kapitel 4.7.7.2) und die diesbezüglichen Auswirkungsprognosen (dazu Kapitel 5.7.7) die verfügbaren Erkenntnisse aus der Literatur, aus Gutachten und weiteren Untersuchungen heranzuziehen.

Den Stellungnahmen bezüglich der Abweichungen bei Untersuchungszeiträumen, dem Untersuchungsgebiet und dem Probenumfang von den Vorgaben des Standarduntersuchungskonzeptes (StUK 3) ist zu entgegnen, dass dies mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt wurde (STAUN STRALSUND 2007b) und darüber hinaus das StUK für Windparks im Küstenmeer lediglich eine Orientierung darstellt (vgl. Kap. 3.1). Im Fall der Untersuchungen des Vogelzuges werden die Vorgaben des StUK sogar überschritten (Anzahl der Untersuchungstage, Einsatz eines Zielfolgeradras).

Auf die einzelnen Kritikpunkte an den Auswertungen der Bestände und Auswirkungsprognosen zu Fischen, Seevögeln, Vogelzug und Fledermäusen wird in den entsprechenden Kapiteln der UVS eingegangen. Die Anmerkungen welche sich auf Artenschutz und FFH-Verträglichkeit beziehen, werden in den entsprechenden Unterlagen behandelt.

2.2 Schutzgebiete (Naturschutz)

2.2.1 Internationale Schutzgebiete

Der geplante Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ liegt außerhalb der Schutzgebietsmeldungen nach FFH-Richtlinie und EU-Vogelschutzrichtlinie in der 12-sm-Zone von Mecklenburg-Vorpommern sowie außerhalb von IBA-Gebieten (vgl. Karte I des Kartenanhangs).

Die am nächsten zum OWP „ARCADIS Ost 1“ gelegenen FFH-Gebiete und EU-Vogelschutzgebiete befinden sich in den nachfolgend angegebenen Entfernungen:

EU-Vogelschutzgebiete/SPA

- ca. 21 km Entfernung zum EU-Vogelschutzgebiet „Westliche Pommersche Bucht“ (DE 1649-401) sowie
- ca. 21 km Entfernung zum in der AWZ gelegenen EU-Vogelschutzgebiet „Pommersche Bucht“ (DE 1552-401).

Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (GGB/FFH-Gebiete)

- ca. 14 km Entfernung zum GGB „Erweiterung Libben, Steilküste und Blockgründe Wittow und Arkona“ (DE 1345-301),
- ca. 18 km Entfernung zum GGB „Steilküste und Blockgründe Wittow“ (DE 1346-301),
- ca. 11 km Entfernung zum in der AWZ gelegenen GGB „Westliche Rönnebank“ (DE 1249-301).

Die Lage dieser internationalen Schutzgebiete ist in Karte I des Kartenanhangs dargestellt.

Aus dem Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ sind nach LUNG MV (2011) keine Vorkommen der marinen FFH-LRT „Sandbänke“ (EU-Code 1110) und „Riffe“ (EU-Code 1170) bekannt.

2.2.2 Nationale Schutzgebiete

Nationale Schutzgebiete sind vor allem im terrestrischen Teil des betrachteten Raumes ausgewiesen. Einzelne Naturschutzgebiete umfassen auch Flachwasserbereiche in Küstennähe, liegen jedoch in relativ großer Entfernung zum geplanten Offshore-Windpark (vgl. Karte II des Kartenanhangs). Die am nächsten zum OWP „ARCADIS Ost 1“ gelegenen nationalen Schutzgebiete sind das LSG „Ostrügen“ und NSG „Nordufer Wittow mit Hohen Dielen“ in einer Entfernung von ca. 19 km. Da auf nationale Schutzgebiete maßgebliche Einflüsse durch das Vorhaben nicht zu erwarten sind, erfolgen hier keine weiteren Erläuterungen dazu.

2.3 Raumnutzungen

2.3.1 Schifffahrt, Häfen, Werften, Anleger

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Schifffahrt (Lage zu Schifffahrtsrouten anhand Angaben der Seekarte, Sportbootkonzept, http://www.vm.mv-regierung.de/raumordnung/doku/Sportbootkonzept_mv-teil-1.pdf, http://www.vm.mv-regierung.de/raumordnung/doku/Sportbootkonzept_mv-teil-2.pdf), Häfen (Fährhafen Sassnitz, http://www.sassnitz-ruegen.de/sassnitz-faehrhafen.html und weitere).
- Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen für den OWP „ARCADIS Ost 1“ (DNV 2010, 2012)

Beschreibung:

Der Schiffsverkehr setzt sich im betrachteten Seegebiet aus Linienverkehr und Flächenverkehr zusammen. Zum Linienverkehr werden Schiffe gezählt, die in markierten Fahrwassern oder Verkehrstrennungsgebieten fahren. Alle anderen Schiffe werden dem Flächenverkehr zugerechnet. Ausgewiesene Verkehrstrennungsgebiete sind im hier betrachteten Untersuchungsgebiet nicht vorhanden. Als wichtige Seeverkehrsverbindungen können die in Abb. 3 enthaltenen aufgeführt werden.

Die Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ (DNV 2010, 2012) enthält eine Beschreibung des Schiffsverkehrs hergeleitet aus den regionalen AIS-Daten (Erhebung August und November 2008 sowie Februar 2009). Auf dieser Basis wurde die nachfolgend dargestellte Dichteverteilung der Schiffswege bzw. Verkehrsdichtekarte (Abb. 4) erstellt, die abgegrenzte Verkehrskorridore im Seegebiet um den geplanten OWP verdeutlicht. Zu diesen zählen:

- der Schiffsverkehr zur und von der östlichen Ostsee über die Route nördlich von Bornholm (Bornholms Gat) herunter durch die Kadetrinne,
- der Fähr- und Linienverkehr zwischen Schweden (Trelleborg und Ystad), Deutschland (Kiel, Sassnitz) und Polen (Swinoujście) sowie zwischen Bornholm und Deutschland,
- der Schiffsverkehr zwischen dem Øresund und Bornholms Gat nördlich von Bornholm,
- die Passage südlich von Bornholm,
- die Kadetrinne sowie
- die deutschen und polnischen Häfen in der Region (Sassnitz, Swinoujście)

Abb. 4: Schiffsverkehrsdichte auf Grundlage der AIS-Daten (aus DNV 2010)

Weitere Informationen u.a. zur Schiffsklassifikation sind dem Fachgutachten (DNV 2010) zu entnehmen.

Zusätzlich zu den gerichteten Schiffsbewegungen findet nördlich und östlich von Rügen Flächenverkehr kleinerer Schiffe statt (Sportschifffahrt, Fischerei). Die Außenküstenzone entlang der Insel Rügen ist ein intensiv genutztes Gebiet der Sportschifffahrt, wobei davon ausgegangen werden kann, dass der Sportbootverkehr mit zunehmender Entfernung zur Küste geringer wird. Diese Einschätzung bestätigt die Erfassung der Schiffe und Sportboote im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet (vgl. Abb. 5, aus IFAÖ 2013H). Nach den unmittelbaren Schiffsbeobachtungen während der Flugzeugzählungen lässt sich der flächenhafte Schiffsverkehr so beschreiben, dass sich die Sportboote meist in der Nähe zum Land (Insel Rügen) aufhalten, während die Angelboote auch die tieferen Gewässer des Arkonabeckens nutzen.

Abb. 5: Während der Seevogel-Flugzeuzählungen erfasste Schiffe und Sportboote (aus IFAÖ 2013H)

Die marinen Nutzungen sind in Karte III dargestellt. Häfen, Werften und Anleger sind nicht im unmittelbaren Windparkumfeld vorhanden. In weiterer Entfernung (ca. 35 km) liegt der überregional bedeutsame Hafen Sassnitz.

2.3.2 Fischerei

Daten- und Informationsgrundlagen:

Zur Beschreibung des gegenwärtigen Standes der Fischereiaktivitäten (Fanggebiet ICES-Rechteck 38G3) wurde das Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g) erstellt. Im dortigen Kapitel 2.2 und Literaturverzeichnis sind die entsprechenden Daten- und Informationsgrundlagen aufgeführt. So wurden u. a. Datensätze bzgl. Anlandegewichte und Erlöse von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und

Ernährung (BLE) sowie Angaben des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei (LALLF M-V) herangezogen. Weiterhin wurden VMS-Daten zur Erfassung der direkten Fischerei im Vorhabensgebiet für das Jahr 2008 ausgewertet (Datengrundlage BLE).

Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich laut IFAÖ (2013g) über 5 Jahre - von 2004 bis 2008, um die Entwicklung der Fischerei in den letzten Jahren veranschaulichen zu können. Die Auswertung bezieht sich ausschließlich auf reine Fischanlandungen, wodurch andere Meerestiere wie Muscheln und Krebse nicht betrachtet wurden.

Beschreibung:

Das etwa 30 km² umfassende Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ liegt im Rechteck 38G3 (Abb. 6) des ICES-Gebietes IIId-24 innerhalb der Ostsee (Einteilung der Meere und Gewässer durch den internationalen Rat für Meeresforschung, ICES = International Council for the Exploration of the Sea).

Abb. 6: Lage des OWP „ARCADIS Ost 1“ im ICES-Rechteck 38G3 des ICES-Gebietes IIId-24

Da für das Vorhaben ein Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g) erarbeitet wurde, welches dem Anhang beiliegt, erfolgt anschließend eine zusammenfassende Darstellung der fischereilichen Situation im Betrachtungsraum. Für weitere Erläuterungen wird auf das Fachgutachten verwiesen.

Auszug Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g):

Auf der Basis der statistischen Angaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung zu Fangmengen und Erlösen der deutschen Fischerei im ICES- Rechteck 38G3 wurde die fischereiliche Situation für den Zeitraum 2004 bis 2008 dargestellt. Die Zielarten im Fischereigebiet sind Hering, Dorsch und Flunder. Diese Fischarten (einschließlich Sprotte) bildeten über 90% der Gesamtfang-

menge von 44.817 t (vgl. Abb. 7). An den Gesamterlösen von 19.566.491 € waren besonders die Arten Hering und Dorsch mit zusammen 76% beteiligt (vgl. Abb. 8). Die Anlandemengen und die entsprechenden Erlöse blieben über die Jahre auf etwa gleichem Niveau und lagen zwischen 7.527 t und 3.222.599 € (2004) sowie 10.761 t und 4.386.558 € (2006) pro Jahr (vgl. Tab. 7, Abb. 9). Auf diese drei Fischarten existiert ein starker fischereilicher Druck wodurch es in den letzten Jahrzehnten zu einer deutlichen Reduktion der Bestandsgrößen dieser Arten und einer damit einhergehenden Abnahme der Fangerträge kam. Ein gezieltes Bestandsmanagement mit entsprechenden Höchstfangmengen wurde seitens der Europäischen Union entwickelt und hat sich als notwendiges Werkzeug zur Bestandsregulierung etabliert und bewährt.

Abb. 7: ***Darstellung der Anteile der mittleren Anlandegewichte der wichtigsten kommerziellen Zielfischarten in den Jahren 2004 – 2008***

Abb. 8: ***Darstellung der Anteile der mittleren Erlöse der wichtigsten kommerziellen Zielfischarten in den Jahren 2004 – 2008***

Abb. 9: ***Jährliche deutsche Gesamtanlandungen aus dem Rechteck 38G3 von 2004 bis 2008 (aus: IFAÖ 2013g)***

Tab. 7: ***Absolute Anlandegewichte in Kilogramm deutscher Fischereifahrzeuge aus dem Rechteck 38G3 für die Jahre 2004 bis 2008 in der Ostsee***

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Anlandungen (kg)					
		2004	2005	2006	2007	2008	Mittelw.
Anguilla anguilla	Aal	43.715	33.154	31.718	26.978	25.774	32.268
Clupea harengus	Hering	5.192.699	6.829.073	8.820.619	5.454.108	7.471.307	6.753.561
Sprattus sprattus	Sprotte	430.499	30.689	8.827	314.102	37.442	164.312
Rutilus rutilus	Plötze	113.687	207.205	42.168	97.084	176.652	127.359
Esox lucius	Hecht	31.675	30.850	23.865	42.861	35.891	33.028
Gadus morhua	Dorsch	857.685	890.154	1.009.545	1.202.692	898.857	971.787
Pleuronectes platessa	Scholle	31.797	49.204	118.851	81.560	82.263	72.735
Platichthys flesus	Flunder	674.635	368.650	454.734	818.800	874.101	638.184
	Rest	150.581	186.637	250.801	123.159	139.614	170.158
	Gesamt	**7.526.973**	**8.625.616**	**10.761.128**	**8.161.344**	**9.741.901**	**8.963.392**

Datenbasis: statistische Angaben BLE

Die Fischerei im Rechteck 38G3 wird maßgeblich durch die Betriebe der Kleinen Hochsee- und Küstenfischerei bestimmt. Dabei dominiert die aktive Fischerei mittels Grund- und Schwimmschleppnetzen. Innerhalb der 3 sm-Zone ist nur die Nutzung von passiven Fanggeräten wie Stellnetzen, Langleinen sowie Reusen erlaubt und dominiert dementsprechend die Fischerei im Bereich der Insel Rügen (vgl. Tab. 8). Das untersuchte Gebiet wird fischereilich von der internationalen Fischereiflotte (hauptsächlich Dänen, Schweden und Letten) nur wenig genutzt und entspricht einem Anteil von ca. 5% der gesamten Fischerei im betrachteten ICES-rectangle (ca. 95% Anteil deutsche Fischerei). Dabei lag der Fokus der internationalen Fischerei auf den Hauptzielarten Hering, Sprott und Dorsch, wobei im Wesentlichen Grund- und Schwimmschleppnetze zum Einsatz kamen. Die deutsche Fischerei dominiert das Fanggebiet ICES- Rechteck 38G3. Das Vorhabensgebiet (30 km²) einschließlich einer Sicherheitszone von bis zu 500 m umfasst eine Fläche von ca. 47,14 km². Bei einer Ge-

samtgröße des betrachteten ICES-rectangle von 6.174 km² ergibt sich lediglich ein Flächenanteil des Vorhabensgebietes von ca. 0,8% (vgl. IFAÖ 2013g).

Tab. 8: Absolute Anlandegewichte in Kilogramm deutscher Fischereifahrzeuge aus dem Rechteck 38G3 für die Jahre 2004 bis 2008 aufgeteilt auf die eingesetzten Fanggeräte

Fanggerät	2004	2005	2006	2007	2008	**Gesamtergebnis**
Andere stationäre Fanggeräte	1.035					1.035
Baumkurre			4.438		3.695	8.133
Dreiwandnetze			527			527
Einschiff-Grundschleppnetz	1.358.234	1.063.463	1.358.660	1.584.000	1.556.204	6.920.561
Einschiff-Schwimmschleppnetz	163.234	12.548	74.667	246.892		497.341
Fangbauten, Labyrinthbauten, Fischzäune usw.		205.647	60.388	103.999	70.531	440.565
Fanggeräte mit Haken				336		336
Grundlangleine	7.158	15.478	35.236	10.243	18.791	86.906
Handangeln und Angeln		321	906			1.227
Korbreusen	660	1.100	40.757	45.378	8.837	96.732
Nicht bedeckte stationäre Reusen					66.756	66.756
Snurrewade mit Anker					14.564	14.564
Snurrewade ohne Anker	1.709			8.989	53.390	64.088
Sonstige	102.532		94.713			197.245
Stellnetze	186.875	335.016	604.244	584.113	565.619	2.275.867
Treiblangleine				1.799		1.799
Treibnetze	289					289
Zweischiff-Grundschleppnetz	1.880.161	1.952.433	2.401.093	1.007.472	995.501	8.236.660
Zweischiff-Schwimmschleppnetz	3.356.556	4.562.303	6.053.609	4.475.277	6.168.290	24.616.035
Gesamtergebnis	**7.058.443**	**8.148.309**	**10.729.238**	**8.068.498**	**9.522.178**	**43.526.666**

Datenbasis: statistische Angaben BLE

Im Untersuchungsgebiet wird gewerbliche Fischerei mittels Schlepp- und Stellnetzen betrieben (vgl. ICES 2008). Kutter wurden bei den Seevogel-Befliegungen über den gesamten Untersuchungszeitraum im Seegebiet festgestellt. Abb. 10 zeigt die räumliche Verteilung der Kutter und Netzstangen, die während der Flugzeugzählungen (Erfassung Seevögel, 8 Flüge im Zeitraum von 09/2007 bis 05/2008) verortet werden konnten. Die mit Abstand höchste Fischereiaktivität wurde bei den eigenen Befliegungen am 15.12.2007 registriert. An diesem Tag sind 20-30 Kutter registriert worden. An den übrigen Terminen wurden vielfach nur einzelne bis maximal 7 Fischereifahrzeuge bei den Überflügen festgestellt. Neben der Schleppnetzfischerei findet auch Stellnetzfischerei vorrangig in geringe-

ren Wassertiefen im Bereich von Hartböden statt. Die höchsten Dichten von Netzstangen wurden ufernah an der Halbinsel Wittow und weiter östlich entlang der Hangkante zur nördlichen Oderbank bzw. zum Adlergrund registriert. (vgl. IFAÖ 2013H) Bereits bei früheren Befliegungen wurden insbesondere im Bereich des westlichen Adlergrundes deutlich höhere Netzdichten registriert (IFAÖ 2006a).

Abb. 10: Fischereiaktivitäten während der Seevogel-Flugzeugzählungen (aus: IFAÖ 2013H)

Im Folgenden werden die fischereilichen Aktivitäten mittels VMS-Daten zur näheren Erfassung der Fischerei innerhalb des Vorhabensgebietes dargestellt. Die zur Verfügung gestellten Daten umfassen den Zeitraum 2008. Die Abbildungen beinhalten die per Satellit erfassten Positionen von Fischereifahrzeugen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 2 – 4 kn bewegten. Dies entspricht den in der Fischerei üblichen Geschwindigkeiten während des Schleppens von aktiven Fanggeräten. Stehende Fahrzeuge und solche, welche sich mit mehr als 4 kn bewegten wurden nicht in den Darstellungen berücksichtigt, da sie nicht einwandfrei dem aktiven Fischereivorgang zugeordnet werden können. Abb. 11 zeigt das saisonale Aufkommen von Fischereifahrzeugen im ICES-rectangle 38G3 im Zeitraum 2008. Basierend auf den VMS-Daten war die Nutzung des Vorhabengebietes durch Fischereifahrzeuge im Winterzeitraum 2008 am höchsten. Zu diesem Zeitpunkt fand auch direkt im Gebiet Fischerei statt. Zu dieser Jahreszeit erfolgt die Fischerei hauptsächlich auf Plattfisch und Dorsch. Während des Frühjahres 2008 erfolgt die Fischerei traditionell auf den frühjahrslaichenden Hering. Wie aus Abb. 11 ersichtlich konzentriert sich die Heringsfischerei aber auf die küstennahen Bereiche entlang der 3 sm-Grenze der Insel Rügen. Das Vorhabensgebiet selber scheint für die deutsche Heringsfischerei des Frühjahres eher von geringer Bedeutung zu sein. Auch während der Sommer- und Herbstmonate wurde das Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ nur geringfügig von Fischereifahrzeugen frequentiert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Vorhabensgebiet von eher geringer Bedeutung für die deutsche Kleine Hochsee- und Küstenfischerei im Jahr 2008 war und dem-

entsprechend nicht zu den traditionellen Fangplätzen für diese Fischereibetriebe zu zählen ist. Allerdings konnten hier nur die VMS-Daten des Jahres 2008 betrachtet werden, wodurch interannuelle Schwankungen im Aufkommen der Fischereifahrzeuge bzw. in der Lokalisierung der Fangplätze nicht näher betrachtet werden konnten und dementsprechend Wissenslücken bestehen.

Abb. 11: Übersicht der fischereilichen Aktivität innerhalb des Vorhabensgebietes im Jahr 2008 auf Basis von VMS-Daten. Datenbasis: statistische Angaben BLE

Ein wesentlicher Aspekt für die Fischerei ist die kumulative Betrachtung der Vielzahl an Offshore-Windparkvorhaben. Aufgrund der deutlichen Zunahme an Offshore-Windparkprojekten in den letzten 10 Jahren werden potentiell auch die traditionellen Fanggebiete der deutschen Küstenfischerei in der Ostsee betroffen sein. Hierdurch kommt es zur Verlagerung der Fischerei auf andere Meeresgebiete. Hieraus ergeben sich für die Fischerei z. B. höhere Kosten durch längere Dampfstrecken zu weiter entfernt liegenden Fangplätzen. Dies spielt besonders für die passive Fischerei eine bedeutende Rolle, da nicht klar scheint, ob die angelandeten Fänge letztlich auch den höheren fischereilichen Aufwand ausgleichen. BERKENHAGEN et al. (2010a, b) konnten für die Nordsee bereits einen Verlust von etwa 53% der traditionellen Fangplätze für die Fischart Seezunge bezogen auf das Jahr 2006 ermitteln. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es in den nächsten Dekaden durch die Existenz vieler Windparks in der AWZ und einem Fischereiverbot zumindest für schleppende und am Boden fischende Fahrzeuge innerhalb der Windparkgebiete sowie durch die erhöhte Attraktion der Bauwerke auf die Fische zu lokalen Zunahmen kommen wird; dies trifft auch für die kommerziellen Fischarten zu (EHRICH et al. 2006). Von dieser Zunahme werden auch die Gebiete außerhalb der Windparks durch Abwanderung der Fische profitieren und letztendlich auch die Fischerei. Ob dadurch der Ver-

lust an Fanggebieten (der noch verstärkt wird durch wahrscheinliche Fangbeschränkungen in den FFH- und Vogelschutzgebieten), der geringere Fang durch die erhöhte Konkurrenz auf den verbliebenen Flächen und die Kosten längerer Dampfstrecken zu den Fanggründen ausgeglichen werden können, ist zurzeit nicht abzuschätzen und eher unwahrscheinlich.

2.3.3 Rohstoffwirtschaft, Klappstellen

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Rohstoffwirtschaft (Angaben des Bergamtes Stralsund zu Rohstoffentnahmegebieten, CONTIS-Datensatz des BSH, Quelle:
- http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeLeitungenSedimentEinbringung.pdf sowie des Rohstoffdatenkataloges der Lagerstätten des Landes M-V, „Kartieranleitung für das Kartenwerk oberflächennaher Rohstoffe Mecklenburg-Vorpommern 1 : 50.000 KOR 50 M-V“, LUNG M-V, Oktober 2002)
- Gutachten zur Berücksichtigung der Belange der marinen Rohstoffsicherung bei der Fortschreibung des Landesraumentwicklungsprogramms M-V für das Küstenmeer. (IFAÖ & FUGRO 2007).

Beschreibung:

Im Nahbereich des Vorhabensgebietes OWP „ARCADIS Ost 1“ befinden sich keine Gebiete, die für die Sedimentgewinnung oder Einbringung von Baggergut vorgesehen sind (vgl. http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeLeitungenSedimentEinbringung.pdf). Die nächsten Lagerstätten befinden sich in mindestens 20 km Entfernung in der Tromper Wiek („Tromper Wiek“, „Tromper Wiek E“, „Tromper Wiek SE“, „Tromper Wiek S“, „Tromper Wiek II-V“) und (süd-) östlich des Vorhabensgebietes in >20 km Entfernung („Adlergrund Nord“, „Adlergrund Nordost“ und „Adlergrund Südwest“).

Marine Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete Rohstoffsicherung sind im Bereich der Tromper Wiek ausgewiesen (LEP M-V - MFABL M-V 2005).

2.3.4 Militärische Nutzung / Luftfahrt

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Angaben der Seekarte und der CONTIS-Daten des BSH, http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSeeverkehrUndLandesverteidigung.pdf
- Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen für den OWP „ARCADIS Ost 1“ (DNV 2010, 2012)

Beschreibung:

Der geplante Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ liegt nördlich eines militärischen Übungsgebietes, das als U-Boot-Tauchgebiet („TROMP“) ausgewiesen ist. Östlich und nördlich des Vorhabensgebietes sind weiter entfernt liegende militärische Übungsgebiete (U-Boot-Tauchgebiete und Schieß-Übungsgebiete) ausgewiesen (CONTIS-Karte des BSH, Abb. 12, siehe auch Darstellung in Karte III, Kartenanhang).

Abb. 12: ***CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Schifffahrt und Landesverteidigung (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSeeverkehrUndLandesverteidigung.pdf)***

Da sich das LEP-Eignungsgebiet „marines Eignungsgebiet für Windenergieanlagen“ mit dem als Übungsgebiet (U-Boot-Tauchgebiet) der Marine deklarierten Gebiet überlagert, wurde das Vorhabensgebiet des geplanten OWP bereits geändert (Abb. 21), um diesbezügliche Nutzungskonflikte zu vermeiden.

Die Wehrbereichsverwaltung Nord – Außenstelle Kiel hat die folgenden Informationen über militärische Aktivitäten im Umfeld des Windparks bereitgestellt (aus DNV 2010):

- Das Luftterritorium ED-D 47 C (7.000 – 30.000 ft) wird von der 4. Luftwaffendivision Aurich, Ostfriesland, genutzt.
- Das Artillerie-Schießgebiet ED-D 47 A Pommersche Bucht nordwestlich des Windparks wird von der Marine für See- und Luftzielübungen genutzt und von der Luftwaffe für Luftkampf- und Tiefflugübungen.
- Die Windpark-Konfiguration ist so gewählt, dass es keine Überschneidung mit den U-Boot-Übungsgebieten Tromp und Arkona gibt.

Die Bundeswehr (Luftwaffe) unterhält in Putgarten auf Rügen eine Radarortungsanlage zur Luftverteidigung.

Militärischer Flugverkehr findet in allen Höhen statt, auf See finden aber verstärkt Tiefflugbewegungen statt. Hierbei gilt dann ebenfalls die Berücksichtigung von Hindernissen bei der Flugplanung. Es gelten die Regeln für Sichtflug.

„Luftstraßen“ im Sinne von festgelegten Flugrouten gibt es in Deutschland nicht. Die Routen für kontrollierte Flüge werden an Hand von ATS-Strecken[1] geplant. Die Überwachung von Flügen unterhalb von 8 km besteht in der Kontrolle von Start und Landung unter Angabe von Ziel und Herkunft. Sportflieger bewegen sich in der Regel unterhalb von 3 km Höhe, sind allerdings über dem Untersuchungsgebiet selten. Ein Bedarfsflugverkehr wird hier nicht berücksichtigt. Nach Luftverkehrsordnung gilt im Sichtflug eine Mindestflughöhe von 500 ft (150 m) über freiem Gelände, Hindernisse sind mit einem Mindestabstand von 150 m zu umfliegen. Hubschrauber für den Lotsenversatz oder im Rahmen von SAR oder Überwachung fliegen in der Regel unterhalb von 1,5 km Höhe. Diese Flüge finden nach Sichtflugregeln statt. Hierbei müssen im Rahmen der Flugvorbereitung Hindernisse berücksichtigt werden.

Auf Rügen befindet sich südwestlich von Bergen der Regionalflugplatz Güttin (Kategorie: Verkehrslandeplatz, vgl. http://www.m-vp.de/land/flughaefen-flugplaetze.htm). Es werden 20- bis 90-Minuten-Rundflüge (Insel Rügen, in nördliche Richtung bis Kap Arkona sowie Rügen-Zingst / Rügen-Usedom) angeboten (Angaben nach http://www.flugplatz-ruegen.de/).

2.3.5 Seekabel, Pipelines, Wracks

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Angaben der Seekarte und der CONTIS-Daten des BSH, http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeLeitungenSedimentEinbringung.pdf
- Stellungnahme des Landesamtes für Kultur und Denkmalpflege vom 05.01.2010 auf die Informationsabfrage des IfAÖ vom 07.12.2009
- Antwort des Landesamtes für Kultur und Denkmalpflege vom 04.08.2010 auf die Informationsabfrage zu Bodendenkmalen und Verdachtsflächen für die südöstliche Erweiterungsfläche des IfAÖ vom 21.07.2010

Beschreibung:

Der nördliche Bereich des Vorhabensgebietes OWP „ARCADIS Ost 1“ wird durch ein in Betrieb befindliches Telekommunikationskabel (Baltica Segment 3, Eigentum von Tele Denmark) von West nach Ost gequert (siehe Abb. 13 und Karte III – Marine Nutzungen).

[1] Air Traffic Services, DFS Waypoints

Abb. 13: ***CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Plattformen, Leitungen, Sedimentgewinnung, Einbringung (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeLeitungenSedimentEinbringung.pdf)***

Abb. 13 ist ebenfalls der Verlauf des geplanten Energiekabels von der Umspannplattform des OWP „ARCADIS Ost 1“ bis zum Erreichen des Netzeinspeisepunktes am Umspannwerk Lüdershagen (bei Stralsund) zu entnehmen. Für dieses eigenständige Vorhaben wurde das Raumordnungsverfahren mit der Landesplanerischen Beurteilung am 15.06.2011 abgeschlossen. In diesem Verfahren wurden zur Anlandung des Seekabels im nordöstlichen Bereich der Insel Rügen drei marine Trassenvarianten untersucht. Im Vorhabensgebiet und dessen direkter Umgebung sind keine Pipelines vorhanden oder geplant, weiter nördlich verläuft (bereits im Bereich der AWZ) eine geplante Erdgas-Rohrleitung (Abb. 13).

Informationen zu Wracks und Unterwasserhindernissen sind in Kapitel 4.6 enthalten und dem Kartenanhang, Karte IV, zu entnehmen. Die SSS-Untersuchungen zeigten einige nicht näher identifizierte Objekte, wobei es sich um Wrackteile handeln könnte (VBW & NAUTIK NORD 2009). Weitere Informationen dazu sind Kapitel 4.6 zu entnehmen.

2.3.6 Tourismus und Erholung

Daten- und Informationsgrundlagen:

Es gibt keine zusammenfassende Beschreibung zu Tourismus und maritim-touristischer Nutzung. Nachfolgend werden nutzbare Datengrundlagen aufgelistet:

- Landestourismuskonzeption Mecklenburg-Vorpommern 2010 (http://www.vorpommern.de/fileadmin/user_upload/dokumente/statistik/Landestourismuskonzept_2010.pdf)
- Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern 2010 (http://www.rpv-vorpommern.de/regionalplanung/rrep-vp-2010.html)
- Regionales Entwicklungskonzept Vorpommern, erste Fortschreibung 2004 (http://www.rpv-vorpommern.de/projekte/regionales-entwicklungskonzept.html)

- Regionale und lokale Tourismusgutachten
- Studie „Entwicklungschancen des maritimen Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern“ (MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS M-V 2010; http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/_Service/Publikationen/index.jsp?&publikid=2953)
- Im Internet ist des Weiteren eine Vielzahl von Informationen zum Tourismus an der Prorer und Tromper Wiek verfügbar (z. B. www.mv-maritim.de, www.ruegen.de, www.vorpommern.de u. ä.).

Aus diesem Grund wurde ein Fachgutachten zu den Auswirkungen auf den Tourismus angefertigt:

- ARCADIS (2010c): Vorhabenbedingte Auswirkungen des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ auf den Tourismus in der Region.

Beschreibung:

Die Insel Rügen (mit Hiddensee) hat mit Anteilen von 26% der Gästeankünfte und 30% der Übernachtungen am Gesamtmarkt Mecklenburg-Vorpommern eine große Bedeutung für den Fremdenverkehr. Besonders wichtig sind die Segmente Sommer-, Wasser-, Gesundheits-, Camping- und Radtourismus (vgl. WM M-V 2004). Gleichzeitig stellt der Fremdenverkehr den wesentlichsten Wirtschaftsfaktor der Insel dar.

Die nordöstliche Außenküste Rügens ist mit Kap Arkona, dem Nationalpark Jasmund und dem staatlich anerkannten Erholungsort Sassnitz ein beliebtes Ausflugsziel. Eine touristische Erholungsnutzung findet außer im Windparkuntersuchungsraum entlang der gesamten Tromper und Prorer Wiek ganzjährig statt. Der nördliche Küstenbereich Rügens ist im LEP M-V (MFABL M-V 2005) als „Vorbehaltsgebiet für Tourismus“ bzw. „Vorbehaltsgebiet für Tourismus im Küstenraum“ dargestellt (vgl. Kapitel 2.1). Die Gemeinden an der Nordostküste von Rügen zwischen den Halbinseln Wittow und Mönchgut sind als touristische Schwerpunkträume ausgewiesen. In diesen Gebieten sollen Qualität und Struktur des touristischen Angebots verbessert werden. Fast die gesamte Insel ist Tourismusentwicklungsraum, welcher als Ergänzung zu den Schwerpunkträumen entwickelt werden soll (vgl. RREP VP 2010). Eine Übersicht der Tourismusschwerpunkt- und –entwicklungsräume sowie ausgewählter Erholungsorte ist unter

http://www.rpv-vorpommern.de/fileadmin/dateien/dokumente/pdf/Plaene/Plan6.pdf zu finden.

Zu den Standortvorteilen zählen die attraktive Einheit von Meer, Strand, der abwechslungsreichen Küste sowie dem Landschaftsbild in Verbindung mit dem vielfältigen Freizeitangebot (Baden, Wassersport, Wandern, Naturerlebnisse / Naturbeobachtungen, Festspiele usw.).

Aufgrund der optischen Attraktivität der Nordostküste von Rügen ist das Aufkommen an Sportbooten und Ausflugsschiffen in Küstennähe sehr hoch, wobei es saisonale Unterschiede gibt. An diesem Küstenabschnitt befinden sich die Sportboothäfen Glowe, Lohme und Sassnitz. Von Sassnitz aus bestehen Fährverbindungen nach Trelleborg sowie nach Lübeck bzw. St.-Petersburg (vgl. Kapitel 2.3.1).

2.3.7 Windenergie

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Angaben des BSH unter
  http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/index.jsp
  einschließlich der CONTIS-Daten des BSH,
  http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeOffshoreWindparksPilotgebiete.pdf

Beschreibung:

Der geplante OWP „ARCADIS Ost 1“ liegt in der 12-sm-Zone und anteilig im marinen Eignungsgebiet für OWEA nach LEP M-V nördlich der Insel Rügen. Östlich und nordwestlich des Vorhabensgebietes liegen die aus der folgenden Abb. 14 ersichtlichen Offshore-Windparkvorhaben (geplant / genehmigt) in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) (s. auch Abb. 17).

Abb. 14: ***CONTIS-Karte des BSH – Ostsee: Offshore Windparks, Ausschnitt (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeOffshoreWindparksPilotgebiete.pdf, Stand: 02.10.2012)***

In großer Entfernung zum hier betrachteten OWP befinden sich die im „Besonderen Eignungsgebiet für Windenergieanlagen“ nach § 3 Seeanlagenverordnung (SeeAnlV) „Westlich Adlergrund“[2] (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSchutzUndEignungsgebiete.pdf, Abb. 15) liegenden genehmigten Windparks „Wikinger“ (ehemals „Ventotec Ost 2“) und „Arkona-Becken Südost“ (vgl. http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/index.jsp). Für den Offshore-Windpark „Wikinger“ liegt die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb von 80 Windenergieanlagen mit einer Leistung von etwa 5 MW sowie einer Umspannanlage vor. Die Windparkfläche umfasst ca. 30 km² und liegt minimal etwa 35 km nordöstlich der Insel Rügen. Gegenstand der Genehmigung für den etwa 40 km² umfassenden Windpark „Arkona-Becken Südost“ sind Errichtung und Betrieb von ebenfalls 80 Windenergieanlagen sowie einer Messplattform zur Erfassung meteorologischer und meeresphysikalischer Daten. Das direkt an der AWZ-Grenze und zwischen den beiden vorab genannten Windparks liegende Windparkgebiet „Wikinger-Süd“ (ehemals „Arcadis Ost 2“) wird als geplantes Vorhaben geführt (http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeOffshoreWindparksPilotgebiete.pdf, Abb. 14). In diesem Bereich sind 18 einzelne Windenergieanlagen geplant (http://www.4coffshore.com/windfarms/windfarms.aspx?windfarmId=DE44).

[2] vgl. „Festlegung des besonderen Eignungsgebietes für Windenergieanlagen "Westlich Adlergrund" gemäß § 3a der Verordnung über Anlagen seewärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres“ (Bek. d. BSH v. 16.12.2005, GMBl. 1259).

Über „Wikinger-Süd“ liegen die Planungen „Adlergrund 500“ und „Adlergrund GAP“ (vgl. Abb. 17). Weitere Vorhaben an der Grenze der deutschen AWZ, die sich teils ebenfalls überschneiden sind „Arkona See Ost“, „Windanker“, „Adlergrund Nordkap“ sowie „Wikinger-Nord“ (vgl. Abb. 16 und Abb. 17)

Abb. 15: ***Besondere Eignungsgebiete zur Nutzung von Offshore Windenergie „Westlich Adlergrund“ und „Baltic 2“ (bisher „Kriegers Flak“) (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSchutzUndEignungsgebiete.pdf)***

Abb. 16: ***Übersicht zu Windparkplanungen im Bereich des Adlergrundes (Quelle: http://www.4coffshore.com/offshorewind/, Stand 30.01.2013)***

„Ventotec Ost 2“ = „Wikinger“

Abb. 17: ***Detailansicht zu Windparkplanungen im Bereich des Adlergrundes (es liegen z. T. unterschiedliche Koordinatenangaben vor, hier eine Variante) (Quelle: IFAÖ 2009)***

Des Weiteren sind außerhalb des genannten Eignungsgebietes die OWP „Arkona See Süd“ und „Arkona See West“ (beide westlich des Eignungsgebietes an der Grenze der 12-sm-Zone M-V) sowie „Baltic Eagle“, „Strom Nord“ und „Strom Süd“, die sich überlagern, geplant. Nähere Details zum Planungsstand sind nicht bekannt (http://www.4coffshore.com/windfarms/). Im Besonderen Eig-

nungsgebiet für Windenergieanlagen nach § 3 Seeanlagen-Verordnung „Kriegers Flak“[3] (Abb. 15) ist der genehmigte OWP „Baltic 2“ (bisher „Kriegers Flak“, 80 OWEA) und dessen Ausbauphase geplant (Abb. 14). Wie „ARCADIS Ost 1“ ebenfalls in der 12-sm-Zone Mecklenburg-Vorpommerns liegt der in Betrieb befindliche Offshore-Windpark „Baltic 1“ (vgl. http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=2638), der sich in großer Entfernung von dem hier betrachteten Vorhaben vor dem Darß befindet. Letztgenannter OWP liegt im „Eignungsgebiet Pilotvorhaben OWP Baltic 1“.

Eine Übersicht der Offshore-Windparks in der 12-sm-Zone und der AWZ wird in Karte VIII gegeben.

2.3.8 Meeresforschung

Daten- und Informationsgrundlagen:

- Angaben des BSH unter http://www.bsh.de/Vorlagen/ressources/nav_de/navigation2.jsp, Themen Beobachtungen

Beschreibung:

Bereiche der Meeresforschung liegen nicht im Untersuchungsraum des geplanten Offshore-Windparks. In der AWZ befindet sich angrenzend an den OWP „Baltic 2“ die Forschungsplattform „FINO 2“ (http://schiw.sf.hs-wismar.de/fino2/, vgl. Abb. 19 - dort linker der beiden gelben Punkte). Im Eignungsgebiet „Westlich Adlergrund“ ist die Messplattform „Arkona-Becken Südost“ installiert (vgl. Abb. 19 - dort rechter der beiden gelben Punkte).

Des Weiteren sind die Stationen des MARNET-Messnetzes zu nennen. In größerem Abstand zum geplanten Windpark befinden sich die Stationen „Arkonabecken“ und „Darßer Schwelle“. Diese werden auch für das MURSYS- Meeresumwelt-Reportsystem genutzt

(http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/index.jsp).

[3] vgl. „Festlegung des besonderen Eignungsgebietes für Windenergieanlagen „Kriegers Flak" gemäß § 3a der Verordnung über Anlagen seewärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres“ (Bek. d. BSH v. 16.12. 2005, GMBl. S. 1263)

Abb. 18: ***Lage der MURSYS-Messstationen (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_Gis/seiten/mursys_wo.jsp)***

Weiterhin zu nennen ist das BLMP-Messprogramm (http://www.blmp-online.de/), innerhalb dessen beispielsweise das „Ostsee-Monitoring“ stattfindet. Die MUDAB ist die zentrale Datenbank des Bund/Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/DOD-Datenbank/index.jsp).

Die folgende Abb. 19 gibt einen Überblick über sämtliche Nutzungen in der Ostsee.

Abb. 19: ***CONTIS-Karte des BSH - Ostsee: Sämtlich Nutzungen, Ausschnitt (Quelle: http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSaemtlicheNutzungenSchutzgebiete.pdf Stand: 02.10.2012)***

2.4 Anderweitig geprüfte Lösungsmöglichkeiten

2.4.1 Diskussion der Nullvariante

Im Rahmen der Auswirkungsprognose soll die so genannte Nullvariante diskutiert werden. Die Forderung zur Berücksichtigung der Nullvariante, das heißt, den Verzicht auf das Projekt zu prüfen, ist im UVPG nicht zwingend vorgeschrieben (vgl. BECKMANN, in: HOPPE 1995). Die Nullvariante betrachtet die zu erwartenden Umweltauswirkungen unter der Annahme, dass der Offshore-Windpark nicht realisiert wird und dass auch im Umfeld keine weiteren Offshore-Windparks gebaut werden. Die Prüfung der Nullvariante wird meist in stark vorbelasteten Räumen oder in Bereichen mit intensiver anthropogener Aktivität durchgeführt.

2.4.2 Weitere Lösungsmöglichkeiten, technische und räumliche Varianten

Räumliche Varianten / Anpassung der OWP-Fläche

Der Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ wird innerhalb der 12-Seemeilen-Zone der deutschen Ostsee nordöstlich vom Kap Arkona/Rügen geplant. Im Nordteil grenzt der Untersuchungsraum direkt an die 12-sm-Grenze. Südlich des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ schließt sich ein militärisches Übungsgebiet an, hier ist das Vorhabensgebiet kaum zu variieren. Das Vorhabensgebiet wurde im marinen Eignungsgebiet für Windenergieanlagen (Ausweisung laut LEP M-V) vorgesehen (vgl. Abb. 20) und somit in einem diesbezüglich raumordnerisch und landesplanerisch bereits vorgeprüften Bereich. Nach MFABL M-V (2005) wurden die Eignungsgebiete unter Zugrundelegung und Berücksichtigung aller vorgefundenen 28 räumlichen Nutzungsansprüche festgelegt. Insofern ist eine Prüfung möglicher Alternativstandorte erfolgt.

Abb. 20: Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ im marinen Eignungsgebiet für Windenergieanlagen nach LEP M-V (aus IFAÖ 2007a)

Bei der Abstimmung zu konkurrierenden Nutzungen wurde festgestellt, dass eine Überschneidung der im marinen Eignungsgebiet gelegenen Vorhabensfläche mit den U-Boot-Übungsgebieten „Arkona“ und „Tromp“ bestehen, die eine Änderung der Standortabgrenzung erforderlich machte. Aufgrund der Überschneidung des LEP-Eignungsgebietes mit dem Sicherheitsabstand zum militärischen Übungsgebiet wurde das Vorhabensgebiet für den OWP „ARCADIS Ost 1“ bereits vorsorglich geändert (siehe Abb. 21). Dabei wurde die südliche Grenze des Vorhabensgebietes aus dem Sicherheitsbereich hinaus an dessen nördliche Abgrenzung verschoben. Insgesamt nimmt das geänderte Gebiet eine geringere Nord-Süd-Ausdehnung und größere Ost-

West-Ausdehnung ein. Dabei ragt ein Teil des östlichen Vorhabensgebietes über das Eignungsgebiet für Windenergieanlagen hinaus.

Abb. 21: Änderung des Vorhabensgebietes des OWP „ARCADIS Ost 1“ entsprechend Sicherheitsabstand zum militärischen Übungsgebiet (ARCADIS aus TÜV NORD 2010a)

Eine erneute Anpassung der Windparkfläche war im Ergebnis von Besprechungen mit der WSD Nord bezüglich der Schifffahrtslinien erforderlich. Im Zuge dessen wurde die OWP-Fläche im Norden reduziert und im Südosten erweitert, das daraus entstandene Parklayout (Stand: 19.05.2010) ist in Abb. 22 dargestellt. Wiederum ist ein größerer Anteil der Windparkfläche aus dem marinen Eignungsgebiet (nach LEP M-V) heraus in die südöstliche Richtung verlegt worden. Zum angepassten Parklayout wurde von den Behörden MfVBL M-V und StAUN Stralsund[4] im Rahmen der o. g. Besprechung die Zustimmung gegeben.

In zwei weiteren Anpassungsschritten wurde die Anlagenzahl auf zunächst 64 und letztendlich 58 Anlagen reduziert (s. Abb. 23). Die Ursachen hierfür lagen in der Überschneidung des Sicherheitsabstandes von fünf OWEA mit der Vorbehaltsfläche für Schifffahrt in der AWZ im südöstlichen Bereich des Vorhabensgebietes sowie einer notwendigen Anpassung für den Helikopteranflugkorridor.

[4] Inzwischen Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern (StALU VP), Dienststelle Stralsund.

Abb. 22: Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“, Stand 19.05.2010 (Quelle: ARCADIS)

Abb. 23: Aktuelle Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“, Stand: 14.03.2012 (Quelle: ARCADIS)

Die vorangegangenen Darstellungen zeigen, dass für das Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ der raumordnerisch und landesplanerisch vorgeprüfte Bereich (marines Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie) zu Grunde gelegt wurde, jedoch unter Berücksichtigung der konkreten räumlichen Nutzungsansprüche im Untersuchungsgebiet eine mehrmalige Anpassung der Windparkfläche vorzunehmen war. Teilbereiche des LEP-Eignungsgebietes kommen für eine OWP-

Nutzung nun nicht mehr in Frage, so dass in konfliktärmere Flächen außerhalb dessen ausgewichen wird.

Technische Varianten

Hinsichtlich technischer Varianten ist zu erwähnen, dass verschiedene Offshore-Fundamenttypen (Flachgründung, Jacket-Gründung, Tripile) zum Einsatz kommen könnten (vgl. Kap. 1.1.3). Auch eine neuartige Gründung, das schwimmfähige Offshore-Fundament (SOF), wurde im Rahmen der Entwicklung des Vorhabens entwickelt und Computersimulationen bzw. Modelltests dazu durchgeführt. Da bisher jedoch keine 1:1-Erprobung des SOF erfolgt ist, wurde sich für eine feste Gründungsvariante (Jacket-Gründung) entschieden.

3. Untersuchungsrahmen und Methodik

3.1 Untersuchungsräume

Mit Unterrichtung nach § 2a der 9. BImSchV über die voraussichtlich beizubringenden Unterlagen für das Vorhaben (STAUN STRALSUND 2007b) legte das Staatliche Amt für Landwirtschaft und Umwelt Vorpommern als zuständige Genehmigungsbehörde u. a. den räumlichen, inhaltlichen und zeitlichen Untersuchungsrahmen auf Grundlage der Informationsunterlagen zum Scoping-Termin, relevanter zusätzlicher Informationen und Stellungnahmen beteiligter Fachbehörden und Träger öffentlicher Belange fest. Der Untersuchungsraum zur Ermittlung der Umweltauswirkungen war schutzgutbezogen zu definieren, da die Wirkungen für die betrachteten Schutzgüter sowie Artengruppen unterschiedliche räumliche Bezüge aufweisen. Bei der Festlegung der Untersuchungsgebiete wurden der direkte Wirkungssbereich des Vorhabens (Vorhabensraum) und der Raum vorhabensspezifischer Wirkungen (z. B. Trübungen, visuelle und akustische Störreize) berücksichtigt. Die schutzgutbezogenen Untersuchungsräume sind in Tab. 9 (vgl. auch Tischvorlage des IfAÖ zum Scopingtermin – IFAÖ 2007a) und Karte V dargestellt.

Tab. 9: Schutzgutbezogene Untersuchungsräume „ARCADIS Ost 1“

Schutzgut	Untersuchungsbereich, Abstand
Mensch, Boden, Wasser, Kultur- und Sachgüter, Klima / Luft	beantragtes Vorhabensgebiet sowie 500 m – Wirkraum
Landschaftsbild	beantragtes Vorhabensgebiet sowie 20 km – Wirkraum und markante Blickbeziehungen zu projektnahen Küstenstandorten (siehe Karte V)
Pflanzen / Tiere Benthos / Biotope und Fische	beantragtes Vorhabensgebiet sowie 500 m – Wirkraum
Seevögel und Meeressäuger	beantragtes Vorhabensgebiet mit ca. 20 km – Wirkraum (Rechteck mit Abstand zum Vorhabensgebiet von mindestens 20 km und Mindestgröße von 2.000 km²)

Die inhaltliche und zeitliche Abgrenzung des Untersuchungsrahmens sowie angewandte Untersuchungsmethoden werden in den folgenden Kapiteln für das jeweilige Schutzgut erläutert. Weitere Hinweise zu den angewandten Untersuchungsmethoden für das jeweilige Schutzgut sind deren Bestandsbeschreibung und –bewertung vorangestellt.

3.2 Untersuchungsrahmen für die Schutzgüter

3.2.1 Untersuchungsrahmen Schutzgut Mensch, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Der Untersuchungsraum umfasst alle Bereiche, in denen das hier betrachtete Offshore-Windpark-Projekt wahrzunehmen sein wird. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Sichtbarkeit des Parks von den Erholungsorten auf der Insel Rügen aus gelegt. Zur Bestandscharakterisierung wird eine Recherche der Erholungsnutzung, der Nutzung des Gebietes durch die Sportschifffahrt bzw. die Fischerei sowie weitere anthropogene Nutzungsformen (z. B. Berufsschifffahrt, Militär, Rohstoffentnahme und Seekabel) anhand verschiedener Quellen durchgeführt. Die Datenbasis wird dargelegt und bereits vorliegende relevante Gutachten und Untersuchungen zu den Auswirkungen von Offshore-Windparks auf konkurrierende Nutzungen ausgewertet. Daraus abgeleitete mögliche Wirkungen

auf menschliche Nutzungsansprüche (z. B. mögliche Befahrensverbote) werden dargestellt und bewertet.

Schwerpunkte sind die Ermittlung und Bewertung möglicher Auswirkungen auf die Erholungsnutzung sowie die Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt (s. dazu DNV 2010, 2012). Hinsichtlich der identifizierten Konflikte werden Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (s. Kap. 6.2) beschrieben.

Es ist eine Auswertung vorliegender relevanter Gutachten und Untersuchungen zu den Auswirkungen des OWP auf den Tourismus vorgesehen. Anhand der Ergebnisse können Schlussfolgerungen gezogen werden, in welchem Maße sich der geplante Windpark auf den Tourismus der betroffenen Region auswirken könnte.

Zur Darstellung der menschlichen Daseinsgrundfunktionen (Arbeiten, Wohnen, Erholen) ist eine räumliche Erfassung der Siedlungsgebiete und relevanter Flächennutzungskategorien vorgesehen.

3.2.2 Untersuchungsrahmen Schutzgut Boden

Für das Vorhabensgebiet des OWP wurden flächendeckende Side-Scan-Sonar-Untersuchungen (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011) in Anlehnung an das StUK 3 durchgeführt. Eine weitere Erfassung der Sedimentstruktur erfolgte durch Sedimentbeprobungen im Rahmen der Makrozoobenthosuntersuchungen (s. Kap. 3.2.7, IFAÖ 2013d). Der Greiferinhalt wurde dabei hinsichtlich Farbe, Körnung, Geruch, Einschlüssen und Auflagen beschrieben, bevor die Proben für die Untersuchung der benthischen Infauna gesiebt wurden. Für die Sedimentanalyse im Labor wurde mit einem Stechzylinder (Einstichtiefe 6 cm, Durchmesser 4,5 cm) aus jedem Greifer eine Sedimentprobe für die Bestimmung wichtiger Sedimentparameter entnommen. Die Sedimentansprache erfolgte nach DIN 4022, die Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Maschenweiten nach DIN 4188, Teil 1). Verwendet wurde die Hauptreihe R10 mit sukzessiver Verdopplung der kleineren Maschenweite (0,063 mm → 0,125 mm → 0,25 mm → 0,5 mm → 1 mm → 2 mm → 4 mm). Zusätzlich wurde ein Sieb mit der Maschenweite 0,045 mm eingefügt. Der organische Gehalt des Sediments wurde als Glühverlust nach den Methoden der Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz ermittelt.

Zur Erfassung von allgemeinen abiotischen Habitatcharakteristika wurden außerdem Video-Observationen durchgeführt (s. Kap. 3.2.7, IFAÖ 2013d). Diese Methode ist eine wertvolle Ergänzung zur Beprobung mit Bodengreifer und Dredge, da sie vor allem auch in Gebieten eingesetzt werden kann, die aufgrund ihrer Topographie für die klassischen Methoden der Meeresbiologie unzugänglich sind (z. B. in Block- und Geröllgründen).

Im Rahmen der geologischen Voruntersuchung wurden Echolotmessungen zur Tiefenbestimmung und reflexionsseismische Messungen des Untergrundes zur Bestimmung der Sedimentbeschaffenheit und -schichtung vorgenommen (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011).

Des Weiteren erfolgt eine Berücksichtigung von Angaben zum Sediment aus der Literatur und geologischen Karten. Angaben zur Sedimentbelastung können dem Monitoring im Rahmen des BLMP sowie ergänzenden Untersuchungen (vor allem des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde - vormals IOW) entnommen werden.

3.2.3 Untersuchungsrahmen Schutzgut Wasser

Für die Charakterisierung der Hydrographie des Gebietes sind langfristige Messungen der Parameter Salinität, Temperatur und Sauerstoff erforderlich. Daher können die umfangreichen Daten verschiedener Messnetze / Monitoringprogramme, wie MARNET oder die MUDAB-Datenbank einbezogen werden. Dabei ist vor allem die IOW-MARNET Dauermessnetzstation „Arkona Becken“ hervorzuheben (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/Stationen/arko.jsp). Eine

Ergänzung der Aussagen ist anhand der Erfassungen zur Hydrographie und Wasserbeschaffenheit an den landeseigenen Stationen des BLMP möglich. Daneben existiert eine Vielzahl von laufenden Forschungsprojekten (z. B. SALPRO), die sich ebenfalls mit der Ozeanographie des betrachteten Meeresgebietes befassen oder befasst haben. Deren Ergebnisse werden in entsprechenden Forschungsberichten sowie im periodisch herausgegebenen Bericht des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde (vormals IOW) zur „Hydrographisch-chemischen Zustandseinschätzung der Ostsee“ veröffentlicht. Des Weiteren wurden die ozeanographischen Parameter Sauerstoff, Salinität und Temperatur im Rahmen der Makrozoobenthosbeprobungen und der ichthyofaunistischen Untersuchungen aufgenommen (IFAÖ 2013d, IFAÖ 2013e). Es werden die vorliegenden Kenntnisse von Forschungsvorhaben, Gutachten u.a. bei der Beurteilung der Hydrographie sowie der Auswirkungen des Vorhabens auf entsprechende Parameter wie Strömungsrichtung und -geschwindigkeit berücksichtigt. Die hydrographische Vermessung (Bathymetrie) gibt Aufschluss über die Tiefenverhältnisse im Vorhabensgebiet (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011).

3.2.4 Untersuchungsrahmen Schutzgut Klima / Luft

Zur Analyse und Bewertung des Schutzgutes Klima/Luft wird hauptsächlich auf Literaturdaten und –angaben zu Klima, Meteorologie und Witterung (z. B. BSH 1996), der in der Ostsee installierten Dauerstationen des BSH und des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde (vgl. Darstellung der marinen Messnetzes zum Schutzgut Wasser) sowie der Luftgüte-Messnetze des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Veröffentlichung der Ergebnisse als Luftgüteberichte) und des UBA zurückgegriffen. Die Erfassung der klimatischen Faktoren (Wind, Niederschlag, Lufttemperatur usw.) liegt in Deutschland beim DWD (Deutscher Wetterdienst). Die erhobenen Daten liegen über Zeitreihen (teilweise von mindestens 20 Jahren) vor. Damit können Messwerte von Küsten-, Land-, Inselmessstationen einbezogen werden, die durch Messwerte von Feuerschiffen und Großbojen ergänzt werden. Zusätzlich fließen auch Daten ein, die von Schiffen erhoben wurden. Eigene Erhebungen oder Messungen für das Schutzgut Klima / Luft für dieses Vorhaben sind nicht erforderlich (vgl. STAUN STRALSUND 2007b, 2008).

3.2.5 Untersuchungsrahmen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Der im Rahmen dieser UVS betrachtete Untersuchungsraum umfasst markante Landstandorte, von denen aus eine Wahrnehmung des Offshore-Windparks bzw. der Bautätigkeiten erfolgen könnte. Dazu sind Sichtsimulationen für folgende Standorte erfolgt (siehe auch Karte V im Kartenanhang):

- Kap Arkona, Schaabe, Glowe, Lohme, Stubbenkammer (Rügen)
- Dornbusch (Hiddensee)
- Prerow (Darß).

Um eine Verdeutlichung der Auswirkungen des Vorhabens auf das Landschaftsbild zu erzielen, wurde ein Fachgutachten zur Visualisierung und Bewertung des Landschaftsbildes für den OWP erarbeitet (ARCADIS 2012). Dieses stellt die Situation vor und nach Realisierung des Vorhabens dar. Die Sichtweiten werden konkret für den Standort Kap Arkona analysiert. Dieser weist mit 19 km die geringste Entfernung zum Offshore-Windpark auf. Grundlage für die Darstellung der Sichtweiten am Kap Arkona sind Daten des Deutschen Wetterdienstes auf Basis von stündlichen Sichtbeobachtungen an der Wetterstation Kap Arkona für den Zeitraum 2007 bis 2011 (ARCADIS 2012c). Außerdem werden die Auswirkungen des OWP auf das Landschaftsbild bei Dunkelheit bewertet.

3.2.6 Untersuchungsrahmen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Grundlage der Aussagen zu den Kultur- und sonstigen Sachgütern bilden die Daten- und Informationsgrundlagen des BSH und des Landesamtes für Kultur- und Denkmalpflege M-V zu submarinen, archäologischen Funden, Wracks und anderen Objekten, für die die mögliche Beeinflussung durch

das Vorhaben bewertet wird. Weiterhin werden Aussagen aus dem Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g) herangezogen.

3.2.7 Untersuchungsrahmen Schutzgut Tiere und Pflanzen

3.2.7.1 Marine Biotope

Anhand verschiedener Untersuchungsergebnisse, vor allem

- Side-Scan-Sonar-Untersuchungen (s. VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011),
- Untersuchung mit Video-Transekten und
- Erfassung des Makrozoobenthos sowie der Sedimentstruktur durch Greiferproben u. a.

sowie vorliegenden Daten und Informationen zu den abiotischen und biotischen Umweltverhältnissen, können die Biotoptypen im Vorhabensgebiet des OWP abgegrenzt und mittels verschiedener Kriterien bewertet werden. Grundlage der Abgrenzung der vorkommenden marinen Biotoptypen bildet LUNG MV (2011), es werden rein informatorisch, weitere Angaben in RIECKEN et al. (2006), VON NORDHEIM & BOEDEKER (1998) sowie der Biotopschlüssel der EUNIS HABITAT CLASSIFICATION (http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp) berücksichtigt.

Für die Kennzeichnung und Charakterisierung von FFH-Lebensraumtypen kommen unter anderem SSYMANK et al. (1998), BALZER et al. (2002) und ebenfalls LUNG MV (2011) zur Anwendung.

Zur Beschreibung und Bewertung der marinen Biotoptypen wurde der Meeresgrund mit einem geschleppten Videosystem mit GPS-Koppelung untersucht (s. Abb. 24). Die Kamera wird vom treibenden oder langsam fahrenden Schiff (maximale Fahrt durch das Wasser 1 – 1,5 kn) auf den Meeresboden abgesenkt und über den Grund gezogen. Kamera- und Lichteinstellung sind so gewählt, dass eine Blickrichtung nach vorn gewährleistet ist. Ein separat angeschlossener Monitor dient der Steuerung der Kamera und der Beobachtung des Meeresbodens während der Aufnahme. Die weitere Auswertung der Videoaufzeichnung erfolgt im post-processing. In einer Datenbank werden die Biotopstruktur und das sicher erkannte Epibenthos mit Position, Datum, Uhrzeit und Wassertiefe als Standardparameter erfasst. Die aufgenommenen Parameter können mit einem Geoinformationssystem (GIS) verarbeitet und als Karte dargestellt werden. Die Festlegung der Videotransekte im Untersuchungsraum und der Umgebung orientierte sich am festgelegten Wirkraum und an der Wassertiefe. Zusätzlich werden die Befunde aus der Makrozoobenthos- und Makrophytenbearbeitung und der Sedimentanalyse genutzt. Auf Grundlage dieser Erfassung kann eine Beschreibung und Bewertung vorgenommen werden. Weitere Angaben zur Methodik der Datenerhebung und -auswertung sind IFAÖ (2013d), Kap. 3.2.2 und nachfolgendem Abschnitt zu entnehmen.

Abb. 24: Beispiel für ein geschlepptes Videosystems (GIS) mit Positionsangabe, Tiefe und Datum (Foto: IfAÖ)

3.2.7.2 Makrozoobenthos und Makrophyten

Für das Makrozoobenthos wurden Untersuchungen im Vorhabensgebiet des OWP (Stand Mai 2010) und in einem westlich gelegenen Referenzgebiet (21,4 km²) durchgeführt. Aufgrund der Wassertiefe von durchgängig >40 m sind Makrophytenvorkommen im Bereich des OWP nicht zu erwarten. Das Untersuchungsprogramm folgte im Wesentlichen den Vorgaben des Standarduntersuchungskonzepts (StUK 3, BSH 2007). Abweichungen sind weiter hinten zusammengefasst. Untersuchungen zur Artengruppe Benthos umfassen danach folgende Punkte:

- Untersuchungen des Sediments und der Biotopstrukturen mit Videoaufzeichnungen (und Seitensichtsonar-Untersuchungen),
- Untersuchungen der Epifauna mit Videoaufnahmen und Baumkurre,
- Untersuchungen der Infauna durch Greiferbeprobungen,
- Untersuchungen zum Makrophytobenthos mittels Videoaufnahmen und als Beifang der Epi- und Infauna-Beprobungen.

Die Untersuchungen wurden im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 im damaligen Vorhabensgebiet (Stand Mai 2006) sowie im Frühjahr und Herbst 2008 im aktuellen Referenzgebiet im Rahmen der Basisuntersuchung durchgeführt. Die nördlichen beprobten Stationen liegen auch im aktuellen Vorhabensgebiet (18 Infaunastationen, je sechs Kurre- und Videotransekte, vgl. Abb. 25, Abb. 26). Im Herbst 2010 wurden in der Erweiterungsfläche (Stand Mai 2010) an 12 Stationen je drei Hols mit dem van Veen-Greifer beprobt und an sechs dieser Stationen Kurre- und Videotransekte gefahren (s. Abb. 28).

Die Voruntersuchungen begannen bereits im Herbst 2004 und Herbst 2005 mit der Beprobung des marinen Eignungsgebietes und dem potentiellen Referenzgebiet. Einige der Stationen des marinen Eignungsgebietes können auch für das aktuelle Vorhabensgebiet ausgewertet werden (s. Abb. 29). Die Ergebnisse aus dem potentiellen Referenzgebiet werden hier jedoch nicht weiter betrachtet. Eine Übersicht über die Anzahl der Beprobungen und die Lage der Stationen geben Tab. 10 und Abb. 25 bis Abb. 29.

Tab. 10: Umfang der Untersuchungen zur In- und Epifauna im marinen Eignungs- bzw. Vorhabensgebiet sowie im potenziellen- bzw. aktuellen Referenzgebiet; Angaben der Hols bzw. Transekte (Quelle: IFAÖ 2013d)

	Vorhabensgebiet		aktuelles Referenzgebiet	Eignungs-gebiet	potenzielles Referenzgebiet
	Mai 2010	Mai 2006			
Van-Veen-Greifer					
Herbst 2004	-	-	-	-	60
Herbst 2005	12	-	-	30	-
Herbst 2007	54	90	-	-	-
Frühjahr 2008	18	30	12	-	-
Herbst 2008	-	-	12	-	-
Herbst 2010	12	-	-	-	-
Baumkurre					
Herbst 2004	-	-	-	-	-
Herbst 2005	-	-	-	-	-
Herbst 2007	-	-	-	-	-
Frühjahr 2008	6	10	5	-	-
Herbst 2008	-	-	5	-	-
Herbst 2010	6	-	-	-	-
Videotransekte					
Herbst 2004	-	-	-	-	10
Herbst 2005	-	-	-	4	-
Herbst 2007	-	-	-	-	-
Frühjahr 2008	6	10	5	-	-
Herbst 2008	-	-	5	-	-
Herbst 2010	6	-	-	-	-

„-“: keine Untersuchung

Abb. 25: Infaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer im Herbst 2007 im damaligen Vorhabensgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)

Abb. 26: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Frühjahr 2008 im damaligen Vorhabens- und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)

Abb. 27: ***Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Herbst 2008 im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Abb. 28: ***Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer, Baumkurre und Unterwasser-Videoanlage im Herbst 2010 im aktuellen Vorhabensgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Abb. 29: Infauna- und Epifaunauntersuchungen mittels Van-Veen-Greifer und Videokartierung im Herbst 2005 im marinen Eignungsgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)

Zur Erfassung der Epifauna wurde neben der Unterwasserkamera eine standardisierte Baumkurre mit einer Öffnungsweite von 200 × 60 cm und einer Maschenweite von 10 mm eingesetzt. Die Beprobung erfolgte bei Tageslicht. Die Kurre wurde mit 2 bis 3 kn Geschwindigkeit für 5 Minuten (Aufsetzen der Kurre bis zum Hieven) über Grund geschleppt, so dass bei 3 kn Schleppgeschwindigkeit unter idealen Bedingungen theoretisch eine Fläche von ca. 900 m² erfasst wurde. Zur Auswertung gelangten nur die Arten, die in dem verwendeten Netz grundsätzlich zurückblieben. Größere Muschel- und Krebsarten wurden direkt an Bord identifiziert. Nicht zu identifizierende Arten und kleinere Tiere wurden fixiert und im Labor bestimmt. Vertreter kleiner Arten (<10 mm, z. B. Flohkrebse und Polychaeten) bleiben nur zufällig im Netz hängen und könnten aufgrund ihrer Größe übersehen und erst bei einem der nächsten Hols mit in die Probe gespült werden, so dass es bezüglich dieser Gruppen zu Fehlinterpretationen kommen könnte. Eine quantitative Auswertung der Kurreproben erfolgte deshalb nicht (IFAÖ 2013d).

Von der Infauna wurde in der vorliegenden Untersuchung hauptsächlich die Makrofauna berücksichtigt, die als der Teil der Fauna des Meeresbodens definiert ist, der in einem Sieb mit 1 × 1 mm Maschenweite zurückbleibt. Vertreter der Meiofauna (Tiere des Sandlückensystems) fanden bei der quantitativen Auswertung der Proben keine Berücksichtigung. Die Infauna-Proben wurden, den internationalen Richtlinien des International Council for the exploration of the Sea (ICES) und dem StUK 3 (BSH 2007) folgend, mit einem Van-Veen-Greifer (Ausstichfläche 0,1 m², 75 kp) genommen. Das Auswaschen der Sedimente erfolgte über einer Wanne, in der das Sediment aufgeschwemmt und portionsweise über ein 1 mm-Sieb gesiebt wurde. Der Siebrückstand wurde in Sammelgefäße überführt und in Borax-gepuffertem 4%igem Formaldehyd für die Laboruntersuchungen fixiert. Die Aufarbeitung der konservierten Greiferproben erfolgte im Labor des Instituts für Angewandte Ökosystemforschung (IfAÖ), Neu Broderstorf. Die Tiere wurden identifiziert, gezählt und ihre Feuchtmasse nach Abtupfen mit Saugpapier mit einer Genauigkeit von 1 mg ermittelt. Die Mantelhöhlenflüssigkeit von Mollusken wurde mitgewogen. Alle Biomasseangaben erfolgten in dem vorliegenden

Gutachten in aschefreier Trockenmasse (AFTM), die mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren ermittelt wurden (RUMOHR et al. 1987).

Begleitend zu den Infauna-Untersuchungen wurden an allen Benthosstationen die abiotischen Parameter Wassertemperatur, Salzgehalt, Sauerstoffsättigung und -gehalt gemessen. Sichttiefen wurden mit der Secchi-Scheibe ermittelt.

Oberflächentopographie und Charakteristik des Meeresbodens wurden mit Unterwasservideoaufnahmen in Kombination mit Echolot und dGPS untersucht. Darüber hinaus erfolgten Untersuchungen mit dem Seitensicht-Sonar (SSS, engl. Side-Scan-Sonar), die vom Vermessungsbüro Weigt, Rostock und der Nautik Nord GmbH, Pohnsdorf durchgeführt wurden. Im Verlauf mehrerer Fahrten im November / Dezember 2008 sowie Oktober 2010 wurde auf der Windparkfläche eine bathymetrische, seismische und Side-Scan-Sonar-Untersuchung entlang der geplanten OWEA-Reihen vorgenommen (VBW & NAUTIK NORD GmbH 2009, VBW 2011). Weitere Angaben zur Methodik der Datenerhebung und -auswertung sind IFAÖ (2013d) zu entnehmen.

Abweichend vom StUK 3 wurde nur ein Jahresgang (Frühjahr und Herbst) untersucht. Es wird zum einen davon ausgegangen, dass aufgrund der sehr homogenen Schlickverhältnisse im Untersuchungsgebiet ein Jahresgang ausreicht, um die natürliche Variabilität der Benthosgemeinschaft zu erfassen (StAUN STRALSUND 2007a). Zum anderen wird der Zeitrahmen als hinreichend angesehen, da die Voruntersuchungen im Herbst 2005 im marinen Eignungsgebiet (dass sich teilweise mit dem Vorhabensgebiet überlagert) eine artenarme, homogen strukturierte Gemeinschaft aufgezeigt haben (StAUN STRALSUND 2007b). Weitere Abweichungen sind in IFAÖ (2013d) dargestellt.

Durch die mehrmalige Verschiebung der Vorhabensgebietsfläche liegen benthologische Untersuchungen aus verschiedenen Kampagnen für den nordwestlichen Teil und den südöstlichen Teil des Vorhabensgebietes vor.

3.2.7.3 Artengruppe Fische (einschließlich Rundmäuler)

Fischbiologische Untersuchungen im Vorhabensgebiet sind entsprechend den methodischen Vorgaben des StUK 3 (BSH 2007) durchzuführen. Für das vorliegende Projekt wurde die Probenmenge an die Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes angepasst.

In vier Kampagnen im November / Dezember 2007, Mai 2008, August 2008 und November 2010 wurde das Vorhabensgebiet beprobt. Aufgrund der Verlagerung des Vorhabensgebietes (vgl. Abb. 20 bis Abb. 22) wurden durch die Kampagnen unterschiedliche Teile des Vorhabensgebietes abgedeckt (s. Abb. 30, Abb. 31, Abb. 32 und Abb. 33). Abweichend von den Vorgaben des StUK wurden aufgrund der ursprünglich geringen Gebietsgröße nur 10 Schleppnetzhols im Vorhabensgebiet (Stand 2006) durchgeführt. In der Erweiterungsfläche wurden weitere 5 Hols untersucht. Das nordwestlich gelegene Referenzgebiet wurde ebenfalls abweichend von den Anforderungen nach StUK 3 nur einmal im Sommer 2008 beprobt (s. Abb. 32). Daher wurde als Referenz ein Literaturvergleich mit den Ergebnissen zu den Untersuchungen der OWP „Baltic 2“ (ehemals „Kriegers Flak“) und „Adlergrund“ herangezogen (IFAÖ 2013e).

Die Beprobung der Hols erfolgte mit einer Schleppdauer von 30 min bei einer Geschwindigkeit von 3-4 kn. Für die Probenahme wurde ein Schleppnetz vom Typ Windparktrawl mit einem Innensteert von 20 mm Schenkellänge verwendet. Die gefangenen Fischarten wurden bestimmt und sortiert, das Gesamtgewicht der jeweiligen Art ermittelt und die Längen aller Fische gemessen. Es wurden zusätzlich die hydrographischen Kenndaten Temperatur, Sauerstoff und Salzgehalt aufgenommen (IFAÖ 2013e).

Abb. 30: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Abb. 31: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Abb. 32: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet, im Referenzgebiet während der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Abb. 33: Lage der Schleppstriche im Vorhabensgebiet während der Herbstkampagne 2010 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Zur Beschreibung des Zustandes der Fischzönose wurden für alle Hols Artenzahl, Individuenzahl und Biomasse je Art, absolute Individuenzahlen, Dominanzverhältnisse, Längenhäufigkeiten dominanter Arten und die Diversität ermittelt. Weiterhin wurde die vorgefundene Fischgemeinschaft einer Gemeinschaftsanalyse (Software PRIMER 6) unterzogen. Die Gemeinschaftsanalyse ermöglicht die graphische Darstellung möglicher mathematischer Unterschiede zwischen den beiden Beprobungsgebieten, hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung. Dadurch können Stationen mit deutlichen Unterschieden in ihrer Zusammensetzung räumlich voneinander getrennt werden. Demzufolge lassen sich Aussagen über die Homogenität der Proben treffen sowie über die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung des Referenz- und Vorhabensgebietes. (IFAÖ 2013e)

Der Schwerpunkt der Ergebnisdarstellung wurde auf die Charakterarten gelegt. Diese Arten machen gemittelt über alle Hols mehr als 90% der Individuenzahlen aus. Sie waren mit sehr hohen Präsenzen vertreten und prägten daher die Fischgemeinschaft im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“. (IFAÖ 2013e)

Weitere Angaben zur Methodik der Datenerhebung und -auswertung sind IFAÖ (2013e) zu entnehmen.

3.2.7.4 Artengruppe Vögel

Seevögel

Entsprechend der methodischen Vorgaben des StUK 3 (BSH 2007) waren sowohl Schiffs- als auch Flugzeugzählungen für die Basisaufnahme des Seevogelvorkommens geplant. Der Untersuchungsaufwand wurde gegenüber den Vorgaben des StUK 3 reduziert, da das südliche Arkonabecken nur von wenigen Arten in geringer Dichte als Rast- und Nahrungsgebiet genutzt wird (SONNTAG et al. 2006) und rezente Beobachtungsdaten für das Arkonabecken seit 2002 (Datenbank des IfAÖ, Veröffentlichungen des FTZ Büsum) vorhanden sind. Die Erfassung beschränkte sich daher auf eine Wintersaison und die Monate, in denen Alken in diesem Seegebiet vorkommen (Oktober bis Mai). Insgesamt wurden zwischen September 2007 und Mai 2008 sowie im Januar und Februar 2009 12 Schiffszählungen und 8 flugzeuggestützte Zählungen durchgeführt (vgl. Tab. 11 und Tab. 12). Die Termine 2009 wurden für witterungsbedingt ausgefallene Zählungen im Winter 2007/2008 nachgeholt (s. dazu IFAÖ 2013H).

Tab. 11: Termine der Schiffszählungen mit Länge der Transekte „on effort” (km) (Quelle: IFAÖ 2013H)

Nr.	Datum	Transekte	Transekt „on effort“
1.	31.10.2007	6 (A-F)	96
2.	16.11.2007	6 (A-F)	96
3.	18.12.2007	6 (A-F)	96
4.	21.01.2008	6 (A-F)	96
5.	15.03.2008	6 (A-F)	96
6.	28.03.2008	6 (A-F)	96
7.	04.04.2008	4 (A-D)	50*
8.	13.04.2008	6 (A-F)	96
9.	27.04.2008	6 (A-F)	96
10.	15.05.2008	6 (A-F)	96
11.	29.01.2009	5 (A-E)	80*

Nr.	Datum	Transekte	Transekt „on effort“
12.	27.02.2009	4 (B-E)	64*

*witterungsbedingt nur Teilgebiete gezählt

Tab. 12: Termine der Flugzeugzählungen 2007-2009 mit der Länge der Transekte „on effort“ (km) (Quelle: IFAÖ 2013H)

Nr.	Datum	Transekt „on effort“ (km)	Untersuchungsgebiet (km²)
1.	23.09.2007	404	1.919
2.	22.10.2007	404	1.919
3.	24.11.2007	470	2.315
4.	15.12.2007	470	2.315
5.	08.03.2008	470	2.315
6.	07.04.2008	470	2.315
7.	07.05.2008	470	2.315
8.	28.02.2009	470	2.315

Für die Auswertung wurden die erhobenen Daten durch Ergebnisse anderer Untersuchungen ergänzt (s. Tab. 13).

Tab. 13: Frühere Schiffs- bzw. Flugzeugzählungen von Seevögeln im Untersuchungsgebiet (nach IFAÖ 2013H)

	Schiffszählungen	Flugzeugzählungen
2002-2006	mehrere Zählungen jährlich 2002-2005 – GARTHE et al. 2003 – SONNTAG et al. 2006	mehrere Zählungen 2002-2006 – MINOS/MINOS+ Teilprojekt 5; GARTHE et al. 2004
2009		1 Zählung Januar 2009 – MARKONES & GARTHE 2009
2010-2011	mehrere Zählungen 2010-2011 – MARKONES & GARTHE 2011	mehrere Zählungen 2010-2011 – MARKONES & GARTHE 2011

Die Schiffszählungen erfolgten auf 6 Transekten mit jeweils 96 km Länge in W-E Richtung und Abständen von 4 km (s. Abb. 34). Insgesamt deckt das Untersuchungsgebiet eine Fläche von 384 km² ab.

Abb. 34: Lage der Schiffstransekte im Untersuchungsgebiet (Quelle: IFAÖ 2013H)

Die Fläche des Untersuchungsgebietes für die flugzeuggestützten Zählungen betrug 2.315 km². Es wurde durch acht jeweils 42 km lange, zwei 33 bzw. 34,5 km lange und zwei 33 km lange Transekte in N-S Richtung abgedeckt (s. Abb. 35). Die beiden letztgenannten östlichen Transekte wurden erst ab November 2007 und damit nur an sechs Terminen untersucht (s. Tab. 12).

Abb. 35: Lage der Flugtransekte im Untersuchungsgebiet (Quelle: IFAÖ 2013H)

Detaillierte Angaben zur Methodik der Datenerhebung und -auswertung für die schiffs- und flugzeuggestützten Erhebungen sind in IFAÖ (2012h) zu finden.

Zuggeschehen

Der Schwerpunkt der Untersuchungen zu den biologischen Schutzgütern liegt auf der Beschreibung des Vogelzuges. Im Seegebiet nördlich Rügens bündeln sich die Zugkorridore verschiedener Großvogelarten (z. B. Trauerente und Kranich). In Summation mit den bereits genehmigten Offshore-Windparks am Kriegers Flak (200 Anlagen in Dänemark und Schweden, 80 in Deutschland) sowie am westlichen Adlergrund (160 Anlagen) könnte eine großräumige Barriere für das regionale Zuggeschehen entstehen, die bei einigen Arten zu einer Verlagerung von Zugwegen führen könnte. Deshalb ist der status quo des Zuggeschehens besonders gründlich zu dokumentieren.

Bei den bisherigen Untersuchungen des IfAÖ im Bereich der Arkonasee gemäß den Vorgaben des StUK wurde festgestellt, dass Vogelzugbeobachtungen vom ankernden Schiff nur einen unzureichenden Eindruck in die natürlichen Prozesse gewähren („Schönwetterstichproben“). Im Zuge der Untersuchungen für den Offshore-Windpark „Baltic I“ am Darßer Ort von Land aus wurden wesentlich präzisere Erkenntnisse zur Wetterabhängigkeit und zur Variation des Vogelzuges gewonnen. Aus diesem Grund wurden für das Projekt „ARCADIS Ost 1“ neben der Beobachtung vom Schiff (südlich des Vorhabensgebietes) am Tag auch Sichtbeobachtungen von Land aus („Nordstrand, westlich Arkona) durchgeführt (s. Tab. 14, Abb. 36). Die erhobenen Daten wurden mit Referenzdaten von Falsterbo ergänzt. Eine quantitative Erfassung der Singvogelarten (einschließlich der Familien Tauben, Kuckucke, Eulen, Segler, Wiedehopfe und Spechtvögel) von „Nordstrand“ aus war nicht möglich, da diese Vögel v. a. küstenparallel und damit im „Rücken“ der Beobachter zogen. Die erfassten Kleinvögel fließen jedoch qualitativ als Artenspektrum mit ein (s. dazu IFAÖ 2013f).

Abb. 36: ***Lage des Vorhabensgebietes sowie Standorte für Radarerfassungen (Lancken und FINO 2) und Sichtbeobachtungen (Nordstrand und vom ankernden Schiff aus sowie Falsterbo) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Zur Erfassung des nächtlichen Vogelzugs wurde ein vertikal rotierendes Schiffsradar bei Lancken auf Rügen und auf der Forschungsplattform FINO 2 eingesetzt (s. Tab. 14, Abb. 36). Die Radargeräte wurden senkrecht zur angenommenen Zugrichtung ausgerichtet. So konnte neben der Erfassung von Flughöhe und -intensität auch ein Flächenbezug hergestellt werden.

Aufgrund seiner Bedeutung wurde der Kranichzug zusätzlich mit einem Zielfolgeradar („Superfledermaus“, ebenfalls bei Lancken stationiert) aufgenommen. Damit können Objekte gezielt anvisiert und bis zur sicheren Identifikation verfolgt werden. Mittels eines eigens für die „Superfledermaus“ entwickelten Erfassungsprogramms konnten außerdem die Zugwege dreidimensional erfasst und dargestellt werden. Bei geringem Zugaufkommen wurden einzelne Trupps bis zu 30 Minuten verfolgt um auch Verhaltensweisen wie das Aufsteigen in Thermiksäulen zu dokumentieren. Bei hoher Zugaktivität war das Ziel möglichst viele der anfliegenden Kranichtrupps zu erfassen, wobei Messzeiten von max. 2 Minuten entstanden. Die Radarmessphasen des Kranichzuges wurden jeweils mit der Erstellung eines Windprofils (Richtung und Geschwindigkeit) begonnen, um den verschiedenen Kranichtracks später konkrete Winddaten zuordnen zu können (IFAÖ 2013f).

Tab. 14: ***Übersicht über verwendete Methoden und Zeiträume (SFM – Einsatz des Zielfolgeradars „Superfledermaus“) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

	2005	2006		2007		2008	
	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
Kranichzug (SFM=Superfledermaus; gesonderter Bericht)	SFM 19.9.-20.10.	SFM 14.3.-9.4.			5.9.-15.10.	8.3.-15.4.	SFM 13.9.-15.10.
Vertikalradar, Rügen	23.9.-	13.3.-			13.9.-	20.2.-	2.8.-

	2005	2006		2007		2008	
	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr	Herbst
	22.10.	11.4.			23.10.	27.5.	10.11.
Seevogelbeobachtungen, Rügen	19.7.-22.10. 2)			5.3.-5.5.		18.2.-27.5.	19.7.-27.10.
Seevogelbeobachtungen, See						11.3.-28.4. 3)	23.7.-11.9. 3)
Vertikalradar, FINO 2					21.10.-31.12. 4)	1.1.-4.4. 4)	7.6.-26.11. 1)

1) nicht vom 3.9. bis 26.9.2008; 2) nicht durchgehend; 3) mehrere Ausfahrten; 4) inkl. „Winter“ von 15.11.07 bis 15.02.07; grün: Untersuchungen durchgeführt, gelb: keine Daten

Im Rahmen der Voruntersuchung wurde im Herbst 2005 der Herbstzug der Meeresenten und ziehenden Kleinvögel sowie der Herbstzug des Kranichs beobachtet (IFAÖ 2005a, b). Die Untersuchungen aus dem Herbst 2005 wurden im Frühjahr 2006 wiederholt. Die Ergebnisse der Voruntersuchung fließen in die Beschreibung des Vogelzuges ein. Weitere Untersuchungen entsprechend dem gutachtlichen Vorschlag (IFAÖ 2007a) wurden für den Vogelzug wie in den Tab. 15 und Tab. 16 dargestellt, durchgeführt.

Tab. 15: Erfassungstage und –stunden für verschiedene Methoden, Orte und Zeiträume (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Vertikalradar				Sichtbeobachtungen			
	Rügen		FINO 2		Rügen		Arkonasee	
	Tage	Std.	Tage	Std.	Tage	Std.	Tage	Std.
Herbst 2005	30	338			44	171		
Frühjahr 2006	30	293						
Frühjahr 2007					61	660		
Herbst 2007	41	150	26	373				
Frühjahr 2008	97	965	48	589	96	1.145	16	138
Herbst 2008	101	1.109	94	1.204	101	1.206	15	197
SUMME	299	2.855	168	2.166	302	3.182	31	335

Tab. 16: Beobachtungszeiträume, -tage und -stunden von Kranichen (Sicht und Radarerfassung) (Quelle: nach IFAÖ 2013f)

	Herbst 2005	Frühjahr 2006	Herbst 2007	Frühjahr 2008 1)	Herbst 2008
Einsatz „Superfledermaus“	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
von – bis	16.09. - 22.10.	15.03. - 10.04.	05.09. - 15.10.	20.02. - 27.05.	11.09. - 15.10.
Tage beobachtet	37	27	41	95	35
Beobachtungsstunden	241	123	91	1.221	107
Tage mit Kranichbeobachtungen	17	17	18	55	18

1) Kranichbeobachtungen im Rahmen der „normalen“ Sichtbeobachtungen über die gesamte Saison

Die erhobenen Daten werden mit den Erkenntnissen aus weiteren Untersuchungsprogrammen verglichen. Methodische Defizite werden dargestellt und gewertet. Es wird herausgearbeitet, für welche Arten / Populationen ein erhöhtes Gefährdungspotenzial besteht und wie dieses zu mindern ist.

Weitere detaillierte Angaben zur Datenerhebung und -auswertung für die verschiedenen Erhebungsmethoden sind IFAÖ (2013f) zu entnehmen.

3.2.7.5 Artengruppe Fledermäuse

Nach dem aktuellen Standarduntersuchungskonzept (StUK 3) (BSH 2007) und laut Festlegungen der durchgeführten Antragskonferenz des Raumordnungsverfahrens (ROV) mussten keine Untersuchungen zum Fledermauszug durchgeführt werden. Fledermauserfassungen im Offshore-Bereich sind mit großen methodischen Schwierigkeiten verbunden (vgl. z. B. OREJAS et al. 2005). Aus diesem Grund liegen für das Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks keine konkreten Angaben vor. Für die Beschreibung des Zugverhaltens von Fledermäusen im betrachteten Meeresgebiet in der Bestandsbeschreibung dieser UVS und in der Auswirkungsprognose wurden deshalb vorliegende Erkenntnisse aus der Literatur, aus Gutachten und anderen Untersuchungen herangezogen.

3.2.7.6 Artengruppe Meeressäuger

Da Meeressäuger in dem betrachteten Seegebiet relativ selten beobachtet werden können, basiert die Analyse und Bewertung auf Literaturangaben zu Zufallssichtungen und –funden, vorhandenen POD-Untersuchungen des Deutschen Meeresmuseums Stralsund sowie weiteren vorliegenden schiffs- und flugzeuggebundenen Erfassungsergebnissen. Einzubeziehen waren insbesondere Datensammlungen wie die ESAS- bzw. SAS-Datenbank, die MAS-Datenbank, die aufbereitete MINOS-Datenbank und weitere (s. Kap. 4.7.8.1).

3.3 Methodik der Darstellung und Bewertung der umweltfachlichen Belange

3.3.1 Bestandsdarstellung und -bewertung

Die Bestandsdarstellung und -bewertung dienen als Grundlage für die weiteren Schritte der Bewertung der umweltfachlichen Belange, insbesondere für die Konfliktanalyse. In Abhängigkeit der Wirkfaktoren des Vorhabens auf die Umwelt werden die voraussichtlich betroffenen Umweltbestandteile mit ihren Funktionen erfasst, analysiert und bewertet. Es können zwei wesentliche Arbeitsschritte unterschieden werden:

- Erfassung und Darstellung der relevanten Bestandsgegebenheiten entsprechend der Schutzgüter Mensch, Boden, Wasser, Klima / Luft, Landschaft / Landschaftsbild, Kultur- und sonstige Sachgüter sowie Pflanzen und Tiere;
- Bewertung des ausgewiesenen Bestandes nach den Hauptkriterien Leistungsfähigkeit für den Naturhaushalt, Empfindlichkeit gegenüber Beeinträchtigungen durch das Vorhaben und Bedeutung als Lebensgrundlage für den Menschen.

Die Darstellung der Bestände der Schutzgüter erfolgt auf der Grundlage von vorhandenen Daten und Fachgutachten (z. B. zu Boden / Sediment, Landschaftsbild, Seevögeln / Rastvögeln und Fischen). Die verwendeten Daten- und Informationsgrundlagen für die einzelnen Schutzgüter werden zu Beginn der jeweiligen Kapitel aufgeführt.

Die Bestandsbeurteilung der Schutzgüter erfolgt unter Verwendung einer dreistufigen Skalierung und berücksichtigt, wo sinnvoll, die Kriterien Seltenheit / Gefährdung, Natürlichkeit, regionale bzw. überregionale Bedeutung des Vorkommens sowie Vielfalt / Eigenart. Die Beurteilung berücksichtigt ne-

ben den Besonderheiten und der Struktur des Schutzgutes im Untersuchungsgebiet auch dessen funktionelle Bedeutung für das gesamte ökologische Wirkungsgefüge. Die Einstufung wird verbal-argumentativ begründet. Die sich aus den Bewertungskriterien ergebenden Wertstufen werden zu einer gesamten Bestandsbewertung aggregiert. Dies geschieht meist ohne spezifische Aggregationsregeln, d. h. die Wertstufen werden gemittelt. Bei einigen Schutzgütern kann auch eine unterschiedliche Gewichtung der Bewertungskriterien vorliegen, wenn beispielsweise regionale Besonderheiten in der Faunenzusammensetzung vorliegen. Die detaillierte Beschreibung der Methodik zur Bestandsbewertung der einzelnen Schutzgüter ist den jeweiligen Kapiteln vorangestellt.

3.3.2 Darstellung und Bewertung der projektspezifischen Wirkungen

Die Methoden der Prognose und Beurteilung im Rahmen der Studie sind zum einen auf die entscheidungserheblichen Sachverhalte des Planverfahrens ausgerichtet, zum anderen integrieren sie durch die Auswahl der Bewertungsmaßstäbe die schutzgutbezogenen Vorsorgeaspekte in den Planungsprozess gemäß der Grundidee des UVPG / der UVP. Die in der Studie vorgenommenen Beurteilungen sind fachspezifischer Art und verstehen sich als fachgutachterliche Bewertungsvorschläge. Die Beurteilungen erfolgen auf Grundlage von:

- Vorgaben der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung [UVPVwV] (UVPVWV 1995), Vorgaben des BauGB
- sonstigen fachgesetzlichen Vorgaben, Vorschriften und Regelungen,
- dem Stand der Technik,
- allgemein anerkannten Regeln,
- gutachtlicher Erfahrung.

Für alle nicht in Fachgesetzen verbindlich festgelegten Bereiche werden fachliche Maßstäbe entwickelt, die sich am derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand und dem Stand der Technik orientieren.

Die Beurteilung der Umweltauswirkungen erfolgt anhand der Ermittlung einer Struktur- und Funktionsbeeinflussung bezüglich des betrachteten Schutzgutes, die durch die bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren hervorgerufen wird. Zur Bewertung der Struktur- und Funktionsbeeinflussung werden die Einzelkriterien Ausdehnung (räumlicher Bezug der Wirkung), Dauer und Intensität herangezogen. Die Bewertung wird fachgutachtlich verbal-argumentativ vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Aggregation werden bei jedem Schutzgut neben der textlichen Erläuterung in Übersichtstabellen dargestellt. Es erfolgt eine Differenzierung in die vier Bewertungsstufen „keine“, „geringe“, „mittlere“ und „hohe“ Struktur- und Funktionsbeeinflussung. Die Bewertung erfolgt in einem ersten Schritt getrennt nach bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren. In einem nachfolgenden Schritt werden die einzelnen Bewertungen zu einem Gesamtwert der Struktur- und Funktionsbeeinflussung jeweils bezogen auf das betrachtete Schutzgut zusammengefasst. Eine schutzgutübergreifende Aggregation ist hierbei nicht zulässig. Diese zusammengefasste Stufe der Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird ebenfalls fachgutachtlich verbal-argumentativ beschrieben.

Für die Anfertigung der Unterlagen werden die zu dem Zeitpunkt vorliegenden aktuellen technischen Planungen zu Grunde gelegt. Diese werden im Verlauf der weiteren Planung ggf. weiter präzisiert.

3.3.3 Wechselwirkungen zwischen Schutzgütern

Das Prüfverfahren zur Betrachtung der umweltfachlichen Belange umfasst auch eine Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft / Landschaftsbild, Kultur- und sonstigen Sachgütern. Bedingt durch den Standort und die spezielle Charakteristik des Vorhabens betreffen Wechselwirkungen insbesondere

die abiotischen Schutzgüter Sedimentverhältnisse und Wasserbeschaffenheit, die in einer engen Kausalkette mit den biotischen Schutzgütern wie den verschiedenen Lebensgemeinschaften stehen. Die projektrelevanten Wechselwirkungen zwischen den Auswirkungen auf die verschiedenen Schutzgüter sind bei der Betrachtung der einzelnen Projektwirkungen in den jeweiligen Kapiteln berücksichtigt worden sowie wesentliche Aspekte in Kap. 5.9 aufgeführt.

3.4 Kumulative Wirkungen

Zur Beschreibung und Bewertung der kumulativen Wirkungen wird in Kapitel 1 ein Überblick über mögliche, maßgebliche Summationswirkungen und die betrachteten Vorhaben gegeben. Es werden Planungen und Vorhaben beschrieben, die in Summation mit dem hier betrachteten Vorhaben in der Lage sein könnten, hohe Struktur- und Funktionsbeeinflussungen von Schutzgütern hervorzurufen. Weiterhin erfolgt eine schutzgut- bzw. artengruppenbezogene Beschreibung der kumulativen Wirkungen.

3.5 Allgemein verfügbare Daten- und Informationsgrundlagen

Aus dem Jahr 2010 liegen die durch das IfAÖ erstellten Umweltunterlagen zum ROV vor (IfAÖ 2010). Zum Untersuchungsgebiet für den Offshore-Windpark sind verschiedene Gutachten und Datenquellen vorhanden, die Aussagen zu mehreren Schutzgütern oder Artengruppen enthalten:

- IfAÖ-Erhebungen zu verschiedenen Offshore-Vorhaben sowie Fachgutachten des IfAÖ
- IfAÖ-Datenbanken zum Benthos und zu Seevögeln
- Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotenziale Mecklenburg-Vorpommerns (1:50.000)
- Daten des Bund-Länder-Messprogramms Meeresumwelt (BLMP) des BSH (MUDAB – Meeresumweltdatenbank)
- Daten und Informationen des Gutachterlichen Landschaftsrahmenplanes Vorpommern und dessen Fortschreibung (LUNG M-V 2009a)
- Informationen zu Vogelschutzgebieten und den Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung [Standard-Datenbögen, Gebietsformblätter) (LUNG M-V 2009b (DVD), UM M-V 2005, 2007, 2008], Kartenportal M-V
- Studie zu den „Entwicklungschancen des maritimen Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern“ (MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS M-V 2010; http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/_Service/Publikationen/index.jsp?&publikid=2953)

Nachfolgend werden schutzgutbezogen die vorhandenen Daten- und Informationsgrundlagen und die Untersuchungsdefizite aufgeführt.

Bei der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung und dem Artenschutzrechtlichen Fachbeitrag (nachfolgend AFB) wird auf die Grundlagen der schutzgutspezifischen Bestandsbeschreibung in der umweltfachlichen Bewertung zurückgegriffen.

4. Bestandsdarstellung und –bewertung für die Schutzgüter

4.1 Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

4.1.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Zur Bestandscharakterisierung wird eine Recherche der Erholungsnutzung, der Nutzung des Gebietes durch die Sportschifffahrt bzw. die Fischerei sowie weitere anthropogene Nutzungsformen anhand verschiedener Quellen durchgeführt. Als Datenbasis dienen z. B. das Regionale Entwicklungskonzept Vorpommern und dessen erste Fortschreibung (REGIONALER PLANUNGSVERBAND VORPOMMERN 2004) sowie vorhandene Tourismuskonzepte zur Einschätzung der Erholungsnutzung auf der Insel Rügen und den angrenzenden Seegewässern.

In Küstennähe sind menschliche Daseinsgrundfunktionen, wie Arbeiten, Wohnen und Erholen relevant. Grundlage der Darstellung von Wohn-, Arbeits- und Erholungsfunktionen ist eine räumliche Erfassung der Siedlungsgebiete und relevanter Flächennutzungskategorien auf der Grundlage der Biotop- und Nutzungskartierung sowie ergänzender Informationen, wie z. B. kommunaler Planungen.

Für das Seegebiet konzentrieren sich die Aussagen auf die Erholungsfunktion. Da damit nur wenige relevante Aspekte gegeben sind, erfolgt eine vereinfachte verbal-argumentative Darstellung und Bewertung. Als Daten- und Informationsgrundlage für die Beschreibung und Bewertung der Erholungsfunktion des Seegebietes werden Informationen zu Erholungsgebieten und deren Charakterisierung erfasst und aufbereitet. Die verwendeten Informationsquellen werden in Bezug zu den jeweiligen Darstellungen aufgeführt. Zur Bewertung der Akzeptanz von Offshore-Windparks bei den Erholungssuchenden bzw. Touristen wurden Umfragen durchgeführt (N.I.T. 2001; OTT & DUENE 2003; OWP 2003; OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS 2003; HILLIGWEG & KULL 2005) sowie aktuell durch ARCADIS (2010c). Die Ergebnisse werden, sofern diese veröffentlicht wurden, berücksichtigt. Zur Einschätzung der Sichtbarkeit des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ von den Erholungsorten auf der Insel Rügen wurde eine Visualisierung angefertigt (ARCADIS 2010, vgl. Schutzgut Landschaft - Kapitel 4.5).

Für die Bearbeitung des Schutzgutes sind weiterhin Informationen zur Schifffahrt aus Seekarten des BSH, zur Fischerei aus Angaben zur Fischereistatistik sowie VMS-Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung in räumlichem Bezug zu den ICES-Rechtecken sowie Veröffentlichungen des Institutes für Ostseefischerei Rostock [Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei] vorhanden. In der Seekarte sind Fischereischonbezirke ausgewiesen, die sich aber deutlich außerhalb der Wirkzonen des Windparks befinden und daher nicht weiter betrachtet werden müssen. Für die Bearbeitung der Rohstoffwirtschaft liegen Daten des Bergamtes Stralsund zu Rohstoffentnahmegebieten sowie des Rohstoffdatenkataloges der Lagerstätten des Landes M-V vor. Angaben zum Militär, Seekabeln, Pipelines, Klappstellen und Wracks können aus Seekarten und den CONTIS-Daten des BSH entnommen werden (http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/ContisKarten/OstseeSaemtlicheNutzungenSchutzgebiete.pdf). Weiterführende Informationen zu den marinen Nutzungen sind im Kap. 2.3 enthalten.

4.1.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Funktionen Wohnen, Arbeiten, landseitige Erholung

Das geplante Offshore-Windparkgebiet liegt nordöstlich der Insel Rügen küstenfern in der Arkonasee und mindestens ca. 19 km vom nächstgelegenen Landpunkt, dem Kap Arkona entfernt. Das Wohnumfeld ist daher nicht direkt betroffen (vgl. Tab. 17 und Kap 4.5 - Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild). Es sind folgende minimale Distanzen des OWP zu relevanten Siedlungs- bzw. Erholungsgebieten gegeben (Tab. 17).

Tab. 17: Lage des OWP zu Siedlungen / Bebauungen und landseitigen Erholungsarealen

Siedlungsgebiet	kürzeste Entfernung zum Vorhabensgebiet [km]	Bemerkung
Halbinsel Darß		
Prerow	75,0	wegen großer Entfernung zum Vorhaben ohne Einfluss auf die Erholung
Insel Hiddensee		
Dornbusch	38,5	wegen großer Entfernung zum Vorhaben ohne Einfluss auf die Erholung
Dornbusch Strand	37,8	
Insel Rügen		
Kap Arkona	18,5	Touristischer Anziehungspunkt, Aussichtspunkt, Museum
Kap Arkona Strand	18,9	
Schaabe	28,5	Landschaftsteil, langgestreckte Bucht, Badebetrieb, Camping
Glowe Hafen	28,9	Staatlich anerkannter Erholungsort
Glowe Strand	29,0	
Lohme Strand	25,9	
Lohme Hafen	26,0	Erholungsort
Stubbenkammer Königsstuhl	25,6	Touristischer Anziehungspunkt, Aussichtspunkt, Kreidefelsvorsprung 111 m. ü. NN
Stubbenkammer Strand	25,5	

Von Bedeutung für die Bewertung des Schutzgutes Mensch sind die Halbinseln Jasmund und Wittow und die Schaabe, eine langgestreckte Bucht im Nordwesten der Insel Rügen, die beide Halbinseln verbindet. Der größte Ort im untersuchten Küstenraum ist die Stadt Sassnitz auf der Halbinsel Jasmund mit ausgeprägten städtischen Wohn-, Gewerbe- und Erholungsgebieten. Von dort wird der geplante Windpark nicht sichtbar sein. Die Ostküste der Halbinsel Jasmund und die Stadt Sassnitz sind als touristische Schwerpunktgebiete mit hoher Besucherfrequentierung einzuordnen (staatlich anerkannter Erholungsort). Aufgrund der Hochuferwege und –aussichten von Jasmund sowie der Erholungsangebote im Hafen Sassnitz (Ausflüge per Schiff und Boot) bestehen vor allem visuelle Beziehungen zum küstennahen Seegebiet.

In der Ortschaft Glowe sind Erholungs- und Wohngebiete vorzufinden. Der Außenstrand der Schaabe mit Schwerpunkt bei Glowe wird intensiv zum Baden und für den Wassersport genutzt. Glowe ist staatlich anerkannter Erholungsort. Der nächstgelegene Ort Lohme hat 505 Einwohner. Im Bereich

der Schaabe befinden sich Campingplätze. Der wichtigste Wirtschaftszweig ist der Fremdenverkehr. Das gilt auch für die Siedlung Breege (einschließlich Juliusruh) mit 792 Einwohnern. Kap Arkona ist ein Siedlungssplitter und touristischer Anziehungspunkt mit Leuchttürmen, Peilturm und der Jaromarsburg (Bodendenkmal).

Wichtige Seeverkehrsverbindungen liegen außerhalb des Vorhabensgebietes. Westlich des Untersuchungsgebietes verläuft die Fährverbindung zwischen Schweden, Deutschland und Polen, nördlich befindet sich die vielbefahrene Route zur östlichen Ostsee (s. auch Kap. 2.3.1). Während der Passage halten sich somit kurzzeitig Personen auf Schiffen in der Umgebung des Windparks auf.

Fischerei

Es sind in diesem Raum in begrenztem Umfang Fischereifahrzeuge zu erwarten (vgl. Kap. 2.3.2, Abb. 10). Somit halten sich im Vorhabensgebiet nur temporär Personen auf (Aufenthalt auf Schiffen).

Erholung auf dem Wasser (Sportschifffahrt u. a.)

Touristische Aktivitäten auf, über und unter Wasser werden meist unter den Begriff „maritimer Tourismus“ zusammengefasst. Als landschaftsgebundene raumwirksame Nutzungsansprüche kommen generell in Frage: Baden, Segeln, Segelsurfen (letzteres ausschließlich küstennah), Motorbootfahren, Tauchen (nur küstennah), Fahrgastschifffahrt einschließlich spezieller Angebote für Hochseeangler sowie Kreuzfahrtschifffahrt.

Die seeseitige Erholung vollzieht sich vor allem in den küstennahen Gewässern. Törns entlang der Außenküste von Rügen sowie Umfahrungen der Insel sind beliebt, so dass eine vergleichsweise starke Frequentierung vor allem in der Hauptsaison zu verzeichnen ist (vgl. Abb. 37). An der nordöstlichen Außenküste der Insel Rügen sind die Sportboothäfen Glowe-Königshörn mit 81 Liegeplätzen, Lohme mit 53 Liegeplätzen (Entfernungen zum OWP in Tab. 17) und Sassnitz mit 120 Liegeplätzen vorzufinden. Für den Sportboothafen Sassnitz wurden Planungen zum Ausbau als Marina bis ca. 250 Liegeplätze erarbeitet (PLANCO 2004). Das Sportbootrevier östlich der Halbinsel Jasmund ist infolge der landschaftlichen Reize der Kreideküste attraktiv. Hier sind ebenfalls verstärkt Angebote der Fahrgast- und Ausflugsschifffahrt festzustellen, wobei Sassnitz der wichtigste Ausgangsort ist. Des Weiteren ist das Kutterangeln eine beliebte Freizeitbeschäftigung, die in diesem Raum eine Rolle spielt. Außerdem verläuft westlich des geplanten OWP die Fährlinie zwischen Sassnitz und Trelleborg, auf der ganzjährig regelmäßig Fährschiffe verkehren.

Demnach besitzt die wassergebundene Erholung im Gebiet der küstennahen Gewässer entlang der nordöstlichen Außenküste der Insel Rügen eine hohe Bedeutung. Für die küstenfernen Seegewässer im Bereich des geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“ ist eine deutlich geringere Frequentierung durch Sportboote gegeben. Da die Insel Rügen und benachbarte Reviere attraktive Häfen vorweisen können, und damit entsprechende überregionale Ziel- und Quellverkehre verursachen, ist jedoch auch in dem küstenfernen Seegebiet von einer gewissen Frequentierung durch Sportboote auszugehen, wobei auch hier die Sommer-Saison am wichtigsten ist. (vgl. Abb. 37)

Abb. 37: Bei Schweinswalerfassung ermittelte Dichte der saisonalen Frequentierung mit Sportbooten für den Zeitraum 2002 bis 2006 (aus GILLES et al. 2007)

Menschliche Gesundheit

Die Eignung von Gebieten hinsichtlich eines Beitrags zur menschlichen Gesundheit ist dort besonders ausgeprägt, wo Natur und Landschaft naturnah und weitgehend frei von Vorbelastungen sind. Diese Ausprägung korreliert im Regelfall mit der Ausweisung von Schutzgebieten. Von besonderer Bedeutung sind, über Schutzgebietsflächen hinaus, Bereiche, die Qualitätsstandards der Gesundheitsvorsorge erfüllen.

Der Untersuchungsraum hat keinen Schutzstatus als „Luftkurort“, etc. Er ist gleichfalls nicht als ein für die menschliche Gesundheit wichtiges Schutzgebiet (z. B. Landschaftsschutzgebiet, etc.) ausgewiesen (dazu Kapitel 2.2).

Vorbelastungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Der Untersuchungsraum ist nicht durch bauliche Anlagen vorbelastet. Es sind nur geringe Vorbelastungen bezüglich des Schutzgutes Menschen einschließlich der menschlichen Gesundheit wahrnehmbar. Im weiteren Umfeld des Vorhabensgebietes muss vor allem die Nutzung des Meeresgebietes durch die Handelsschifffahrt (visuelle Unruhe durch Schiffsbewegungen, Schiffsbeleuchtung, Schiffslärm) als akustische und visuelle Vorbelastung für die Erholungsfunktion angeführt werden. Gleiches gilt für die überwiegend in geringem Umfang anwesenden Fischereifahrzeuge (IFAÖ 2013g, h) sowie für militärische Aktivitäten (Übungsgebiete im Umfeld des Vorhabens).

4.1.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Bewertungsmethodik Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Es wird eine Bewertung nach folgenden Kriterien vorgenommen:

der Bedeutung von Gebieten für die Erfüllung der menschlichen Tätigkeiten / Funktionen: Wohnen, Arbeiten, sich versorgen, Weiterbildung, Kommunikation oder in Gemeinschaft leben (s. Tab. 18) und nach Empfindlichkeit des Menschen gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen (s. Tab. 19).

Tab. 18: Bewertungsansatz für die Funktion „Wohnen“

Bestandstyp - Wohnfunktion	Bedeutung von Gebieten für die Erfüllung der menschlichen Tätigkeiten / Funktionen: Wohnen, Arbeiten, sich versorgen, Weiterbildung, Kommunikation oder in Gemeinschaft leben
sonstige Flächen des Untersuchungsgebietes außerhalb der Ortschaften und des siedlungsnahen Freiraumes (vor allem Land- und Forstwirtschaftsflächen sowie Gewässer) - relativ geringe Aufenthaltsdauer zur Ausübung menschlicher Daseinsgrundfunktionen (außer Erholungsfunktion)	gering
siedlungsnahe Freiräume - kürzere Aufenthaltsdauer zur Ausübung menschlicher Daseinsgrundfunktionen (außer Erholungsfunktion)	mittel
Siedlungen mit: Wohngebieten, Mischgebieten, Dorfgebieten, Sondergebieten, Gewerbegebiete, Einzelsiedlungen und -höfe sowie Siedlungsfreiraum (Kleingartenanlagen, Parks, Sportanlagen u. a.)	hoch

Tab. 19: Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen in Bezug zur Funktion „Wohnen“

Bereiche mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen	Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen
Gewerbe- und Industrieflächen: Sie sind zumeist auf Besucherverkehr und den Transport von Rohstoffen und Gütern angewiesen. Der eigene Verkehr sowie die Produktion etc. verursachen bereits Vorbelastungen durch Lärmemissionen. Für Gewerbegebiete sind Immissionsrichtwerte von 65 dB(A) Tag und 50 dB(A) Nacht und für Industriegebiete 70 dB(A) Tag und Nacht festgesetzt (TA Lärm 1998), die auch in der Bauphase als Richtwerte gelten (Allg. VwV zum Schutz gegen Baulärm).	gering
Mischgebiete, Einzelhofanlagen und Flächen für den Allgemeinbedarf: Diese Bereiche weisen geringere Einwohnerkonzentrationen auf und schließen außer Wohngebäuden meist kleinere Gewerbeflächen, Handels-, Versorgungseinrichtungen oder Stallanlagen mit ein. Für diese Bereiche sind Immissionsrichtwerte von 60 dB(A) Tag bzw. 45 dB(A) Nacht (TA Lärm 1998) festgesetzt, die auch in der Bauphase als Richtwerte gelten (Allg. VwV zum Schutz gegen Baulärm). Die siedlungsnahen Freiräume als Wohn- und Freizeitumfelder im 1.000-m-Umkreis von Ortschaften und Einzelhöfen: Diese Bereiche werden häufig in der Freizeit von den Einwohnern der Siedlungen aufgesucht.	mittel
Wohngebiete und Sondergebiete – Erholung/Gesundheit: Die ausgewiesenen Wohngebiete[5] und Sondergebiete sind ständiger Wohnsitz für eine größere An-	hoch

[5] Hier werden auch Wochenendhausgebiete eingeordnet (DIN 18005, Teil 1).

Bereiche mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen	Empfindlichkeit gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen
zahl von Menschen. An diese Flächen werden höchste Ansprüche an die Wohnqualität gestellt. Damit verbunden sind u. a. ein relativ ungestörter Feierabend und die Gewährleistung der Nachtruhe. Für Gebiete, in denen sich vorwiegend Wohnungen befinden, sind Immissionsrichtwerte von 55 dB(A) Tag bzw. 40 dB(A) Nacht (TA Lärm 1998) festgesetzt, die auch in der Bauphase als Richtwerte gelten (Allg. VwV zum Schutz gegen Baulärm).	

Erholungsfunktion

Das Erholen zählt zu den Grundbedürfnissen des Menschen, deren Erfüllbarkeit dessen Gesundheit und Wohlbefinden beeinflusst. Die Erholungsfunktion ist an entsprechende Räume oder Anlagen gebunden. Es können überregionale, regionale (überregionaler bzw. regionaler Einzugsbereich der Erholungssuchenden) sowie örtliche Erholungsgebiete unterschieden werden. Erholungsgebiete mit dem entsprechenden Einzugsbereich der Erholungssuchenden sind vorzugsweise an Landschaften mit hoher Vielfalt, Eigenart oder Schönheit gebunden. Dabei wird beim Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit die tatsächliche Erholungsnutzung berücksichtigt, während das Erholungspotenzial bzw. die Erholungseignung (hoher ästhetischer Erlebniswert) auch im Schutzgut Landschaftsbild integriert ist. Für die Beurteilung der funktionalen Bedeutung der Erholungsflächen ist der Einzugsbereich (regional oder überregional) sowie die Frequentierung und Aufenthaltsdauer der Erholungssuchenden zu beachten. Bei der Bewertung werden Bereiche mit besonderer Funktion für Tourismus und Erholung herausgestellt (Tab. 20).

Tab. 20: Bewertungsansatz für die Funktion Tourismus und Erholung

Bereiche mit besonderer Funktion für Tourismus und Erholung	Wertstufe
„Kulissenräume“ zu den mit „mittel“ oder „hoch“ bewerteten Gebieten mit in der Regel Formen der landschaftsgebundenen Erholung (Spazieren, Wandern, Radfahren, Reiten auf vorhandenem Wegenetz)	gering
Tourismusentwicklungsraum nach Regionalem Raumordnungsprogramm Naherholungsgebiet	mittel
Tourismusschwerpunktraum nach Regionalem Raumordnungsprogramm Schwerpunkt des Kultur- und Städtetourismus nach Regionalem Raumordnungsprogramm anerkannte Kur- und Erholungsorte wie Seebäder	hoch

Bewertung Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Das Vorhabensgebiet hat keine Bedeutung als Wohngebiet und weist eine *geringe* Bedeutung als Arbeitsumfeld (Fischerei, Handelsschifffahrt, Fährverbindungen) auf. Die betroffenen Personen halten sich nur temporär in diesem Gebiet auf (z. B. Aufenthalt auf Schiffen im Bereich der Seeverkehrsstraßen). Das Arbeitsumfeld ist durch den Lärm der Schiffe und deren Aufbauten (Fischereigerät, etc.) vorbelastet. Eine Nutzungsform findet durch die Fischer statt, d. h. im Vorhabensgebiet sind regelmäßige Fischereiaktivitäten nachzuweisen.

Die gesamte Außenküste der Halbinseln Wittow und Jasmund sind touristisches Schwerpunktgebiet (vgl. z. B. „Vorbehaltsgebiet Tourismus im Küstenraum nach LEP M-V – MFABL M-V 2005), wobei insbesondere Arkona, die Kreideküste, der Uferbereich von Sassnitz sowie der anderen anerkannten Erholungsorte Erholungskonzentrationen aufweisen. Außenküste und ufernahe Seegewässerzone bilden eine landschaftliche Einheit und küstennah ist eine hohe Bedeutung für den maritimen Tourismus gegeben. Demnach sind die Außenküste und die ufernahe Seegewässerzone als **hochwer-**

tig einzuordnen. Für die küstenfernen Seegewässer einschließlich des Untersuchungsraumes wird mit größer werdender Distanz zur Küste eine **mittlere bis geringe** Bedeutung für Erholungsfunktionen abgeleitet.

Das betrachtete Meeresgebiet besitzt als Reinluftgebiet eine gewisse, jedoch aufgrund der Entfernung zu den relevanten Landflächen, nur **geringe** Bedeutung für die menschliche Gesundheit.

Gegenüber Lärm- und Schadstoffimmissionen besitzt das Vorhabensgebiet eine geringe Empfindlichkeit, da sich kaum Menschen für längere Zeit dort aufhalten.

4.2 Schutzgut Boden/Sediment

4.2.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Boden / Sediment / Relief

Folgende Datengrundlagen können für Angaben zu Sedimentarten in Seegewässern genutzt werden:

- Übersichtskarte der Oberflächensedimente der Pommerschen Bucht (BOBERTZ, B.; HARFF, J.; KRAMARSKA, R.; LEMKE, W.; PRZEZDZIECKI, P.; USCINOWICZ, S. & J. ZACHOWICZ (2004): Map of Surface Sediments of the Pomeranian Bight. International Borders Geoenvironmental Concerns, 7-8.)
- Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000 (GÜK 200) - Blatt Stralsund
- Geologische Karte 1:25.000 von Preußen und benachbarten Bundesstaaten
- Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern – Oberfläche Übersichtskarte 1 : 500.000 (GÜK) des Geologischen Landesamt M-V (GLA M-V 1994)
- JENSEN, J.B.; KUIJPERS, A. & W. LEMKE (1996): Geologische Karte von Dänemark 1:200.000. Nr. 52. Geological Survey of Denmark and Greenland, Kopenhagen. 16 pp.

Zur Darstellung der Topographie des Untergrundes können die Angaben der Seekarte sowie bathymetrische, seismische und SSS-Untersuchungen des Vorhabensgebietes (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011) herangezogen werden.

Folgende Quellen enthalten Daten zur Sedimentbelastung der Seegewässer:

- Angaben verschiedener Beprobungen des LUNG M-V im Rahmen des BLMP-Messprogramms (s. u.)
- Untersuchungen zur Sedimentbeschaffenheit der Pommerschen Bucht (z. B. LEIPE et al. 1998, LÖFFLER et al. 2000)
- Gewässergüteberichte M-V 2000/2001/2002 und 2003-2006 (LUNG M-V 2004, 2008)

Für spezifische Angaben zu den Sedimentverhältnissen im Vorhabensgebiet liegen folgende Untersuchungsergebnisse vor:

- geologischer Vorbericht (Side-Scan-Sonar-Untersuchung, Reflexionsseismische Untersuchung), VBW & NAUTIK NORD (2009), VBW 2011
- Maringeologisches und sedimentologisches Gutachten TÜV NORD (2012a)
- Sedimentbeprobungen im Rahmen des Benthosgutachtens (IFAÖ 2013d)

Die Untersuchungsmethoden werden in den entsprechenden Fachgutachten sowie zusammengefasst in Kap. 3.2.2 erläutert. Die Ergebnisse der Gutachten bzgl. der Lage und Beschaffenheit des Meeresbodens im Vorhabensgebiet werden im Folgenden sinngemäß zusammengefasst.

Allgemeine Literaturangaben sind zum jeweiligen Sachverhalt aufgeführt und können im Quellenverzeichnis nachgeschlagen werden.

4.2.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Boden / Sediment / Relief

Die Ostsee und das Teilgebiet Arkonabecken – Allgemeines und Bathymetrie

Die Ostsee ist ein intrakontinentales Randmeer bzw. Binnenmeer, welches aufgrund der eingeschränkten Verbindung zur Nordsee eines der größten Brackwassermeere der Welt darstellt (MATTHÄUS 1996). Die sich im Zuge der pleistozänen Entwicklung der Ostsee herausgebildete Gliederung in Becken, die durch Schwellen voneinander getrennt sind, sowie die schmalen Verbindungen über die dänischen Meerengen zur Nordsee prägen wesentliche abiotische Faktoren, wie Bathymetrie, Hydrodynamik, Sedimentation, Salz- und Sauerstoffgehalt. Die Entwicklung der Ostsee im Bereich des Arkonabeckens seit der Eiszeit wird in TÜV NORD (2012a) charakterisiert.

Ein Teilgebiet der westlichen Ostsee ist die Arkonasee mit Wassertiefen bis zu 53 m. Der zentrale tiefere Teil der Arkonasee, an dessen südlichen Randbereich der OWP geplant ist, wird als Arkonabecken bezeichnet. Die folgende Abb. 38 zeigt die Bathymetrie für den Bereich der Arkonasee mit dem Arkonabecken und deren Begrenzungen durch die Küste Schonens (1) im Norden, die Insel Bornholm (2) im Osten, die Untiefen Rønnebank (5) und Adlergrund (6) im Südosten, die Insel Rügen (3) im Süden und die Untiefe Kriegers Flak (4) im Westen.

(OWP „ARCADIS Ost 1“ mit ungefährer Lage als rotes Quadrat dargestellt)

Abb. 38: Bathymetrische Karte der Arkonasee (aus TÜV NORD 2012a)

Das ca. 19 km nördlich von Rügen liegende Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ weist Wassertiefen zwischen 41 und 46 m auf.

Relief / Morphologie

Das Relief ist eben und senkt sich kontinuierlich von der Küste zu den küstenfernen Gebieten der äußeren Pommerschen Bucht sowie zum Arkonabecken hin ab. Der hier betrachtete Untersuchungsbereich liegt größtenteils in einem Gebiet mit ebenem Relief des Meeresbodens (Neigung

von 0,006 bis <0,06 Grad). Der südöstliche Bereich des geplanten OWP befindet sich in einem Gebiet mit gering bewegtem Relief (>0,06 bis 0,57 Grad Neigung) (TÜV NORD 2012a nach SHD 1988).

Die Videoaufnahmen des Vorhabensgebietes und des Referenzgebietes zeigen eine eintönige Schlickfläche mit vereinzelt auftretenden Sedimentklumpen und Rippeln als einzigen Strukturen (IFAÖ 2013d).

Gefährdung durch Erdbeben

In der südwestlichen Ostsee einschließlich Arkonabecken sind Erdbeben im Gegensatz zur gesamten Ostsee selten und haben geringe Stärken (2-4). Die Bebenherde liegen bis zu 15 km tief und sind nicht immer an Störungszonen der Erdkruste gebunden. Die südwestliche Ostsee ist damit nicht erdbebengefährdet (BSH 2009a).

Schichtenfolge

Die spätglazialen Entwicklungsphasen der Ostsee spiegeln sich in der Vertikalabfolge der Sedimente des Arkonabeckens wider. Auf eine Geschiebemergelschicht, die bis etwa 16 m unter die Sedimentoberfläche reicht, folgen spätglaziale rötliche Bändertone und ungleichmäßig geschichtete Tone. Darüber schließen sich eine Schicht aus Schluff oder Feinsand, eine stark schluffige Tonschicht und wechselnde Schluff- und Tonlagen, die Wasserspiegelanstiege und –absenkungen widerspiegeln. Die oberste Schicht bildet Schlick, der im Arkonabecken im Mittel 2-4 m mächtig ist und im Bereich des Vorhabensgebietes auch eine Mächtigkeit von 10 m erreichen kann (NEUMANN 1981, LEMKE 1998).

Bohrungen und Drucksondierungen im Vorhabensgebiet bestätigen diese Aussagen. Die Schlickauflage wurd mit Mächtigkeiten von 5,5 bis 8,6 m bestimmt, darunter folgen Weichsedimente (Tone, Schluffe, Feinsandeinlagerungen) mit 15 bis 27 m Mächtigkeit. Der darunter liegende Geschiebemergel ist 4 bis 15 m mächtig und liegt auf Kreide, deren Untergrenze bei den Untersuchungen nicht erreicht wurde (ARCADIS 2012b).

In der nachfolgenden Abb. 39 werden die Oberflächensedimente der Arkonasee dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, dass im Bereich des geplanten Offshore-Windparks großflächig Schlick[6] anzutreffen ist.

[6] Eine allgemeingültige Definition von Schlick existiert nicht. In der Regel werden als Schlicke Sedimente mit hohem Feinkornanteil (>50% Schluff und Ton - Korngröße <0,063 mm) und höherem Anteil an organischen Stoffen von >5% bezeichnet.

Abb. 39: Oberflächensedimente des Arkonabeckens (TÜV NORD 2012a nach HERMANSEN & JENSEN 2000)

Sedimentbeschaffenheit

Gasfreisetzung

In den Sedimenten des Arkonabeckens sind ab einer Tiefe von 0,5 bis 1 m Gasblasen enthalten, die hauptsächlich aus Methan bestehen. Bereiche, in denen Methan ausgast sind in Echogrammen als „Pockmarks“ mit maximalen Durchmessern von 50 m zu erkennen. Derzeit liegen über die mögliche Existenz von Pockmarks und / oder Ausgasungsschloten im Bereich des Windparks jedoch keine konkreten Informationen vor. Ebenfalls nicht genau bekannt ist, ob weitere tiefer liegende glaziale und interglaziale bzw. vorquartäre Gasquellen existieren. Aus fachgutachtlicher Sicht ist „das Risiko des Vorkommens präquartärer Ausgasungskanäle im Sediment, die dessen Standfestigkeit für OWEA-Gründungen beeinträchtigen könnten, als eher gering einzuschätzen“ (TÜV NORD 2012a), da das Gebiet nach derzeitigen Auffassungen wahrscheinlich deutlich südlich der Kaledonischen Bruchzone liegt.

Der hohe Gasgehalt der Schlicksedimente führt dazu, dass südliche Bereiche des Arkonabeckens mit reflexionsseismischen Verfahren nicht kartierbar sind (BSH 2009a). Das wird durch bathymetrische, seismische und Side-Scan-Sonar-Untersuchungen für den geplanten Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ (VBW & NAUTIK NORD 2009) bestätigt. Während mehrerer Messfahrten im November / Dezember 2008 wurde auf der Windparkfläche eine linienhafte bathymetrische, seismische und Side-Scan-Sonar-Untersuchung entlang der geplanten Standorte der OWEA durchgeführt. Es zeigte sich, dass das gesamte Untersuchungsgebiet völlig eintönig mit Schlick bzw. sandigem Schlick bedeckt ist. Es fanden sich sehr verbreitet Spuren von Grundschleppnetzen. Einige Objekte (möglicherweise Wracks oder Wrackteile) wurden im Messgebiet beobachtet. Die Angaben zur Schichtenfolge im maringeologischen und sedimentologischen Gutachten (TÜV NORD 2012a) werden bestätigt. Generell waren die seismischen Messwerte durch das Auftreten des so genannten Beckeneffektes

stark beeinträchtigt. Es traten Faulgasbläschen im Sediment auf, die eine starke Dämpfung der seismischen Signale verursachen.

Sedimentation

In den Sedimentationsgebieten des Arkonabeckens werden Schlicksedimente mit etwa 800-1.200 g/m^2 pro Jahr akkumuliert. Die mittlere lineare Sedimentationsrate im Arkonabecken liegt etwa zwischen 0,5 und 2 mm/a (TÜV NORD 2012a).

Korngrößen

Der geplante Windpark liegt in einem Gebiet, das an der Oberfläche (0-5 cm) durch „sapropelartigen Schlick“ (50-70% <0,01 mm) gekennzeichnet ist. Die Oberflächensedimente werden im Bereich des nördlichen Windparkteils als Mittelschlick (MSK) mit Mittelschluff (0,006-0,02 mm; ≥35%) als Hauptfraktion und generell als Schluffsedimente mit ≥95% <0,063 mm angesprochen. Die Standorte der OWEA im südlichen Bereich entfallen danach auf Grobschlickbereiche (GSK) mit Grobschluff (0,02-0,063 mm; ≥35%) als Hauptfraktion. Der Schluff- und Tonanteil dieses Grobschlicks liegt im Bereich von etwa 45-79% (TÜV NORD 2012a).

Nach IFAÖ 2013d wird das Oberflächensediment im Vorhabensgebiet und im aktuellen Referenzgebiet als reiner Schlick mit Schluffgehalten zwischen 80% und 100% charakterisiert. Auch die Videoaufnahmen zeigen weitläufige Schlickauflagerungen.

Der geplante Windpark liegt überwiegend in einem Bereich des Arkonabeckens, in dem die maximalen Schlickmächtigkeiten für dieses Ostseebecken (etwa 6 bis maximal 10 m) angetroffen wurden. An Standorten von OWEA im Südostteil des Vorhabensgebietes liegt die Schlickmächtigkeit bei Werten von nur etwa 4-5 m, im Nordwestteil bei etwa 7 m (TÜV NORD 2012a).

Schwermetallbelastung der Sedimente

Die allgemeine Beschreibung der Sedimentbelastung erfolgt anhand von Angaben des BLMP-Messprogramms sowie Angaben aus der Literatur. Die nachfolgenden Tab. 21 und Tab. 22 geben einen Überblick zur Sedimentbeschaffenheit der Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich der Schwermetallbelastung.

Tab. 21: Schwermetallgehalte in Oberflächensedimenten (Fraktion <20 µm; <63 µm) der Oder und Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern, Median- / Mittelwerte in mg/kg TM (BACHOR & VON WEBER 2008, BACHOR 2005 u. a. Datenquellen)

Gewässer	Jahr (n)	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
RW 1[6)]		100	2	90	70	70	0,4	250
RW 2[6)]		300	6	270	210	210	1,2	750
Oder[1)] *	1996 (38)	200	6,80	167	193	84	3,80	1.628
Oder[2)] *	1997-2000	167	7,92	111	121	51	1,48	1.057
Kleines Haff *	2003 (12)	110	3,32	50	58	31	0,34	694
Peenestrom *	2003 (9)	58	1,23	26	37	24	0,25	241
Greifswalder Bodden *	2004 (12)	110	1,70	40	36	32	0,19	208
Nord- und Westrügenschen	1995-	45	1,09	38	33	26	0,23	135

Gewässer	Jahr (n)	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
Bodden (ohne Jasmunder Bodden) * [5]	2002 (?)							
Strelasund * [5]	1995-2002 (?)	47	1,00	40	36	31	0,19	151
Darß-Zingster Bodden *	2001 (20)	24	0,60	15	19	11	0,06	41
Unterwarnow und Breitling *	2000-2002 (16)	100	0,82	37	70	28	0,67	374
Wismarbucht *	2000-2002 (20)	62	0,9	48	43	33	0,26	217
Lübecker/Mecklenburger Bucht *	2000-2002 (7)	150	1,0	50	47	37	0,26	293
Mecklenburger Bucht [3] **	1983-1989 (121)	85	0,96	54	31	39		165
Arkonabecken [3] **	1985-1989 (308)	81	0,73	65	40	27		127
Oderrinne [4]		55	1,7	80	30	22		180

[1] Angaben aus LUA (1999), [2] Angaben aus MEYER et al. (2002), [3] Angaben aus LEIPE et al (1998), [4] Angaben aus BRÜGMANN (1998) auf der Grundlage von LEIPE & NEUMANN (1994), [5] Angaben aus BACHOR (2005), [6] nach „Gemeinsame Übergangsbestimmungen für den Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern“

* - Fraktion < 20 µm, ** - Fraktion < 63 µm

Bewertung / Klassifikation nach LAWA (1998) – GK = Güteklasse:

GK I - dunkelblau: anthropogen unbelastet	GK II-III - hellgrün: deutliche Belastung
GK I-II - hellblau: sehr geringe Belastung	GK III - gelb: erhöhte Belastung
GK II - grün: mäßige Belastung (Einhaltung der Zielvorgabe der LAWA)	GK III-IV - orange: hohe Belastung
	GK IV - rot: sehr hohe Belastung

Anhand der Angaben in Tab. 21 wird ersichtlich, dass das Sediment im Arkonabecken keine erhöhten Belastungen bzgl. Chrom und Nickel aufweist, Cadmium und Blei dagegen in mäßigen Konzentrationen vorliegen. Diese Einstufung bestätigen auch die Daten der Erfassungen aus dem Jahr 2007 (Tab. 22). Für Kupfer und Zink sind Konzentrationen zu erwarten, die maximal das Doppelte der geogenen Hintergrundwerte betragen. Cadmium und Blei überschreiten den Hintergrundwert um das

bis zu dreifache (an Station K7). Auffällig sind auch die Belastungen mit Quecksilber im westlichen Arkonabecken (vor allem Station K 7).

Tab. 22: ***Konzentrationen von Schwermetallen ausgewählter Stationen der äußeren Seegewässer für das Jahr 2007 - Fraktion < 20 µm (Daten aus: POHL et al. 2008)***

Station / IOW Nr.	Cr	Ni	Co	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Hg
	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)	(ppm= mg/kg)
Lübecker Bucht LB1/342850	77	34	19	79	224	36	1,05	19,2	0,131
Meckl. Bucht M2/342880	68	31	16	54	110	26	0,33	22,6	0,075
NW Hiddensee K8/342820	75	41	19	85	159	42	0,55	25,1	0,099
Arkonabecken W K7/342770	76	32	13	77	140	43	0,62	17,2	0,323
Arkonabecken O K4/342740	75	34	13	51	129	34	0,37	22,0	0,125
Referenz-/ Hintergrundwerte für Küsten- und Übergangsgewässer der deutschen Ostseeküste nach UBA (2004)	**60**	**(<45)**	**k.A.**	**25**	**90**	**20**	**0,20**	**<15**	**0,050**
Arkonabecken W K7/342770, Faktor in Bezug auf den Referenzwert	1,3	0,7		3,1	1,6	2,2	3,1	1,1	6,5
Arkonabecken O	1,3	0,8		2,0	1,4	1,7	1,9	1,5	2,5

Station / IOW Nr.	Cr	Ni	Co	Pb	Zn	Cu	Cd	As	Hg
K4/342740, Faktor in Bezug auf den Referenzwert									

Daten um Hintergrundwerte und Faktoren zur Überschreitung ergänzt

Zur Einschätzung der räumlichen Verteilung der Schwermetalle im Arkonabecken liegt eine umfangreiche Aufnahme von Oberflächensedimentproben unterhalb der 40 m Wassertiefenlinie aus dem Jahr 2005 vor (KOWALSKI 2007, POHL et al. 2007; Abb. 40[7]). Demnach sind wie bereits 1987-1989 (LEIPE et al. 1998) generell im westlichen Arkonabecken höhere Konzentrationen des organischen Kohlenstoffs und der Schwermetalle gegenüber dem östlichen Becken festgestellt worden. Anhand der Vertikalprofile der Sedimentkerne lässt sich ableiten, dass dieses Verteilungsmuster schon seit Beginn des anthropogen beeinflussten Eintrags von Schwermetallen besteht. Als Ursache für die höhere Belastung im westlichen Arkonabecken wird die Materialzufuhr aus westlicher und nordwestlicher Richtung (Nordsee, Kattegat, Belte) gesehen. Bei der zeitlichen Veränderung seit den Aufnahmen Ende der 80er Jahre konnte eine deutliche Abnahme bei den Elementen Quecksilber, Kupfer, Blei und Cadmium ermittelt werden, die mit einer allgemeinen Reduzierung des Eintrags in die Ostsee in Verbindung gebracht wird. Die deutlich höheren Quecksilbergehalte im westlichen Arkonabecken („Hot Spot“) werden auf eine Verbringung quecksilberhaltigen Materials während des 2. Weltkrieges oder in der Nachkriegszeit zurückgeführt (KOWALSKI 2007, POHL et al. 2007). Aus den flächenhaft interpolierten Ergebnissen der Untersuchungen für das Probenahmejahr 2005 durch KOWALSKI (2007) wird im Gutachten des TÜV NORD (2012a) für die Oberflächensedimente im Bereich der geplanten Windparkfläche des OWP „ARCADIS Ost 1“ etwa folgende stoffliche Zusammensetzung abgeleitet (Angaben beziehen sich auf die Trockenmasse der Sedimentproben):

Schluffgehalt (>0,002 bis <0,063 mm):	ca. 80 (75 - 85)%
Medianwert der Korngrößen (in phi):	ca. 6,0 (5,8 - 6,2)
Ges. org. Kohlenstoff / TOC:	ca. 5 (4 - 6)%
Al (als Proxy für Tonminerale):	ca. 4,5 (4,4 - 4,6)%
Phosphor:	ca. 1.450 (1.300 - 1.600) mg/kg
Zink:	ca. 110 (100 - 120) mg/kg
Blei:	ca. 60 (50 - 70) mg/kg
Kupfer:	ca. 34 (30-38) mg/kg
Arsen:	ca. 13 (11-15) mg/kg
Cadmium:	ca. 0,6 (0,5 – 0,7) mg/kg
Quecksilber:	ca. 0,18 (0,16 – 0,20) mg/kg

Diese Werte ordnen sich in die obige Tab. 22 ein. Danach ist in einer ersten Einschätzung mit einer Quecksilberkonzentration zu rechnen, die durchschnittlich etwa 3,5-mal so hoch ist, wie der Hintergrundwert. Der Hintergrundwert entspricht einer Schwermetallkonzentration im Sediment, die vor Beginn der Massenindustriealisierung, also vor 1870, vorhanden war.

[7] Weitere Abbildungen von KOWALSKI (2007) enthält TÜV NORD (2012a).

(OWP „ARCADIS Ost 1“ mit ungefährer Lage als rotes Rechteck dargestellt)

Abb. 40: Räumliche Verbreitung ausgewählter Schwermetalle im Oberflächensediment des Arkonabeckens: Hg, Cu, Pb, Cd (aus: Kowalski 2007)

Die Abb. 40 verdeutlicht die räumliche Verteilung der dargestellten Schwermetalle im Arkonabecken.

Zusammenfassend stellt der Gewässergütebericht M-V 2000/2001/2002 (LUNG M-V 2004) heraus, dass die Sedimente der Darß-Zingster Bodden die geringsten Schwermetallbelastungen aufweisen (vgl. Tab. 21). In allen anderen Küstengewässern bestehen mehr oder weniger starke Anreicherungen verschiedener Elemente und Verbindungen. Das Oderästuar mit dem Kleinen Haff und dem Peenestrom zeigt höhere Werte bei verschiedenen anthropogenen Belastungen infolge des Eintrags durch die Oder. Der Einflussbereich der Oder wird mit dem Übergang zum Greifswalder Bodden schon deutlich geringer. Im Bereich der äußeren Seegewässer ist für Schwermetallkonzentrationen bei mehreren Elementen ein abnehmender Gradient der Konzentrationen von Westen (Lübecker / Mecklenburger Bucht) nach Osten (östliches Arkonabecken und äußere Pommersche Bucht) sowie von der Küste bzw. den inneren Küstengewässern zur offenen See zu verzeichnen. Trotz in der Regel relativ geringer Belastung in den Offshore-Gebieten ist eine deutlich höhere Schwermetall-Konzentration gegenüber den Hintergrund- bzw. Referenzwerten festzustellen (BSH2009a).

Nährstoffkonzentration in den Sedimenten

Die Beschaffenheit der marinen Sedimente ist auf die Zufuhr gelöster und partikulärer Stoffe aus dem Einzugsgebiet zurückzuführen. Im Arkonabecken werden permanent Sedimente der Oder abgelagert, die mit Stickstoff (im Mittel 4 g/kg) und Phosphat (4 bis 9 g/kg TS, LUA 1999) belastet sind (TÜV NORD 2012a, vgl. Kapitel 4.3.2). Weiterhin werden während der Sedimentbildung, welche direkt oder über die Inkorporation in biologisches Material erfolgen kann, Nährstoffe aus der Wassersäule angereichert. Die Freisetzung von im Sediment gebundenen Nährstoffen geschieht durch aerobe und anaerobe Umsetzung des sedimentierten Materials, wie der Oxidation von Ammonium- zu Nitratstickstoff oder die Lösung von Phosphat aus dem Sediment unter Sauerstoffmangel. (NAUSCH 1997, SRU 2004, TÜV NORD 2012a)

Untersuchungen der Nährstoffgehalte von Sedimenten des Arkonabeckens nordöstlich des geplanten Windparks (Daten aus MUDAB (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/DOD-Datenbank/index.jsp) ergaben für Gesamtstickstoff Werte von 4,4 bis 6,7 g/kg und für Gesamtphosphor 1,3 bis 2,6 g/kg im trockenen Sediment (vgl. Abb. 41). Im Vergleich zum Richtwert der Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern ist der Stickstoffgehalt um das 3- bis 4,5-fache erhöht. Der Gehalt an Gesamtphosphor ist 2,5- bis 5-mal höher als der genannte Richtwert (s. Abb. 41).

Abb. 41: ***Gesamtphosphor und –stickstoffgehalte in trockenen Sedimenten des Arkonabeckens 2000 – 2007 (Daten aus http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/DOD-Datenbank/index.jsp und http://www.htg-baggergut.de/Downloads/Uebergangsbestimmungen_Baggergut_Kuestengewaesser.pdf)***

Organische Belastung der Sedimente

Bezüglich organischer Schadstoffe in den Offshore-Gebieten liegen aktuelle Untersuchungen des IOW aus dem Jahr 2008 vor (SCHULZ-BULL et al. 2009; Abb. 42). Die höchsten Gehalte an HCB, PCB, p,p'-DDE, p,p'-DDD sowie PAK wurden in der Mecklenburger Bucht (Stationen IOW2, M2) und im Arkonabecken (Stationen IOW5, K7, IOW6 und K4) erfasst. Die Kieler Bucht (Station N3), Fehmarnbelt (Station N1), die Stationen auf der Darßer Schwelle (Station IOW4), nordwestlich Hiddensees (Station K8) wiesen niedrige Konzentrationen mit PCB und PAK auf. Weiterhin wurden niedrige Gehalte vom südlichen Arkonabecken (ARKO3) bis zur Oderbucht (Stationen IOW8 und ODER) festgestellt. Die Station ARKO3 ist repräsentativ für das Gebiet, in dem der geplante Offshore-Windpark liegt. Die regionalen Unterschiede der Belastung des Oberflächensediments mit PCB und PAK sind im hohen Maße vom Gehalt an organischem Kohlenstoff abhängig, so dass sandiges Sediment und dessen geringer Gehalt an organischem Kohlenstoff eine niedrige Schadstoffbelastung bedingt. (SCHULZ-BULL et al. 2009; s. Abb. 42).

Abb. 42: ***Organische Schadstoffe [mittlere Abb.: HCB, PCB, p,p'-DDE, p,p'-DDD - Gehalte (pg/g TS) untere Abb.: PAK-Konzentrationen (ng/g TS)] im Oberflächensediment an 14 BLMP-Stationen der AWZ der deutschen Ostsee im Juni 2008 (aus: SCHULZ-BULL et al. 2009)***

Vorbelastungen Schutzgut Boden

Als Vorbelastungen werden alle Abweichungen von den unbeeinflussten physikalischen und chemischen Verhältnissen des Bodens und der Unterwassermorphologie gewertet. Zu unterscheiden sind

dabei ein direkter Flächenverbrauch durch Überbauung oder Abgrabungen und Funktionsbeeinträchtigungen durch Schadstoffeintrag oder Strukturveränderung. Durch die fischereiliche Nutzung (mit Schleppnetzen) erfährt die Unterwassermorphologie des Untersuchungsraumes eine regelmäßige Einflussnahme, die als Vorbelastung zu bewerten ist. Nach VBW & NAUTIK NORD (2009) und VBW (2011) konnten im Rahmen der Side-Scan-Sonar-Untersuchung verbreitet Spuren von Grundschleppnetzen (Abb. 43) sowie einige Objekte (möglicherweise Wracks oder Wrackteile; siehe Kapitel 2.3.5 und 4.6) beobachtet werden. Weitere strukturelle, anthropogene Veränderungen des Sediments und der Morphologie sind im Vorhabensgebiet nicht bekannt, da der geplante OWP außerhalb von Rohstoffentnahmegebieten, Klappstellen und sonstigen typischen Offshore-Nutzungen liegt.

Abb. 43: Standbild der Side-Scan-Sonar-Untersuchung mit Fischereispuren (aus VBW & NAUTIK NORD 2009)

Die Schadstoffbelastung der Sedimente ist im vorangegangenen Kapitel anhand Angaben des BLMP-Messprogramms sowie aus der Literatur und Fachgutachten (TÜV NORD 2012a) beschrieben. Zusammenfassend wird eine geringe bis mäßige Schadstoffbelastung abgeleitet (vgl. Kapitel 4.2.2).

4.2.3 Bestandsbewertung Schutzgut Boden

Allgemeines Schutzgut Boden / Sediment

Bewertungsgegenstand ist der marine Boden in seinem charakteristischen Wirkungsgefüge aus Sedimentation, Stofftransport und Strömungsexposition. Als zentrales Element der marinen Ökosysteme erfüllt er wichtige Funktionen, die entscheidende Bedeutung für die Leistungsfähigkeit des marinen Naturhaushaltes besitzen.

Folgende Kriterien und Parameter werden zur Bewertung des Schutzgutes Boden herangezogen:

- Geologisches Ausgangsgestein und Untergrund
- Sedimentstrukturen mit besonderen Lebensraumfunktionen
- Bewertung der Bodenfunktionen (Sedimentation, Stofftransport und Strömungsverhältnisse)

Als Vorbelastungen werden alle Abweichungen von den unbeeinflussten physikalischen und chemischen Verhältnissen des Bodens und der Unterwassermorphologie gewertet. Zu unterscheiden sind dabei ein direkter Flächenverbrauch durch Überbauung oder Abgrabungen und Funktionsbeeinträchtigungen durch Schadstoffeintrag oder Strukturveränderung. Die Bewertung der Bedeutung des Schutzgutes und der Empfindlichkeit gegenüber dem Vorhaben erfolgt verbal-argumentativ.

Ein weiteres Bewertungskriterium ist das Lebensraumpotenzial der Sedimente. In diesem Zusammenhang können Substratbesonderheiten herausgestellt werden. Die jeweiligen Sedimentverhält-

nisse sind von besonderen Artengemeinschaften gekennzeichnet, die im Rahmen des Schutzgutes Makrozoobenthos bewertet werden. Da viele verschiedene Einzelkriterien die Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden erschweren und noch keine Baugrunduntersuchungen in diesem frühen Planungsstadium vorliegen, wird auf eine Bewertung des Lebensraumpotenzials für das Schutzgut Boden im Rahmen des ROV verzichtet.

Bewertungsmethodik Schutzgut Boden (Sediment)

In Anlehnung an die Bewertungsmethode für Bodenverhältnisse im terrestrischen Raum auf der Grundlage von NEIDHARDT & BISCHOPINCK (1994), wird folgender Ansatz für marine Sedimente verwendet (Tab. 23):

Tab. 23: Ansatz zur Bewertung des Natürlichkeitsgrades von marinen Sedimenten

Sedimentkategorie	Hemerobie (Natürlichkeitsgrad)	Wertstufe
überbaute und versiegelte Flächen (z. B. Hafenanlagen), Verklappungsgebiete mit stark belasteten Material	metahemerob (vom Menschen überprägte Bereiche)	gering
stark degradierte Sedimente im Bereich mariner Bergbaugebiete, Verklappungsgebiete mit weitgehend unbelasteten Material	polyhemerob (stark anthropogen geprägt)	
Sedimente mit erhöhten Nähr- und Schadstoffgehalten	euhemerob (stark anthropogen beeinflusst)	mittel
Sedimente mit geringen Nähr- und Schadstoffgehalten	mesohemerob (mäßig anthropogen beeinflusst)	hoch
Bereiche, die weitestgehend von Nutzungen unbeeinflusst sind	oligohemerob (wenig anthropogen beeinflusst)	

Zur Bewertung der Belastung der Sedimente mit Nähr- und Schadstoffen werden Orientierungswerte, wie die Klassifizierung nach Güteklassen nach LAWA (1999) sowie Angaben zu Hintergrundwerten herangezogen. Außerdem können die R 1- und R 2-Richtwerte der Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern genutzt werden. Die Einschätzung der Qualität der Sedimente nach dem Hintergrundansatz erlaubt zunächst eine Grobabschätzung bzgl. einer möglichen Toxizität.

Die Empfindlichkeitsbewertung berücksichtigt die maßgebliche vorhabensbedingte Wirkung auf das Sediment durch die Errichtung der OWEA und die parkinterne Verkabelung, wie die Veränderung der Korngrößenverteilung.

Tab. 24: Ansatz zur Bewertung der Empfindlichkeit mariner Sedimente durch Suspension von Feinsedimentanteilen infolge Aufwirbelungen bei anthropogenen Beeinflussungen

Substrat	Empfindlichkeit gegenüber Suspension von Feinanteilen
Grobsand und Kies	gering
Mittelsand	mittel
Feinsand, Geschiebemergel / Restsediment	mittel bis hoch
Schluff / Schlick	hoch

Bewertung Schutzgut Boden / Sediment

Die Morphologie des Gewässergrundes im Bereich des geplanten Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ ist durch Einflüsse der Fischerei (Grundschleppnetze) gering verändert.

Aufgrund der vorliegenden Daten und Informationen der Sedimentbelastung wird abgeleitet, dass für das Gebiet des Arkonabeckens mit dem geplanten Offshore-Windpark eine geringe bis mäßige Belastung mit Schadstoffen sowie eine mäßige Belastung mit Nährstoffen gegeben ist (vgl. dazu Klassifizierung nach LAWA (1999) – GK = Güteklasse; siehe auch Tab. 21, Tab. 22). Hinsichtlich der Konzentrationen mit Schwermetallen sind keine Überschreitungen der Richtwerte RW 1 und RW 2 nach den Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern ersichtlich.

Der Natürlichkeitsgrad von Relief und Sediment ist aufgrund der geringen morphologischen Veränderungen **hoch**. Hinsichtlich der Sedimentbelastung ist der Natürlichkeitsgrad infolge der geringen bis mäßigen Schadstoff- und mäßigen Nährstoffgehalte im Bereich der schluffig-schlickigen Sedimente des Arkonabeckens **mittel- bis hochwertig**. Da im Gebiet des geplanten OWP relativ mächtige schluffig-schlickige Sedimente verbreitet sind, ist eine *hohe Empfindlichkeit gegenüber Resuspension von Feinanteilen* einschließlich daran gebundenen Nähr- und Schadstoffen gegeben.

Entsprechend findet das gesamte Wirkungsgefüge im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mit einer **hohen** Bewertung Berücksichtigung. Die Bewertungsansätze sind in nachfolgender Tab. 25 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 25: Zusammenfassende Bewertung für das Schutzgut Boden (Sediment / Morphologie)

Kriterien der Bestandsbewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Natürlichkeit, Reliefverhältnisse und erhöhte Neigung gegenüber Resuspension	hoch	Natürlichkeit: nur lokale Veränderungen durch Grundschleppnetze; erhöhte Neigung zur Suspension im Bereich der schluffig-schlickigen Sedimente des Arkonabeckens
Natürlichkeitsgrad hinsichtlich Sedimentbelastung	mittel bis hoch	geringer bis mäßiger Belastung
Besonderheiten Relief		keine markanten Strukturen des Mesoreliefs
Gesamtbewertung	hoch	

4.3 Schutzgut Wasser

4.3.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Wasser

Für die Charakterisierung der Hydrografie des Gebietes sind langzeitliche Messungen der Parameter Salinität, Temperatur und Sauerstoff erforderlich. Daher wurden die umfangreichen Daten der BLMP-Stationen (Daten aus LUNG M-V 2004, LUNG M-V 2008), der BSH-Messstation Arkona-Becken (www.bsh.de) sowie der schwedischen Monitoringstation im Bereich des Arkonabeckens (http://www.smhi.se) hinzugezogen.

Umfangreiche Daten verschiedener Messnetze / Monitoringprogramme bezüglich der oben genannten und weiterer hydrografischer Parameter können einbezogen werden:

- MARNET (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/index.jsp),
- BLMP-Ostsee des BSH (http://www.blmp-online.de/),
- MUDAB-Datenbank (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Umweltschutz/DOD-Datenbank/index.jsp),
- MURSYS (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_Gis/seiten/mursys_wo.jsp).

Daneben existiert eine Vielzahl von Forschungsprojekten (z. B. SALPRO), die sich ebenfalls mit der Ozeanographie des betrachteten Meeresgebietes befassen oder befasst haben. Deren Ergebnisse werden in entsprechenden Forschungsberichten sowie im periodisch herausgegebenen Bericht des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde (vormals IOW) zur „Hydrografisch-chemischen Zustandseinschätzung der Ostsee“ veröffentlicht.

Eine Ergänzung der Aussagen ist anhand der Erfassungen zur Hydrografie und Wasserbeschaffenheit der Stationen des Bund / Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) des Landes Mecklenburg-Vorpommern möglich. Eine Übersicht zu den relevanten Stationen im südlichen Arkonabecken und in der äußeren Pommerschen Bucht gibt Abb. 44. Die Ergebnisse von hydrographischen Messungen während der Benthosbeprobungen und ichthyofaunistischen Untersuchungen gingen ebenfalls in die Betrachtungen ein.

Es werden die vorliegenden Kenntnisse von Forschungsvorhaben, Gutachten (hydrographische Vermessung (Bathymetrie) in VBW & NAUTIK NORD (2009) und VBW (2011), projektbezogene Darstellung zur Hydrographie des Arkonabeckens in TÜV NORD 2012a) u. a. bei der Beurteilung der Hydrografie sowie der Auswirkungen des Vorhabens auf entsprechende Parameter, wie Strömungsrichtung und -geschwindigkeit zusammenfassend dargestellt.

4.3.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Wasser

Die Bestandsbeschreibung für das Schutzgut Wasser in Bezug zum geplanten OWP erfolgt für folgende Aspekte bzw. Parameter: allgemeine hydrographische Einordnung, Temperatur, Salzgehalt, Strömungsverhältnisse, Sauerstoffhaushalt und organische Belastung, Nährstoffverhältnisse, Schwebstoffgehalt und dessen Schadstoffbelastung, Schwermetalle und Metalloide im Wasser, Wasserbeschaffenheit nach Trophie sowie Vorgaben der EU-WRRL.

Hydrographie für das Untersuchungsgebiet

Aus hydrographischer Sicht liegt folgende Einordnung vor:

- südliches Arkonabecken und äußere Pommersche Bucht (Messstationen Arkona Becken – OMBMPK5, O 10 und O 11) - vgl. dazu auch Abb. 44

Abb. 44: ***Messstationen zur Erfassung der physikalisch-chemischen Komponenten und des Phytoplanktons in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns im Bereich des OWP (Quelle: http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/a3_karte_messnetz_kuestengewaesser.pdf)***

Die hydrographischen Verhältnisse des südlichen Arkonabeckens / der äußeren Pommerschen Bucht können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Wassertiefen zwischen 43 und 46 m; Tiefenverhältnisse einheitlich und eben (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011)
- Wasserstandsverhalten entsprechend der Arkonasee / Ostsee
- nahezu ungehinderter Wasseraustausch mit dem Oberflächenwasser der Ostsee (Arkonasee, Bornholmsee) sowie Schutz gegenüber dem Tiefenwasser der Ostsee durch Anstieg des Meeresbodens auf 20 m Wassertiefe und weniger
- Salinität: oberhalb der Halokline (bei ca. 35 m Tiefe) östlich von Sassnitz Mittelwert von 8,1 psu (1975-94), Minimum 7,3 psu, Maximum 8,8 psu (2002) (LUNG M-V 2004)
- mesotroph im Übergang zur Arkonasee
- Einfluss der Oder nur im Bereich der Sassnitzrinne nachweisbar (gering erhöhte Nährstoffe, Schwebstoffgehalt, Schadstoffe)
- zeitweiliges Eindringen von salzhaltigerem Tiefenwasser über die Sassnitzrinne und Ausprägung von thermischer Schichtung im Sommer

Nachfolgend wird eine Darstellung ausgewählter hydrographisch-chemischer Parameter vorgenommen. Die projektbezogene Darstellung zur Hydrographie des Arkonabeckens enthält TÜV NORD (2012a).

Tab. 26: ***Ausgewählte hydrographisch-chemische Parameter der Wasserbeschaffenheit der Gewässer im betrachteten Raum (2002) (aus: LUNG M-V 2004)***

Station	Ort	Salzgehalt [psu] Mittelwert	Sauerstoff-gehalt – Bo-denwasser [mg/l] Minimum	Nitrat [µmol N/l] Mittelwert	Gesamt-stickstoff [µmol N/l] Mittelwert	Gesamt-phosphor [µmol P/l] Mittelwert
südliches Arkonabecken und äußere Pommersche Bucht						
O 10	nö. Kap Arkona	7,9	6,5	1,8	19,8	0,71
O 11	ö. Sassnitz	7,8	6,4	1,4	20,7	0,81

Wassertemperaturen

Die Wassertemperaturen an der Station Arkonabecken zeigten 2009 eine Schichtung des Wasserkörpers mit höheren Temperaturen des Oberflächenwassers, welche sich im April bildete und bis zum Herbst fortsetzte. Durch die Abkühlung des Wassers an der Oberfläche und die windbedingte Umwälzung des Wasserkörpers löste sich die Schichtung im September auf und kehrte sich im Winter um (vgl. Abb. 45). Die Temperaturschichtung korreliert mit einer halinen Schichtung des Wasserkörpers. Salzreiches Wasser befindet sich am Grund der Ostsee, während oberflächennah geringere Salzgehalte anzutreffen sind (s. Tab. 27, Abb. 48).

Abb. 45: ***Tagesmittelwerte der Temperatur 2009 -2010 an der Station „Arkona Becken“ (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/dynamisch/arko_dyn/arko_monat_temp.jsp)***

Tab. 27: ***Wassertemperaturen und Salzgehalte im Arkonabecken (Quelle: Messdaten des MARNET-Messnetzes, www.bsh.de)***

Parameter	Wassertiefe	Dez. 2008	Juni 2009	Sept. 2009	April 2010
Temperatur [°C]	7 m	6	18	16	4
	40 m	8	12	16	1

Parameter	Wassertiefe	Dez. 2008	Juni 2009	Sept. 2009	April 2010
Salinität [psu]	7 m	8	8	8	7
	40 m	10 bis 16	14	14	16

Die Messungen während der Benthosuntersuchungen 2005, 2007, 2008 und 2010 weisen die Schichtung des Wasserkörpers im Vorhabensgebiet anhand von Temperatur- und Salzgehaltsdaten zwischen 25 und 40 m Tiefe aus (IFAÖ 2013d).

Sauerstoffhaushalt

Die Sauerstoffverhältnisse prägen entscheidend die biochemischen Prozesse im Gewässer. Aufgrund der Abhängigkeit der Sauerstofflöslichkeit von der Temperatur ergibt sich ein Jahresgang mit höheren Werten im Winterhalbjahr und niedrigeren Konzentrationen in den Sommermonaten. Die anthropogene Belastung der Gewässer spiegelt sich u. a. in den Abweichungen der aktuellen Sauerstoffkonzentrationen vom Sättigungswert wider. Dabei sind größere Übersättigungen als Zeichen erhöhter Trophie (Primärproduktion) zu werten. Die durch übermäßige Algenbiomasse hervorgerufene Sekundärbelastung führt dann zum Ende der Vegetationsperiode zu deutlichen Sauerstoffdefiziten und damit negativen Abweichungen vom Sättigungswert. Der Sauerstoffgehalt als Parameter für gelösten Sauerstoff im Wasser ist so einzustufen, dass Gewässer mit Sauerstoffkonzentrationen >8 mg/l als weitgehend unbelastet eingestuft werden können. Sauerstoffgehalte von unter 4 mg/l können zu ersten Schädigungen von Biozönosen führen und von unter 2 mg/l sind als „fischkritischer“ Wert zu sehen und können Fischsterben hervorrufen (BACHOR & NEUMANN 2005).

Der Jahresgang der Sauerstoffverhältnisse in der Arkonasee einschließlich der Pommerschen Bucht kann anhand der Daten der MARNET-Messstationen des BSH „Arkona Becken“, „Oder Bank“ sowie der schwedischen Monitoringstation im Bereich des Arkonabeckens (Abb. 47) dargestellt werden. Regelmäßige Sauerstoffmangelsituationen im Sommer / Herbst sind lediglich für die westliche Ostsee (Lübecker, Kieler, Mecklenburger Bucht) und die tiefen Becken der Ostsee (wie Gotlandbecken) zu verzeichnen. Als Folge des eingeschränkten horizontalen und vertikalen Wasseraustausches treten im Arkonabecken nur aperiodisch Sauerstoffmangelereignisse auf. Der letzte größere Sauerstoffmangel im grundnahen Wasser (0,5 bis 1,5 mgO_2/l) im Gebiet wurde im August 2003 am Adlergrund, der Pommerschen Bucht und vor der Odermündung festgestellt (vgl. Abb. 46) (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oszuch01.jsp).

Abb. 46: Sauerstoffmangel im Tiefenwasser der westlichen Ostsee im September 2009 (LLUR 2009)

Aus den Jahresmessreihen des SMHI (http://www.smhi.se) ergeben sich für das Jahr 2006 im Arkonabecken Sauerstoffgehalte zwischen 6,07 mlO_2/l und 9,74 mlO_2/l in oberflächennahen Wasserschichten (Abb. 47). In der Tiefe liegen das Maximum bei 9,60 mlO_2/l und das Minimum im September bei 2,73 mlO_2/l. Im September 2002 wurde für die Station BY_2_Arkona eine Konzentration von unter 2 mlO_2/l in 40 m Tiefe gemessen. An derselben Station konnten in den oberflächennahen Zonen Konzentrationen zwischen 6,32 mlO_2/l und 9,13 mlO_2/l aufgezeichnet werden.

Abb. 47: ***Sauerstoffgehalt an der BY 2 Arkona-Station (Arkona-Becken) in unterschiedlichen Wassertiefen (5 m, 40 m) im Jahr 2002 und 2006 (http://www.smhi.se)***

Die Dauermesswerte der Station O10 nördlich Arkona des LUNG M-V weisen in den Messjahren 1999 – 2007 (ohne 2002) ebenfalls einen gut mit Sauerstoff versorgten Wasserkörper von der Oberfläche bis zum Grund auf (Gewässergütebericht M-V 2003/2004/2005/2006, LUNG M-V 2008 - vgl. Tab. 28).

Tab. 28: Sauerstoffgehalt im Sommer und Winter an der Oberfläche und am Grund der Station O 10 in 40 m Tiefe (LUNG M-V 2008)

	MW O_2 (mg/l)	Min O_2 (mg/l)	Max O_2 (mg/l)
		Sommer	
Oberfläche	10,24	8,8	13,3
Grund	7,48	3,8	10,8
		Winter	
Oberfläche	12,20	10,4	14,2
Grund	10,84	6,5	14,5

Salzgehalt und Schichtung des Wasserkörpers

Der Wasserkörper der Pommerschen Bucht im Übergang zum Arkonabecken weist eine haline Schichtung auf. In den Messjahren 1999 – 2007 (ohne 2002) wurden an der Station O10 nördlich Arkona die nachfolgend erläuterten Verhältnisse erfasst (LUNG M-V 2008).

Der Salzgehalt an der Oberfläche des südlichen Arkonabeckens befand sich im β-mesohalinen Salzbereich. Die sommerlichen (Mai – Oktober) Salzgehaltswerte erreichten im Mittel 7,85 psu und ein Maximum von 8,90 psu. Die mittleren Winterwerte betrugen an der Oberfläche 8,27 psu mit einem Maximum von 9,20 psu.

Tab. 29: Salzgehalt im Sommer und Winter an der Oberfläche und am Grund im Arkonabecken (Station O 10, LUNG M-V 2008)

	MW Salz (psu)	Min Salz (psu)	Max Salz (psu)
		Sommer	
Oberfläche	7,85	6,80	8,90
Grund	12,74	8,30	17,00
		Winter	
Oberfläche	8,27	7,40	9,20
Grund	12,28	7,90	19,80

Der Salzgehalt in Grundnähe dagegen befand sich im α-mesohalinen bis polyhalinen Salzbereich. Die sommerlichen (Mai – Oktober) Salzgehaltswerte erreichten im Mittel 12,74 psu und ein Maximum von 17,00 psu. In den Wintermonaten (November – April) betrug der Mittelwert 12,28 psu mit einem Maximum von 19,8 psu (Tab. 29). Die höheren Grundwerte zeigen, dass der Wasserkörper unterhalb 20 m Tiefe eine deutliche Schichtung aufweist. Diese Schichtung geht auch aus den Messungen der BSH-Messstation „Arkona-Becken“ hervor (Abb. 18, Abb. 48).

Abb. 48: Tagesmittelwerte des Salzgehaltes 2010 Messstelle „Arkona Becken“ (http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/historisch/arko_his/arko_temp_salz.html/arko_sal_2010.jsp)

Der Salzgehalt lag bei allen Benthosuntersuchungen bei etwa 8 psu im Oberflächenwasser und zwischen 10 und 20 psu unterhalb der Halokline (IFAÖ 2013d).

Aus Langzeitmonitoringdaten (1970-2005) abgeleitete mittlere Salzgehaltsverteilungen für eine Station im Arkonatief (Wassertiefe: 48 m), die ca. 18 km nordöstlich des geplanten Windparks liegt, zeigen mittlere vertikale Unterschiede im Salzgehalt in 5 m und 48 m Tiefe von etwa 10 psu (TÜV NORD 2012a).

Die saisonalen Schwankungen des Salzgehaltes sind gering. Sie werden durch Salzwassereinbrüche aus der Nordsee (Kattegat) und durch Niederschläge im Einzugsgebiet der Ostsee verursacht. Ökologisch bedeutsam sind die Extremwerte. Diese treten besonders im bodennahen Wasserkörper als Folge von Salzwassereinbrüchen in den Wintermonaten auf.

Im Winter wird salzreiches Tiefenwasser durch eine schwache thermische und eine haline Sprungschicht in Tiefen von etwa 40 m vom „Winterwasser“ der Ostsee getrennt. In den Sommermonaten können bis zu vier durch thermische und / oder haline Sprungschichten getrennte Wasserarten unterschieden werden: salzärmeres Oberflächenwasser (bis ca. 25 m), kaltes Ostseezwischenwasser, wärmere Mischwasserkörper geringer Mächtigkeit (2,5-10 m), die über die Darßer Schwelle einfließen und sich entsprechend ihrer Dichte in blättriger Struktur in den Gesamtwasserkörper einordnen, sowie salzreiches Tiefenwasser unterschiedlicher Temperatur, das nur durch erneutes Eindringen dichteren Wassers aus der Nordsee verdrängt werden kann (TÜV NORD 2012a).

Salzwassereinbrüche

Die ozeanographischen und damit teilweise auch die sedimentologischen Bedingungen in den Becken der zentralen Ostsee (Arkonasee, Bornholmbecken, Gotlandbecken, Danziger Tief, Landsorttief) werden in bedeutendem Maße durch den Einstrom salzhaltigeren Wassers aus der Nordsee über Skagerrak, Kattegat, Belte und Öresund beeinflusst. Die Besonderheit dieser Ereignisse liegt in den großen Wassermengen (etwa 100 km³ bis max. 225 km³), die binnen wenigen Tagen und Wochen in die Ostsee strömen. Dadurch wird das ausgesüßte und sauerstoffarme bzw. -freie Tiefenwasser ersetzt (TÜV NORD 2012a).

Das einströmende Wasser transportiert außerdem suspendiertes Material aus den mit hohen Geschwindigkeiten durchflossenen Seegebieten (Kattegat, Kieler und Mecklenburger Bucht). Mit Erreichen des Arkonabeckens, verringert sich die Geschwindigkeit des Einstroms durch die Zunahme der Wassertiefe auf nahezu 50 m und der Verbreiterung des Einströmquerschnitts deutlich. Infolge dessen werden die mitgeführten, teils belasteten Feinsand- und Grobschlufffraktionen des suspendierten Materials im westlichen Arkonabecken abgelagert. Langschwebfraktionen (Ton, Fein- und Mittelschluff) gelangen dagegen über das Bornholmsgat in die zentralen Ostseebecken (BRÜGMANN & MATSCHULLAT 1997, TÜV NORD 2012a).

Salzwassereinbrüche sind auch dafür verantwortlich, dass die Konzentrationen bestimmter Schwermetalle in der Wassersäule ab- oder zunehmen. So wird z. B. Blei durch ausfallende Mangan- und Eisenoxide / -hydroxide mitgefällt und adsorbiert. Ein weiterer Aspekt ist die Rücklösung von Schwermetallen aus bodennah suspendierten Schwebstoffen und Oberflächensedimenten durch Oxidation der zuvor als Sulfide gefällten Verbindungen (z. B. CdS, HgS) (TÜV NORD 2012a).

Strömungsregime

Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten im Arkonabecken lagen im Zeitraum 1960 bis 2000 bei 3,5 bis 5,5 cm/s, wobei im Zentrum des Beckens deutlich geringere Geschwindigkeiten auftreten als in den Randbereichen und dort somit feinkörniges Material abgelagert werden kann. Im Zuge von Salzwassereinbrüchen können im Arkonabecken in Bodennähe Strömungsgeschwindigkeiten von max. 14 cm/s erreicht werden. Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten liegen bei ≥5,5 cm/s und das Arkonabecken wird direkt durchströmt. Dabei wird Sediment remobilisiert und mit der Strömung in östliche Richtung transportiert (TÜV NORD 2012a).

Hydrografische Einflüsse auf die Sedimentbeschaffenheit / Wellenhöhen

Die Beschaffenheit der Oberflächensedimente in >40 m Wassertiefe wird zu einem geringeren Teil auch durch die Einwirkung von Wellen bei Extremwetterlagen bestimmt. Bei westlichen Winden der Stärke 10 (26 m/s) können für das Vorhabensgebiet Wellenhöhen um 5 m erwartet werden. Der DWD ermittelte aus Schiffbeobachtungen für die Arkonasee maximale signifikante Wellenhöhen von 8 m. Durch den Energieeintrag bei solchen Ereignissen kann auch in 40 m Tiefe Sediment suspendiert werden (TÜV NORD 2012a).

Gezeiten

Die vorwiegend halbtägigen Gezeiten verändern den Wasserstand in der Arkonasee nur gering, d. h. um etwa 3 cm (TÜV NORD 2012a).

Schwermetalle und Metalloide im Wasser

Angaben zu Schwermetallen und Metalloiden im Wasser für die Küstengewässer sind in LUNG M-V (2008) für Stationen in der Wismarbucht und der Unterwarnow und in BACHOR & VON WEBER (2008) für Stationen im Greifswalder Bodden, dem Kleinen Haff und der Pommerschen Bucht enthalten. Demnach gibt es keine Anzeichen, dass die Belastung mit Schwermetallen und Metalloiden im Was-

ser die Qualitätsnormen in den Küsten- und Seegewässern von Mecklenburg-Vorpommern überschreitet.

Schwebstoffgehalt

In die Ostsee wird organisches Material über die Flüsse eingetragen und sedimentiert küstennah, wobei sich eine Mulmschicht („Fluffy Layer“) auf dem Sediment bildet. Schon bei Strömungsgeschwindigkeiten von 4 cm/s werden die Partikel der „Fluffy Layer“ resuspendiert und in der bodennahen Nepheloidschicht in tiefere Bereiche transportiert, wo sie permanent abgelagert werden. Das Arkonabecken gilt in Tiefen ab 40 m als ein solches Depositionsgebiet. Bei vier Untersuchungen des bodennahen Wassers 1997 und 1998 nordöstlich von Rügen wurden die höchsten Partikelkonzentrationen oft 10-20 cm über dem Grund gemessen. Es traten dort Schwebstoffgehalte von 1,3 bis 9,8 mg/l auf (NAUSCH et al. 2002).

Die Schwebstoffgehalte der relativ stark von der freien Ostsee abgeschnittenen inneren Küstengewässer sind deutlich höher als die der Bodden mit starkem Wasseraustausch und der freien Ostsee (vgl. dazu Tab. 30)

Tab. 30: Schwebstoffkonzentrationen (mg/l) in Küstengewässern 2000 (aus: LUNG M-V 2004)

Gewässer	Messstelle	N	Minimum	Mittel	Maximum
Pommersche Bucht	OB IV	6	1,1	2,6	3,9
Greifswalder Bodden	GB19	6	2,2	4,8	11,1
Unterwarnow (Höhe Werft)	UW4	6	0,7	5,5	21,9
Kleines Haff	KHM	11	4,4	21,1	61,8

Für die offene Ostsee einschließlich der nördlichen Pommerschen Bucht sind Schwebstoffgehalte um 2 mg/l charakteristisch, wobei in der Nähe zum Meeresboden zeitweise auch etwas erhöhte Trübungswerte infolge Suspension auftreten können.

Nährstoffverhältnisse

Die Konzentration und Verfügbarkeit der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphat bestimmt die Produktivität und damit die Trophie der Gewässer. Nach HÜBEL et. al. (1995) sind die Küsten- und Seegewässer Mecklenburg-Vorpommerns im Allgemeinen durch Stickstoff limitiert, d. h. begrenzender Faktor für das Phytoplanktonwachstum sind die anorganischen Stickstoffverbindungen. Für die eutrophen bis hypertrophen Küstengewässer wird aber eine überwiegende Phosphatlimitierung der biologischen Produktion vermutet (SCHLUNGBAUM et. al. 1995).

Die inneren Küstengewässer fungieren als Übergangsgewässer bzw. Transformationsgebiete zwischen den Festlandsabflüssen und der Ostsee. Aufgrund der verringerten, landseitigen Nährstofffrachten seit den 80er Jahren hat sich die Nährstoffbelastung der Küstengewässer und der Ostsee deutlich verringert. BACHOR (2005) stellt für die vergangene Entwicklung heraus, dass sich der mittlere Phosphoreintrag in die Küstengewässer von M-V von ca. 880 t Phosphor pro Jahr für die Zeitperiode 1978-1990 insbesondere durch Einführung von phosphatfreien Waschmitteln und Neubau / Modernisierung von Kläranlagen auf ca. 300 t Phosphor pro Jahr für den Zeitraum 1995-2002 reduziert hat. Die Reduzierung der Phosphorfrachten bis in die Mitte der 90er Jahre hat sich in den letzten Jahren nicht mehr fortgesetzt. Aktuell kann die Phosphorbelastung hauptsächlich auf diffuse Einträge (Erosion, Dränage, Grundwasser) zurückgeführt werden. Für die Stickstofffrachten der Zuflüsse besteht ein signifikanter Zusammenhang zum Jahresabfluss. Aus dem Ostseeeinzugsgebiet

von M-V werden für mittlere Abflussverhältnisse ca. 15.000 t Stickstoff, in Trockenjahren ca. 6.000 t Stickstoff und in abflussreichen Jahren über 25.000 t Stickstoff pro Jahr eingebracht. Eine Reduzierung der Stickstoff-Einträge ist nur durch eine Änderung in der Landnutzung zu erreichen, da die Stickstoffüberschüsse auf den Landwirtschaftsflächen nach wie vor hoch sind. Für die meisten inneren Küstengewässer konnte ermittelt werden, dass das interne Nährstoffreservoir über den derzeitigen jährlichen Eintragsmengen liegt. Die größten Nährstoffmengen sind im westlichen Oder-Ästuar und im Greifswalder Bodden akkumuliert (BACHOR 2005).

Die äußeren Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns weisen eine geringe bis mäßige Belastung mit Nährstoffen auf. Nach NAUSCH et al. (2011) wurden an zwei Stationen der Arkonasee die Orientierungswerte für Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff (aus BLMP 2007) überschritten (s. Tab. 31). Der Phosphorgehalt lag zudem über den Werten anderer Küstenmeerstationen, der Stickstoffgehalt unterschritt dagegen die Werte anderer Stationen im Küstenmeer. Insgesamt bescheinigen NAUSCH et al. (2011) den offenen Meeresgebieten der deutschen Ostsee einen mäßigen Gewässerzustand. Die Chlorophyll-a-Konzentrationen in der offenen Ostsee sind vergleichsweise gering, der angestrebte gute Zustand konnte aber nicht erlangt werden (Abb. 49, WASMUND et al. 2011).

Innerhalb des Wasserkörpers der Ostsee variieren die Nährstoffgehalte zwischen oberflächennahem und Bodenwasser (vgl. Abb. 50). NAUSCH et al. (2002) sehen den Grund dafür in der Korrelation zwischen Schwebstoffkonzentration und dem Gehalt an organischem Stickstoff. BACHOR (2005) konnte einen Zusammenhang zwischen Schwebstoff- und Phosphorgehalt in flachen Bodden nachweisen.

Tab. 31: Mittlere Konzentrationen für Gesamt-Phosphor (GP), Gesamt-Stickstoff (GN) und Chlorophyll-a (Chla) im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns 2007 (NAUSCH et al. 2011, WASMUIND et al. 2011, BLMP 2007)

Ostseeregion	GP [µM]	GN [µM]	Chl a [µg/l] [3)]
Orientierungswert (für Salzgehalt 10,5-20 g/kg)[1)]	0,8-0,9	15	-
Mecklenburger Bucht (2 Stationen) [2)]	1,14	22	-
Ostsee vor Darßer Schwelle [2)]	1,14	17	-
Pommersche Bucht [2)]	1,3	33	-
Orientierungswert (für Salzgehalt 7-9 g/kg) [1)]	0,7	15	-
Arkonasee (2 Stationen) [2), 3)]	1,7	16,6	2,3

[1)] nach BLMP (2007), [2)] NAUSCH et al. (2011), [3)] WASMUND et al. (2011)

Abb. 49: ***Stationen des Bund-Länder-Messprogramms (BLMP) mit Angabe der mittleren Chl a-Konzentration (Mai-September 2003-2008). Die Größe der Kreise zeigt die Größenordnung (3-stufig) an; die Farbe zeigt die Einstufung nach WRRL oder HEAT an. (WASMUND et al. 2011, http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_02_sd.pdf)***

Abb. 50: ***Nitrat- und Nitritgehalte in der westlichen Ostsee an der Oberfläche / in Bodennähe (MURSYS Meereschemische Verhältnisse, Berichtszeitraum 01.07.2001 bis 31.12.2001, http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/PDF/mur_201a_co.pdf)***

Charakteristik der Wasserbeschaffenheit nach Klassifizierung des Merkmalskomplexes “Trophie und organische Belastung” sowie nach Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Die Bewertung der Wassergüte erfolgt nach der “Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Seegewässer der DDR” (WWD 1983 in LUNG M-V 2004), insbesondere nach dem Merkmalskomplex “Trophie und organische Belastung”. Dieser Komplex berücksichtigt die Sauerstoffverhältnisse und organische Belastung, die Nährstoffverhältnisse sowie die Primärproduktion und spiegelt damit am deutlichsten die Veränderung der Wasserbeschaffenheit infolge anthropogener Einflüsse wider. Die Bewertung erfolgt nach sechs Beschaffenheitsklassen (Tab. 32).

- Klasse 1 oligotroph (= „sehr geringe Nährstoffbelastung“)
- Klasse 2 mesotroph (= „geringe Nährstoffbelastung“)
- Klasse 3 eutroph (= „geringe bis mittlere Nährstoffbelastung“)
- Klasse 4 stark eutroph (= „mittlere bis hohe Nährstoffbelastung“)
- Klasse 5 polytroph (= „hohe Nährstoffbelastung“)
- Klasse 6 hypertroph (= „sehr hohe Nährstoffbelastung“)

Tab. 32: Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit ausgewählter Messstationen für den Zeitraum 1997 bis 2006 nach LUNG M-V (2008)

				Jahr und Angabe der Beschaffenheits-Klasse									
lfd. Nr.	**Station**	**Gewässername**	**Ort**	**97**	**98**	**99**	**00**	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**
südliches Arkonabecken und äußere Pommersche Bucht													
55.	O9	Ostsee	nw. Hiddensee	1	2	2	2	2	2	2	2	2	(2)
56.	**O10**	**Ostsee**	**nö. Kap Arkona**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**(2)**
57.	O11	Ostsee	ö. Sassnitz	2	2	2	2	2	2	2	2	2	(2)
Gesamt - südliches Arkonabecken				1,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	(2,0)

nw. = nordwestlich, nö. = nordöstlich, ö. = östlich

Entsprechend den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) kann eine Bewertung der Trophie als Ausdruck der Wasserbeschaffenheit durch einen Vergleich des Ist-Zustandes (vgl. aktuelle Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit in Tab. 32) sowie weiterer Qualitätskomponenten mit dem Referenz- bzw. dem Orientierungswert für einen zukünftig anzustrebenden gewässerökologischen Zustand vorgenommen werden.

Nach BACHOR & VON WEBER (2008) werden für Nährstoffe zur Vereinfachung für alle Küstengewässertypen zur Bewertung folgende mittleren Referenz- und Orientierungswerte für den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand herangezogen:

- 0,4 µM GP als Referenz- und 0,8 µM GP als Orientierungswert und
- 10 µM GN als Referenz- und 20 µM GN als Orientierungswert.

Tab. 31 verdeutlicht die Nährstoffkonzentrationen in der Ostsee nördlich der Insel Rügen sowie deren Relation zu den Orientierungswerten. In Tab. 33 sind Referenz- und Orientierungswerte für Sichttiefe, Chlorophyll-a und Phytoplanktonbiomasse enthalten.

Tab. 33: Gemittelte Frühjahrswerte (März-Mai) 2003 - 2006 von Sichttiefe, Chlorophyll-a-Konzentration und Biovolumen im Oberflächenwasser der vorpommerschen Küstenwasserkörper, Referenz- und Orientierungswerte (RW/OW) nach HELCOM EUTRO (2005)(aus: BACHOR & VON WEBER 2008 ergänzt mit Werten aus LUNG M-V 2008)

Gewässer / Station	Sichttiefe [m]	Chlorophyll [µg/l]	Biovolumen [mm³/l]
RW / OW HELCOM EUTRO	**11,3 / 8,5**	**1,0 / 1,6**	**0,13 / 0,2**
Ostsee / Pommersche Bucht *			
Ostsee nw. Hiddensee O9	**5,0**	**2,3**	
Ostsee nö. Kap Arkona O10	**5,6**	**2,5**	
Ostsee ö. Sassnitz O11	**3,9**	**3,9**	**0,5**
Ostsee sö. Greifswalder Oie O133	**2,9**	**6,0**	
Pommersche Bucht OB4	**2,6**	**7,2**	**0,8**

nö. = nordöstlich, nw. = nordwestlich, ö.= östlich, sö.= südöstlich

* bewertet nach Orientierungswerten aus HELCOM EUTRO (2005)

orange Daten: Orientierungswert um bis zum 2-fachen überschritten

rote Daten: Orientierungswert um das 2- bis 4-fache überschritten

lila Daten: Orientierungswert um mehr als das 4-fache überschritten

Im Gebiet des südlichen Arkonabeckens und der äußeren Pommerschen Bucht sind mesotrophe Verhältnisse (geringe Nährstoffbelastung) gegeben. Anhand einiger Parameter werden jedoch noch gewisse Belastungen der Gewässer deutlich. Die Konzentrationen für Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor liegen über dem Orientierungswert (s. Tab. 31). Eine bis ca. 2-fache Überschreitung der Orientierungswerte ist an der Station O10 für Sichttiefe und Chlorophyll-a-Konzentration festzustellen (vgl. Tab. 33).

Vorbelastungen Schutzgut Wasser

Die Zunahme der Nährstoffeinträge aus Industrie und Landwirtschaft in die Ostsee hatten anthropogen bedingte Eutrophierungsprozesse zur Folge, die wie folgt zusammengefasst werden können:

- Erhöhung der pelagischen Primärproduktion,
- Änderung der pelagischen, biogeochemischen Stoffkreisläufe (verbunden mit einer Änderung der Zusammensetzung des beteiligten Artenspektrums),
- Zunahme der Trübung, Abnahme der Eindringtiefe des Lichts,
- Zunahme der benthischen Biomasse im Flachwasser (Änderung des beteiligten Artenspektrums).

Nach ersten Erfolgen bei der Verringerung der anthropogen bedingten Nährstoffeinträge gibt es lediglich erste Tendenzen der Abnahme der Belastungssituation in den Küstengewässern der Ostsee. Selbst bei einer weiteren, deutlichen Verringerung der anthropogenen Einträge im gesamten Ostseeraum sind kurzfristige Änderungen des Trophiegrades und der Sauerstoffsituation nicht zu erwarten, da in vielen Teilgebieten Nährstoffe im Sediment vorhanden sind, die ständig rückgelöst werden. Im Untersuchungsraum gibt es keine über den Grad der in der Ostsee (Eutrophierung) bestehenden Grundbelastung hinausgehenden Vorbelastungen. Die Wasserbeschaffenheit wird aber auch durch die Belastung der Sedimente mit Schadstoffen (vor allem Schwermetalle) beeinflusst (vgl. dazu auch Kapitel 4.2).

4.3.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Wasser

Bewertungsmethodik Wasser

Für die Bestandsbewertung der Oberflächenwasserverhältnisse, d. h. für das betroffene Seegebiet des Arkonabeckens, werden die Kriterien Natürlichkeitsgrad von Oberflächengewässern (Teilkriterien Gewässerstruktur, Gewässermorphologie und -sedimente sowie Hydrodynamik) und die Wasserbeschaffenheit mit dem aggregierten Ausdruck der Trophie herangezogen. Dabei werden auch Vorgaben der EU-WRRL anhand der Zielstellungen der Bewirtschaftungsplanung berücksichtigt.

Tab. 34: Bewertungsansatz für den Bestand von Oberflächengewässern

Natürlichkeitsgrad			Trophie bzw. Abweichung vom Referenz- bzw. Orientierungszustand	Wertstufe
Gewässerstruktur	**Morphologie und -sedimente**	**Hydrodynamik**		
starke Beeinflussung, wie technische Gewässer bzw. starke, technische Veränderungen	Gewässeruntypische Ausbildung des Seebodens und unnatürliche Substratverteilung	stark gestörte bzw. keine natürlichen Transportprozesse	eu- bis hypertroph bzw. starke Abweichung vom Referenz- bzw. Orientierungszustand	gering
relativ geringe Veränderungen wie Uferverbauungen	anthropogene Beeinträchtigungen des Gewässergrundes und der Substratverteilung	Gleichgewichtszustand durch unnatürliche Einflüsse gestört	eutroph bzw. mäßige Abweichung vom Referenz- bzw. Orientierungszustand	mittel
naturnahe Gewässerstruktur mit sehr geringen Veränderungen und gänzlich unbeeinflusste, natürliche Struktur	Gewässertypische und nur leicht gestörte bzw. natürliche Ausbildung des Seebodens / Gewässergrundes bei natürlicher Substratverteilung	geringe Störungen der Prozesse bzw. Transportprozesse in dynamischem gewässertypischem Gleichgewicht	meso- bis eutroph; mesotroph und besser bzw. geringe oder keine Abweichung vom Referenz- bzw. Orientierungszustand	hoch

Die Empfindlichkeit gegenüber den Wirkungen des Vorhabens ergibt sich aus der Bestandsbewertung, aus der Vorbelastungen der Gewässer durch anthropogene Nutzungen abgeleitet werden können. Gewässer mit Vorbelastungen wie z. B. hohem Trophiestatus oder mit starken Veränderungen der Gewässerstruktur werden in der Regel als weniger empfindlich gegenüber den Wirkungen von Vorhaben eingestuft. Andererseits können infolge der projektspezifischen Wirkungen in Form von Trübungen Ansätze zur Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Trübungen anhand der Sedimentverhältnisse und mit dem „Durchmischungsvermögen“ des Wasserkörpers entwickelt werden. Die Trübungsempfindlichkeit steigt mit den Anteilen an Feinkorn (Tone, Schluffe) und dem organischen Gehalt des Sediments (vgl. dazu Tab. 24). Je stärker die Durchmischung des Wasserkörpers, umso geringer ist die Beeinflussung der lokalen Wassergüteverhältnisse. Dabei sind die Kriterien Strömungsintensität, Wasseraustausch und Volumen des Wasserkörpers zu berücksichtigen.

Bewertung Schutzgut Wasser

Besondere Funktionen, die die hydrografischen Verhältnisse wie Wasseraustausch, Salzgehalt oder Strömungsverhältnisse in besonderer Weise beeinflussen, sind nicht vorzufinden, da keine spezifischen morphologischen Bildungen wie Meerengen oder Schwellen im Untersuchungsbereich des geplanten OWP ausgebildet sind.

Im Vergleich zu den vielfältigen Veränderungen der Küsten- und Uferstrukturen in der benachbarten Pommerschen Bucht (Häfen, Uferbefestigungen, Deiche u. a.) ist die Gewässerstruktur im Bereich des geplanten OWP nur gering anthropogen beeinflusst (Einfluss der Schleppnetz-Fischerei).

Bezüglich der Wasserbeschaffenheit sind keine extremen Belastungen durch Schadstoffe im Wasser oder im Schwebstoff bekannt. Es ist die allgemeine, in den Küsten- und Seegewässern der Ostsee gegebene Belastung relevant. Die Nährstoffbelastung des Wassers liegt hinsichtlich Stickstoff, Phosphor, Sichttiefe und Chlorophyll-a-Konzentration über den Orientierungswerten und es sind mesotrophe Verhältnisse gegeben, so dass eine geringe bis mäßige Eutrophierung abgeleitet werden kann. Außerdem ist ein relativ hohes Resuspensionspotenzial für Nähr- und Schadstoffe der verbreiteten schluffig-schlickigen Sedimente zu berücksichtigen, die insbesondere zu erhöhten Belastungen des bodennahen Wassers infolge der temporären Schichtung des Wasserkörpers führen kann.

Bei Anwendung der Kriterien des Natürlichkeitsgrades sowie der Wasserbeschaffenheit / Trophie (Tab. 34) wird für das Oberflächenwasser im Gebiet des geplanten OWP eine **hohe** Wertstufe abgeleitet.

Die Empfindlichkeit des Gewässerareals gegenüber anthropogenen Beeinflussungen, die mit Sedimentaufwirbelungen verbunden sind, wird als **mittel bis hoch** eingestuft. Es besteht ein **hohes Resuspensionspotenzial**. Die Exposition des Gewässerareals ist jedoch hoch, so dass eine ausgeprägte Gewässerdynamik zur schnellen Verbreitung und damit „Verdünnung“ der Suspensionen führen kann. Das Risiko ist damit bezüglich der Ausbildung von Konzentrationen sowohl räumlich als auch zeitlich (zeitliche Andauer) relativ gering. Aufgrund der temporären Schichtung des Wasserkörpers kann jedoch die Verteilung eingeschränkt sein, so dass erhöhte Belastungen im Tiefenwasser nicht ausgeschlossen werden können.

Tab. 35: Zusammenfassende Bewertung für das Schutzgut Wasser

Kriterien der Bestandsbewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Gewässerstruktur	hoch	naturnahe Gewässerstruktur
Morphologie und Sedimente	hoch	Gewässertypische und kaum gestörte bzw. natürliche Ausbildung des Seebodens / Gewässergrundes bei natürlicher Substratverteilung
Hydrodynamik	hoch	keine Störungen der Wasseraustauschprozesse oder sonstiger hydrographischer Gegebenheiten
Trophie (als Ausdruck für stoffliche Belastung)	hoch	mesotroph
Gesamtbewertung	hoch	

4.4 Schutzgut Klima / Luft

4.4.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Klima / Luft

Zur Analyse und Bewertung des Schutzgutes Klima / Luft wird hauptsächlich auf Literaturdaten und –angaben zu Klima, Meteorologie und Witterung (z. B. BSH 1996), der in der Ostsee installierten Dauerstationen des BSH und des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde (vormals IOW) (vgl. Darstellung des marinen Messnetzes zum Schutzgut Wasser) sowie der Luftgüte-Messnetze des Landes Mecklenburg-Vorpommern und des UBA zurückgegriffen. Angaben zur Luft können aus dem Fundus der Luftmessnetze des Landes Mecklenburg-Vorpommern sowie entsprechender Veröffentlichungen (vor allem der Luftgüteberichte des Landes M-V) entnommen werden.

Die Erfassung der klimatischen Faktoren (Wind, Niederschlag, Lufttemperatur usw.) liegt in Deutschland beim DWD (Deutscher Wetterdienst). Die erhobenen Daten liegen oft über langjährige Zeitreihen (teilweise von mindestens 20 Jahren) vor. Damit können Messwerte von Küsten-, Land-, Inselmessstationen einbezogen werden, die durch Messwerte von Feuerschiffen und Großbojen ergänzt werden. Zusätzlich fließen auch Daten von Schiffen mit ein.

Die allgemeine klimatische Einordnung des Untersuchungsgebietes liegt mit der Klimastatistik des DWD (Deutscher Wetterdienst) vor.

Nachfolgend aufgeführte weitere Grundlagen können genutzt werden:

LEFEBVRE, C. & G. ROSENHAGEN (2008):

The climate in the North and Baltic Sea Region. In: Die Küste 74/2008. Hrsg.: Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen. Heide i. Holstein: 45-59.

BIRR, H.-D. & K. BILLWITZ (1989):

Klima der Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns. In: PROGNOS (1993): Leitbilder und Ziele für eine umweltschonende Raumentwicklung in der Ostsee-Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns. Im Auftr. des UBA.

BSH (1996):

Naturverhältnisse in der Ostsee. Teil B zu den Ostsee-Handbüchern, I. Teil (Nr. 2001), II. Teil (Nr. 2002) und III. Teil (Nr. 20031) sowie zu den Kattegat-Handbüchern, I. Teil (Nr. 2004) und II. Teil (Nr. 2005). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie; Nr. 20032: 293 S.

4.4.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Klima/Luft

Meteorologische Einordnung

Das Klima der westlichen Ostsee von Dänemark bis Polen wird durch die maritime Westwindströmung mit dem Zustrom von feuchtkühlen Luftmassen des Nordatlantiks und der Nordsee sowie dem wechselhaften und unbeständigen Zyklonalwetter bestimmt. Dabei ist ein geringfügiger West-Ost-Gradient zu verzeichnen, so dass sich die Kontinentalität des Klimas verstärkt, je weiter man nach Osten kommt.

Der größte Teil des Ostseeraumes weist kontinental-gemäßigtes Klima auf, das über dem Seegebiet geringen Modifikationen unterliegt. Bei diesem Klimatyp liegt die durchschnittliche Monatstemperatur innerhalb von 4 bis 7 Monaten des Jahres über der 10°C-Grenze. Für die Landflächen fällt die mittlere Lufttemperatur des kältesten Monats unter 0°C. Wegen der geringen Größe der Ostsee und der jährlichen Eisbildung wird die Bedingung für das ozeanisch-gemäßigte Klima (mittlere Lufttemperatur des kältesten Monats unter 0°C) in den nördlichen und küstennäheren Teilen des Meeres nicht erreicht. Dieser Klimatyp tritt hauptsächlich in der westlichen Ostsee und im Übergangsgebiet zwischen Nordsee und Ostsee auf.

Ein prägender Faktor für Klima und Witterung sind die Windverhältnisse, die sich in häufig stärkeren Windgeschwindigkeiten gegenüber den Landgebieten äußern. (LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008, BIRR & BILLWITZ 1989).

Temperaturverhältnisse

Die Jahresdurchschnittstemperatur in der südwestlichen Ostseeregion liegt bei 8 bis 9°C mit fallender Tendenz nach Norden und Osten. Seit dem Ende der 80er Jahre ist ein Anstieg der Jahre mit wärmeren Durchschnittstemperaturen zu verzeichnen, wobei für die Station Boltenhagen eine Amplitude von 0,5 bis 1°C Temperaturanstieg relevant ist (LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008). Diese

Effekte werden nach dem derzeitigen Kenntnisstand auf die Einflüsse des globalen Klimawandels zurückgeführt. Aufgrund der kompensierenden Wirkungen des Wasserkörpers wird die tägliche und jährliche Schwankung der Lufttemperatur im Bereich der Küsten- und Seegewässer gedämpft. Über See wird die Lufttemperatur von der Temperatur der Meeresoberfläche bestimmt. Aufgrund der unterschiedlichen Strahlungsumsetzungen und der gegenüber Land erheblich größeren Wärmespeicherfähigkeit des Wassers weist das maritime Klima wesentlich geringere Temperaturschwankungen auf, als das kontinentale. Dies gilt für den Jahres- und den Tagesgang der Lufttemperatur. Bezüglich des Jahresganges der Temperatur sind die kältesten Monate Januar und Februar mit einer Durchschnittstemperatur von ca. 1°C. Der wärmste Monat ist der August mit ca. 17°C (LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008; Abb. 51). Während auf offener See praktisch kein Tagesgang existiert, ist er über Land - insbesondere im Frühling und Sommer - recht groß. Die thermischen Eigenschaften des Wasserkörpers der Ostsee kann auch die großräumig bestehende thermische Situation (Unterschiede in der Jahreszeit und Differenzierung durch Maritimität – Kontinentalität) beeinflussen. So kann noch kaltes Ostseewasser nach dem Winter ein kaltes Frühjahr und einen kühlen Sommerbeginn hervorrufen.

Abb. 51: ***Jahresgang der Monatsmitteltemperatur für die Station Rostock-Warnemünde (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp)***

Niederschlagsverhältnisse

Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge nimmt entsprechend des Wandels von ozeanisch geprägtem Klima zu stärker kontinentalen Verhältnissen entlang der deutschen Küsten von West nach Ost ab. So beträgt die mittlere Jahresniederschlagsmenge im westlichen Schleswig-Holstein ca. 900 mm und am Kleinen Haff noch ca. 500 bis 550 mm. Für die Küstenregion zwischen Fehmarn und der Insel Rügen sind 600 bis 700 mm relevant. Im Jahresgang sind die niedrigsten Niederschlagsmengen im Zeitraum von Februar bis April zu verzeichnen (ca. 20 bis 30/40 mm pro Monat; Abb. 52; LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008). Im Frühling schwächt sich die Intensität des Konvektionsniederschlags aufgrund des stabilisierenden Effekts der thermischen Schichtung der Luftmassen, die sich über die noch kalten Meeresgewässer bewegen, ab. Ab Mai beginnt die Phase der höheren sommerlichen Niederschlagsmengen (ca. 40/50 bis 60/75 mm pro Monat; Abb. 52; LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008). Ab Herbst sind wieder geringere Niederschlagsmengen zu verzeichnen, so dass im Winter mittlere Mengen gegeben sind (ca. 40 bis 50 mm pro Monat). Im Zeitraum von November bis April kann der Niederschlag als Schnee fallen, wobei entlang der deutschen Ostseeküste 20 bis 30 Tage mit Schnee charakteristisch sind (LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008).

Abb. 52: ***Jahresgang der monatlichen Niederschlagshöhe für die Station Rostock-Warnemünde (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp)***

Sonnenscheindauer

Die durchschnittliche Sonnenscheindauer steigt vom Binnenland zu den Küstengebieten und Inseln sowie von West nach Ost an: Kieler Bucht ca. 1.550 bis 1.650 Stunden/Jahr; Küste von Lübecker Bucht bis zum Kleinen Haff sowie Insel Fehmarn ca. 1.650 bis 1.750 Stunden/Jahr; vorpommersche Inseln mit 1900 und 1998 Stunden (Kap Arkona). Die Monate Mai bis Juli haben mit mehr als 300 Stunden/Monat die meisten Sonnenstunden, wobei im Mai mit über 350 Stunden/Monat die höchsten Werte erreicht werden (Station Kap Arkona; Abb. 53; LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008).

Abb. 53: ***Jahresgang der monatlichen Sonnenscheindauer für die Station Kap Arkona (Daten aus: http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/Mursys_031/seiten/oswitt01.jsp)***

Windverhältnisse

Über der offenen Ostsee besteht aufgrund der geringeren Reibung im Allgemeinen ein um 1 bis 2 Windstärken kräftigerer Wind als über dem Binnenland. So sind mittlere jährliche Windgeschwindigkeiten von um die 3 m/s für das Binnenland, von 3 bis 4 m/s für das küstennahe Binnenland, von 4 bis 5 m/s für weniger exponierte Küsten (z. B. Lübecker Bucht) und von 5 bis 6 m/s für exponierten Küstenareale (z. B. Westküsten von Fehmarn und der Insel Rügen) charakteristisch. Im Jahresgang sind die höchsten, mittleren Windgeschwindigkeiten im Winterhalbjahr von Anfang November bis Ende März und die niedrigsten Windgeschwindigkeiten im Mai, Juni und August zu verzeichnen. Im Winter sind die Windgeschwindigkeiten durchschnittlich 1 bis 2 m/s höher als im Sommer. Die Stärke des Windes wird auch durch die Anzahl an Tagen mit Starkwind und Sturm ersichtlich. So sind im Bereich geschützter Buchten 30 bis 40 Tage (z. B. innere Lübecker Bucht, Küste des Kleinen Haffs), an den Außenküsten um 100 Tage (Westermarkelsdorf, Boltenhagen, Rostock-Warnemünde) und an besonders exponierten Küsten wie dem Kap Arkona und auf Helgoland bis 200 Tage im Jahr mit Windstärken über 6 Beaufort (10,8 − <13,9 m/s) zu verzeichnen. Entsprechend der Exponiertheit der Küstenabschnitte und der offenen See steigt auch die Häufigkeit und Intensität von Stürmen. Der Wind kann schnell in Richtung und Stärke wechseln und ist bei bestimmten Wetterlagen von kräftiger Böigkeit gekennzeichnet. Der Wind verursacht in der Ostsee die ozeanographisch bedeutsamen Sturmhoch- und Sturmniedrigwasserereignisse, die maßgeblich hydrologische Parameter, wie den Salzgehalt (Salzwassereinbrüche), beeinflussen können.

Die Hauptwindrichtung an den deutschen Küsten, die ca. 35 bis 40% im Jahresdurchschnitt gegeben ist, ist der West- und Südwest-Sektor (Abb. 54). Für den Jahresgang sind folgende Hauptwindrichtungen charakteristisch:

- April: nördliche bis östliche Richtungen,
- Juli: westliche Richtungen,
- Oktober: westliche bis südliche Richtungen (LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008).

Abb. 54: Durchschnittliche, jährliche Verteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen im Bereich der deutschen Seegewässer (aus: LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008)

Relative Feuchte und Nebel

„Bemerkenswert ist der Jahresgang der relativen Feuchte. Über Land erreicht sie ihren tiefsten Wert im Spätfrühling, ihren höchsten im Frühwinter, dann ist auch die Nebelhäufigkeit am größten. Über der offenen See entspricht der Jahresgang der relativen Feuchte ungefähr dem der Temperaturdifferenz Luft – Wasser. Ist diese im Frühling am größten, hat auch die relative Feuchte normalerweise ihr Maximum. Dann wird nämlich die Luft von unten gekühlt, es kommt zur Inversionsbildung und die Luft unter der Temperaturumkehrschicht reichert sich immer mehr mit Feuchtigkeit an. Im Herbst hingegen wird die Luft über dem verhältnismäßig warmen Wasser labilisiert und die Feuchtigkeit in große Höhen transportiert. Ein Teil fällt als Niederschlag wieder aus, ein anderer Teil wird aufs Festland verfrachtet. So ergibt es sich, dass zu dieser Jahreszeit die geringste relative Feuchte herrscht.“ (aus BSH 1996)

Dunst (1 km bis 3,9 km Sicht) kommt im Jahresmittel zu 4 bis 7% vor. Am häufigsten beobachtet man ihn in den Wintermonaten, am seltensten im Sommer. Über See gibt es verschiedene Nebelarten (Nebel, Sicht <1 km):

- „normaler“ Nebel (im Frühling am häufigsten): Die Luft kühlt sich bis unter den Taupunkt ab und es bildet sich Nebel.
- Kaltwassernebel (vor allem von März bis Juli): Er entsteht, wenn warme und feuchte Luft über kaltes Wasser strömt, dessen Temperatur niedriger ist als der Taupunkt.
- Verdunstungsnebel (tritt am häufigsten auf; zu allen Jahreszeiten, am ehesten im Herbst und Winter): Das Verdunsten von Wasser ist eine weitere Möglichkeit der Nebelbildung. Dies geschieht hauptsächlich dann, wenn das Wasser wärmer ist als die Luft. Dieser Verdunstungsnebel kann sich aber nur dann bilden, wenn eine Inversion (Temperaturumkehrschicht) das Entweichen der Feuchtigkeit nach oben verhindert.
- Seerauch (vor allem im Winter bei ablandigen Winden): Seerauch kann entstehen, wenn die Luft mindestens 10-12 K kälter ist als das Wasser. Die starke Verdunstung über dem warmen Wasser führt in der kalten Luft zur raschen Kondensation, wenn der ansteigende Taupunkt die Lufttemperatur überschreitet. Seerauch besteht meist aus niedrigen Schwaden:

Im Winter tritt das Maximum an Nebeltagen mit 5 bis 8 Tagen pro Monat auf (Station Kap Arkona). In den Sommermonaten gibt es in der Regel nur 2 Tage mit Nebel (Tab. 36, LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008).

Tab. 36: Mittlere monatliche und jährliche Anzahl an Nebeltagen an Stationen entlang der deutschen Küsten von Nord- und Ostsee für die Erfassungsperiode 1971 bis 2000 (aus: LEFEBVRE & ROSENHAGEN 2008)

Station	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Helgoland	6	7	8	6	5	3	1	1	1	2	2	4	46
Norderney	8	7	6	5	3	2	1	1	2	4	5	7	52
Cuxhaven	8	7	6	4	2	1	1	1	2	4	5	6	49
List	10	9	9	7	3	2	1	1	2	5	5	8	63
Westermarkelsdorf*	5	6	6	4	2	1	1	2	2	2	3	5	41
Boltenhagen	6	5	5	4	3	1	1	2	3	5	4	4	45
Warnemünde	7	6	5	4	3	2	1	1	2	5	4	4	45

Station	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Arkona	8	7	8	7	5	3	2	2	3	5	7	7	59

* Bezugszeitraum 21 Jahre; Jan. = Januar, Feb. = Februar, Sept. = September, Okt. = Oktober, Nov. = November, Dez. = Dezember

Klimatische Besonderheiten von See- und Küstengebieten gegenüber dem Binnenland

Die größte klimaökologische Wirkung von großen Meeresflächen besteht im Abkühlungseffekt und Abbau der Überwärmung der anschließenden Landflächen an windschwachen Sommertagen, bedingt durch das über dem Offenwasser infolge erhöhter Verdunstung bestehende Energiedefizit. Der Ostsee kommt ebenfalls eine lufthygienische Ausgleichsfunktion zu, da bei einem ungehinderten Austausch lufthygienisch reinere und kühlere Luftmassen den Landflächen zufließen können und verunreinigte oder wärmere Luftmassen schrittweise ersetzt werden können.

Typisch für die Küstenregion ist die Land-See-Wind-Zirkulation, die ein tageszeitlich wechselndes lokales Zirkulationssystem des Küstenklimas im Übergangsbereich zwischen Festland und Meer darstellt, das hauptsächlich im Sommerhalbjahr auftritt (April-September, merklich seltener im März und Oktober). Vor allem bei windschwachen, sonnenscheinreichen Wetterlagen kann sie sich aufgrund des unterschiedlichen Wärmeverhaltens von Land und Wasser als kühlende Ausgleichsströmung ausbilden, die im Mittel noch 10 bis 20 km landeinwärts als Seebrise spürbar ist.

Das Küstenklima des Untersuchungsgebietes (als wichtiges Erholungsklima) kann insgesamt durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet werden (nach FLEMMING 1990):

- Strahlungsreichtum infolge der meist reinen Luft sowie speziell im Frühsommer als Folge der im Küstenbereich im Vergleich zum Binnenland geringeren Bewölkung,
- Windreichtum als Ergebnis der geringeren Reibung der Luftströmung über dem Meer,
- Existenz von Land-See-Winden,
- hohe, aber nicht extreme Luftfeuchte,
- geringe Tages- und Jahresschwankungen der Temperatur mit kühlerem Frühsommer und wärmerem Herbst,
- relativ hoher Salzgehalt der Luft, vor allem bei starkem Wind (Heileffekt für die Atmungsschleimhäute),
- Pollenarmut (günstig bei allergischen Krankheiten) und
- geringe anthropogene Luftverunreinigung, vorzugsweise bei Seewinden.

Bestandsdarstellung zur Luftgüte

Nach den Luftgüteberichten für das Land Mecklenburg-Vorpommern durch das LUNG M-V (vgl. z. B. Luftgütebericht für das Jahr 2011 – LUNG M-V 2012a) ist in M-V eine allgemein gute Luftqualität zu verzeichnen. Die Immissionskonzentrationen für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol haben landesweit ein niedriges Niveau und liegen deutlich unterhalb der Grenzwerte. Unterschiede sind vor allem für Stickstoffdioxid- und Feinstaubkonzentrationen für die ländlich gelegenen Stationen gegenüber den Stationen mit verkehrsnahem Kontext festzustellen, die für diese Parameter höhere Werte aufweisen. Witterungsbedingt kann es an einzelnen Tagen zur Überschreitung der Schwellenwerte für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit[8] an einigen Stationen kommen.

[8] Informationswert von 180 µg/m3 für 1-Std.-Mittelwert; Langfristziel von 120 µg/m3 als höchster 8-Std.-Mittelwert eines Tages (http://www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/gesetz.htm)

Zum Vergleich der Luftgütesituation werden die Stationen Löcknitz, Rostock-Stuthof und Rostock-Holbeinplatz herangezogen. Dabei repräsentieren die Stationen Löcknitz und Rostock-Stuthof aufgrund des ländlichen Standortes die Verhältnisse mit relativ geringer Beeinflussung durch den Verkehr und städtische Emissionsquellen. Die Station Rostock-Holbeinplatz verdeutlich die Situation durch Verkehr und weitere Luftschadstoffquellen eines Stadtgebietes. In Tab. 37 sind ausgewählte Werte für das Jahr 2011 für diese Stationen im Vergleich zu den relevanten Grenzwerten zusammengestellt. Demnach werden die maßgeblichen Grenzwerte der Luftgüte eingehalten.

Für das hier betrachtete Seegebiet wird davon ausgegangen, dass die Luftgüteverhältnisse aufgrund der größeren Distanzen zu Luftschadstoffemittenten (frequentierte Straßenverkehrswege, Feuerungsanlagen der Siedlungen u.a.) besser als für die aufgeführten Stationen im ländlichen Raum sind. Konkret erfasste Daten zu diesem Aspekt liegen allerdings nicht vor.

Tab. 37: Ausgewählte Daten der Luftgüte im Vergleich zu Grenzwerten der 39. BImSchV für die Stationen Stralsund, Löcknitz und Rostock-Stuthof (Daten aus: LUNG M-V 2012a)

Luftgütedaten/ Grenzwerte/ Messstation	Parameter 2009	Grenzwert [µg/m³]	Ausgewählte Stationen		
			Rostock-Holbein-platz	Löcknitz	Rostock-Stuthof
SO_2	Jahresmittelwert in µg/m³	20	2	3	2
	max. 1-Std.-Mittelwert in µg/m³	Alarmschwelle 500	21	36	26
NO_2	Jahresmittelwert für NO_2 in µg/m³	40	32	6	14
NOx	Jahresmittelwert für NOx in µg/m³	30	-	8	17
CO	Maximaler 8-Std.-Mittelwert in mg/m³	10	1,21	-	-
Benzol	Jahresmittelwert in µg/m³	5	0,7	-	-
Ozon	Anzahl der Tage mit Überschreitung des 8-Std.-MW	max. 25 mal im Jahr (gemittelt über Jahre 2009-2011)	1	11	6
	Maximaler 1-Std.-Mittelwert eines Tages		114	163	141
Feinstaub	Jahresmittelwert in µg/m³	40	27	20	21
	Anzahl Überschreitungen des 24-Std.-MW von 50 µg/m³	max. 35 mal	28	26	22

Vorbelastungen Schutzgut Klima/ Luft

Vorbelastungen ergeben sich vor allem aufgrund lufthygienischer Beeinträchtigungen. Lufthygienische Vorbelastungen sind hier definiert als Belastungen der Luft mit Schadstoffen aller Art, welche die Gesundheit des Menschen, der Tiere, der Pflanzen und von Ökosystemen beeinträchtigen kön-

nen. Die Areale der Küsten- und Seegewässer der südwestlichen Ostsee weisen generell eine sehr geringe Belastung durch Luftschadstoffe auf („Reinluftgebiete“). Konzentrationen von Schadstoffen, die durch Emissionen von Verbrennungsmotoren entstehen, können jedoch im Bereich stark frequentierter Schifffahrtslinien auftreten. Allerdings bewirkt der stetige Luftaustausch über der Ostsee einen schnellen Abtransport der emittierten Schadstoffe. Aufgrund der Distanz des Vorhabensgebietes des geplanten OWP zur Küste mit Häfen, Siedlungen und Verkehrswegen sowie zu Schifffahrtswegen (siehe Kap. 2.3.1) wird insgesamt von einer geringen Vorbelastung der Luftgüte ausgegangen.

4.4.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Klima/Luft

Bewertungsmethodik Klima / Luft

Zur Bewertung der Luftgütesituation werden repräsentative Stationen für das Untersuchungsgebiet mit Grenzwerten von Luftschadstoffen verglichen. Dann erfolgt eine Einordnung des Untersuchungsgebietes in die in Tab. 38 ausgewiesenen Bewertungskategorien.

Tab. 38: Ansatz zur vereinfachten Bewertung der Luftgütesituation

Typisierung der Luftgütesituation	Bewertung der „Luftreinheit“
erhöhte Belastung mit Luftschadstoffen in Siedlungsgebieten mit hoher Bebauungsdichte (Stadtzentren), Gewerbe- und Industriegebieten sowie in Bereichen von Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen (viel befahrene Abschnitte von Bundesstraßen, Autobahnen und städtischen Kreuzungsbereichen)	gering
zunehmende Belastung mit Luftschadstoffen wie Emissionen durch Hausbrand und KFZ-Verkehr in Siedlungsgebieten mit geringer Bebauungsdichte (ländliche Siedlungen, Stadtrandgebiete, Park- und Gartenanlagen in Städten u. ä.) sowie in Bereichen von Straßen mit mittlerem Verkehrsaufkommen	mittel
„Reinluftgebiet“ – sehr geringe Beeinflussungen der Luft mit Luftschadstoffen	hoch

Mit der in Tab. 38 dargestellten Bewertung werden auch die Vorbelastungen der Luftgütegegebenheiten verdeutlicht. Ein Ansatz zur Bewertung der Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffimmissionen könnte aus der Intensität der Luftdurchmischung entwickelt werden. In einem Gebiet mit geringer Luftzirkulation (z. B. ausgeprägte Talkessel mit häufigen Inversionswetterlagen) wirkt sich eine Luftschadstoffemission stärker auf die lokale Luftgütesituation aus als in Gebieten mit starken Windzirkulationen.

Bewertung Schutzgut Klima / Luft

Die Klimaverhältnisse des Seegebietes weist einen hohen Natürlichkeitsgrad auf. Beeinflussungen sind infolge des globalen Klimawandels mit Wirkungen auf Luft- und Wassertemperatur sowie die atmosphärische Zirkulation zu verzeichnen. Das Schutzgut ist insgesamt von einer hohen Natürlichkeit geprägt und wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mit der Stufe **hoch** bewertet.

4.5 Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

4.5.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Entsprechend den Forderungen der TÖB im Ergebnis der Antragskonferenz zum OWP „Arcadis- Ost 1“ vom 25.10.2007 mit Aktualisierungen vom 24.07.2008 wurde durch den Vorhabensträger ein Gutachten zur Beschreibung, Visualisierung und Bewertung des Landschaftsbildes (ARCADIS 2012)

erarbeitet. Die durchgeführten Untersuchungen und Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

4.5.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Das Schutzgut des Landschaftsbildes umfasst den vom Menschen wahrnehmbaren Bereich von Natur und Landschaft. Das Landschaftsbild, als komplex wahrnehmbare Erscheinung von Natur und Landschaft, wird im Untersuchungsbereich durch die See und angrenzende Küsten geprägt.

Die Wahrnehmung bzw. das Erleben der Landschaft erfolgt im Nahbereich über die Sinne Hören, Riechen, Fühlen und Sehen, im Mittelbereich über Hören und Sehen und im Fernbereich über das Sehen. Das heißt, für einen Betrachter von den Landstandorten sind die Landschaft, respektive das Landschaftsbild im Vorhabensgebiet (d. h. hier die offene See) nur über das Sehen erlebbar. Lediglich für den Erholungssuchenden bzw. Wassersportler, Fischer usw. wäre in der Nähe des beantragten OWP vom Schiff aus die Landschaft auch noch über den Sinn Hören zu erfassen.

Eine typische Eigenart der Küstenlandschaft ist die Kargheit an Landschaftsbildelementen und die weiträumige Überschaubarkeit der Meeresfläche, die einen bedeutenden Eigenwert darstellt.

<u>Bestandsbeschreibung (aus ARCADIS 2012)</u>

Folgende repräsentative Betrachterstandorte wurden bestimmt, die im Hinblick auf ihre potenzielle visuelle Beeinträchtigung durch den Windpark jeweils von einem tief gelegenen und einem erhabenen Standpunkt aus untersucht werden sollten (siehe Karte V):

- Kap Arkona, Schaabe, Glowe, Lohme, Stubbenkammer (Rügen)
- Dornbusch (Hiddensee)
- Prerow (Darß).

Der im Gutachten betrachtete Untersuchungsraum verlief von den Küstenbereichen der Halbinsel Fischland-Darß im Westen über die Insel Hiddensee bis zur Insel Rügen im Osten. Diese Küstengebiete zeichnen sich durch eine Natur- und Küstenlandschaft mit einer Vielfalt an Stränden, Wiesen, Feldern, Wäldern, Hügeln, Dörfern und Kleinstädten aus.

Die Hauptnutzungsformen auf der Landseite werden durch die Landwirtschaft und den Tourismus bestimmt, wobei auch der Naturschutz eine bedeutende Rolle einnimmt. Der Fremdenverkehr konzentriert sich vor allem in und um die Ortschaften an den Küsten. Die Küsten im Untersuchungsraum sind überwiegend Bestandteil von Schutzgebieten.

Die Landschaft kann nur dort als verändert wahrgenommen werden, wo sie vom Menschen nutzbar und erreichbar ist. Im Vorhabensgebiet geschieht dies von den Inseln Hiddensee und Rügen, insbesondere von der rügenschen Region Kap Arkona – Königsstuhl / Stubnitz. Die bestimmenden landschaftlichen Faktoren der Ostsee sind die Weite der Meeresfläche mit ihrer eigenen Dynamik sowie Wettererscheinungen, wie Wolken, Wind und Sonnenlicht. Der Betrachter erfährt den Anblick der offenen See. Vertikale Störelemente fehlen weitgehend, die Horizontlinie fällt mit der Wasseroberfläche zusammen. Im Rahmen der Bestandsaufnahme des dem Offshore-Vorhaben vorgelagerten Küstenraums erfolgte eine Beschreibung der oben genannten Beobachtungsstandorte, diesbezüglich wird auf das Fachgutachten (ARCADIS 2012) verwiesen.

Von See aus, d. h. von Schiffen der Berufsschifffahrt, der Fischerei und von Sportbooten, ergibt sich teilweise ein anderer Landschaftsbildeindruck. Hier dominieren die Wasserfläche mit den Farbwechseln des Wassers, den Wellen und dem Wind und unterschiedliche Ufersilhouetten, in Abhängigkeit

von der Entfernung zur Küste. Im Landschaftsbild des küstenfernen Seegebietes sind demnach als dominante Elemente die weiträumigen Wasserflächen, der Horizont, der Himmel sowie einzelne Schiffe, hauptsächlich der kommerziellen Schifffahrt, mit in der Regel mittlerer Größe, im Bereich der Schifffahrtskorridore und Fährlinien auch größerer Dimension, zu verzeichnen.

Die landschaftsgebundene Erholung an der Ostseeküste wird mit folgenden Assoziationen beim Erholungssuchenden verbunden:

- Freizeitsport betreiben (Segeln, Meeresangeln, Tauchen, Surfen, Baden, Vogelbeobachtungen etc.),
- die Ruhe genießen und die Weite und Offenheit der Landschaft sowie die Rauheit der See,
- Kuren zu absolvieren, Ferienaufenthalte zu verbringen sowie
- Schiffsfahrten durchzuführen.

Auf diese Anforderungen sind die Erholungseinrichtungen, Pensionen, Zeltplätze, Hotels und Kureinrichtungen eingestellt. An den Wochenenden und während der Ferienzeit sind neben den Anwohnern und den Personen, die einen Kur- oder Ferienaufenthalt verbringen, auch zahlreiche Tagesgäste in Küstennähe vertreten.

Vom Land bestehen Blickbeziehungen zum geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“ im Seegebiet nördlich von Rügen (z. B. Kap Arkona, siehe Abb. 55). Angaben zu Entfernungen von den markanten Landpunkten zum Vorhabensgebiet sind in Karte V und Tab. 39 dargestellt.

Tab. 39: Lage des Offshore-Windparks (minimale Distanzen) zu markanten Aussichtspunkten (Blickbeziehungen) (ARCADIS 2012)

Siedlungsgebiet	Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“
Insel Rügen	
Kap Arkona	ca. 19 km
Schaabe	ca. 28,5 km
Glowe	ca. 28,9 km
Lohme	ca. 25,9 km
Stubbenkammer	ca. 25,5 km
Insel Hiddensee	
Dornbusch	ca. 38,5 km
Halbinsel Fischland-Darß	
Prerow	ca. 75 km

Der geplante OWP kann nur zusammen mit dem Horizont im Hintergrund wahrgenommen werden (vgl. Auswirkungsprognose in Kap. 5.5.3). Schiffe, die in dieser Entfernung vom Land fahren, sind nur mit einem Fernglas deutlicher erfassbar.

Abb. 55: Blick vom Standort mit der geringsten Distanz - Kap Arkona - in Richtung des geplanten OWP, ohne OWEA (aus: ARCADIS 2012)

Vorbelastungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Vorbelastungen des Landschaftsbildes sind in erster Linie Landschaftselemente, die das harmonische Bild der gewachsenen Landschaft durch unangepasste Strukturen oder z. B. Farbgebung erheblich stören. Im Untersuchungsraum wären als Vorbelastung vor allem vertikale technische Landschaftselemente einzuordnen, auch wenn sie nicht zwingend als „belastend“ wahrgenommen werden.

Anthropogene Überprägungen sind im Seegebiet permanent nicht vorhanden. Das Landschaftsbild ist weitgehend unbeeinflusst von baulichen Anlagen. Die Sichtbeziehung zwischen dem Windparkstandort und der Küste ist unverbaut. Die Möglichkeit, die Landschaft zu erleben, wird nur zeitweise und vor allem durch küstennahe Bebauung eingeschränkt.

Im Bereich der Ortschaften sind Vorbelastungen durch bauliche Anlagen, den Schiffsverkehr in Küstennähe und die Verlärmung hoch. Hier sind die Möglichkeiten ungestörten Landschaftserlebens beeinträchtigt.

4.5.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Bewertungsmethodik Landschaft / Landschaftsbild

Wesentliche Bewertungskriterien sind die Eigenart und Naturnähe der betrachteten Küstenlandschaften und des Meeres. Folgende Parameter sind für die Bewertung des Landschaftsbildes besonders von Bedeutung:

- Sichtachsen, -räume, Sichtbeziehungen
- Sichtweiten
- raumstruktureller Charakter (Eigenart)

- Naturnähe im Sinne von Unverbautheit
- Anteil der anthropogenen Beeinflussung
- Empfindlichkeit der Landschaft bzw. des Landschaftsbildes bezüglich visueller Beeinträchtigungen

Die Bewertung der Bedeutung des Schutzgutes und der Empfindlichkeit gegenüber dem Vorhaben erfolgt verbal-argumentativ.

Bewertung Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Entsprechend der Einschätzung des Landschaftsbildes nach ARCADIS (2012) haben die dem Vorhabensgebiet am nächsten liegenden Inseln Rügen und Hiddensee eine herausragende Funktion als Erholungsraum. Ausschlaggebend dafür ist das küstenraumtypische Zusammenspiel von Natur und Landschaft, mit einer besonderen Erholungswirksamkeit. Hervorzuheben ist in diesem Kontext die fiir die Erholungseignung grundlegende Naturnähe und Unberührtheit des Ensembles Küstenlandschaft / Ostsee. Vielfach sind Blickbeziehungen von den unverbauten Küsten zur Ostsee hin möglich, die keine anthropogene bzw. keine landschaftsuntypische Beeinflussung wie die Überformung durch technische Bauwerke erkennen lassen. Die Offenheit der Inselküstenlandschaft zum Meer bietet die Möglichkeit eines besonderen Erlebens der Landschaft. Die genannten Inseln bieten hervorragende Voraussetzungen zum Erleben dieses einzigartigen maritimen Landschaftsraumes.

Das Bedürfnis nach **Bildung** bzw. Information kann nach MFLN (1995) in einer vielfältigen und spannungsvollen Landschaft gestillt werden, die reich an natürlichen und kulturhistorisch interessanten Elementen ist und die Rückschlüsse über die Landschaftsgenese zulässt. In diesem Zusammenhang kann insbesondere auf die kontrastreichen Wechsel von bewaldeten bzw. offenen (Steil-)Küstenabschnitten im nordöstlichen Bereich der Insel Rügen (Kap Arkona-Königsstuhl-Region) zu den weiten Wasserflächen der Ostsee verwiesen werden. Die Steilküstenabschnitte unterliegen einem phasenhaften Küstenrückgang durch die abiotischen und vom Menschen nicht beeinflussbaren Prozesse Abrasion, Erosion und Gravitation. Die damit verbundenen geomorphologischen Strukturen (Kreidefelsen, teilweise durchzogen von Schluchten) erlauben dem Betrachter das Nachvollziehen der natürlichen Küstendynamik. Die Kreidefelsen stellen weiterhin eindrucksvolle Zeugen der präglazialen Entwicklung dar, indem sie die eiszeitlichen Ablagerungen überragen (LUNG M-V 2009a). Insgesamt weist das Ensemble Küste / Meer eine vielfältige Landschaftsstruktur im Untersuchungsraum auf, die gleichzeitig leicht zu interpretieren ist.

Heimatverbundenheit bzw. Identifikationsbereitschaft mit der Landschaft entsteht nach MFLN (1995) über den Erhaltungsgrad der Unverwechselbarkeit und der Besonderheiten der Landschaft. Dies kann unter dem Kriterium der Eigenart der Landschaft zusammengefasst werden, dem sich als zentraler Begriff zur Beschreibung des Landschaftsbildes andere Indikatoren wie Vielfalt, Naturnähe oder Schönheit unterordnen lassen (GERHARDS 2002). In diesem Sinne ist insbesondere die Qualität des Landschaftsbildes unter dem Blickwinkel der Empfindlichkeit gegenüber (vorhabenspezifischen) Veränderungen bedeutsam.

Im Folgenden werden stichpunktartig für die Eigenart des Untersuchungsraums wesentliche Merkmale aufgeführt:

- Besondere geographische Lage (Rügen ist die größte Insel Deutschlands, Kap Arkona die nordöstlichste Spitze Deutschlands).
- Offenheit der Inselküstenlandschaft zum Meer, dessen Unbegrenztheit, Weite und Planarität wesentlich das Landschaftserleben prägt.

- Kontrastreicher Wechsel von bewaldeten bzw. offenen (Steil-)Küstenabschnitten im nordöstlichen Bereich der Insel Rügen (Kap Arkona-Königsstuhl-Region) zu den weiten Wasserflächen der Ostsee.
- Natürliche Küstendynamik (Abbruchkanten der Außenküste, aktive Steilküstenabschnitte, Haken- und Nehrungsbildungen).
- Landschaftsbilder, die keine anthropogene bzw. keine landschaftsuntypische Beeinflussung, wie die Überformung durch technische Bauwerke, erkennen lassen.
- Vorhandensein kulturhistorischer Landschaftselemente auf engstem Raum am Kap Arkona.
- Zusammenwirken von natürlichen und kulturhistorischen Landschaftselementen, der natürlichen Küstendynamik und der Ursprünglichkeit bzw. Naturnähe des Untersuchungsraums prägt das besondere Landschaftserleben (spezifischer Totalcharakter der Landschaft).

Die Küstenregionen des Untersuchungsraums weisen nach MFLN (1995) ausschließlich Landschaften mit hoher bis sehr hoher Bewertung der Schutzwürdigkeit des Landschaftsbildpotentials auf (s. auch http://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php). Weiterhin wird der den Küstenräumen vorgelagerte Meeresraum als integraler Bestandteil der Landschaftsbildräume behandelt. Hinsichtlich der Empfindlichkeit des Meeresraumes gegenüber technischer Überprägungen durch Vertikalobjekte ist insbesondere auf die visuelle Transparenz bzw. Einsehbarkeit, die für die Blickbeziehungen von den unverbauten Küsten zur weiten und planaren Ostsee hin gegeben ist, hinzuweisen.

Im gutachtlichen Landschaftsrahmenplan der Region Vorpommern LUNG M-V (2009a) werden als „Landschaftsbereiche mit einer hohen Bedeutung für das Landschaftserleben“ insbesondere unverbaute, naturnahe Küstenabschnitte aufgeführt. Die Küstenregionen des Untersuchungsraums können unter Berücksichtigung der Analyse und Bewertung nach MFLN (1995) zu derartigen Landschaftsbereichen gezählt werden (s. auch http://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php). In LUNG M-V (2009a) wird als Leitlinie festgelegt, dass diese Landschaftsbereiche vorrangig vor Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds (z. B. durch Zersiedlung und Zerschneidung sowie die Errichtung landschaftsuntypischer baulicher Anlagen) zu schützen sind.

Unter Berücksichtigung der obigen Ausführungen lässt sich zusammenfassend eine **hohe** Schutzwürdigkeit bzw. Empfindlichkeit des Untersuchungsraumes gegenüber Veränderungen ableiten.

An den unverbauten Stränden, den exponierten Aussichtspunkten sowie auf dem Meer ist die Eigenart und Vielfalt der Landschaft (Landschaftsbildqualität) weitgehend ungestört erhalten, damit wird das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild als **hochwertig** bewertet.

4.6 Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

4.6.1 Daten- und Informationsgrundlagen zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Informationsquelle für Boden- und Kulturdenkmale ist das Landesamt für Kultur- und Denkmalpflege. Daten zu Wracks und anderen Unterwasserhindernissen liegen auch beim BSH (eingetragen in die Seekarten) sowie beim WSA Stralsund vor.

Es sind die Informationen zu Boden- und Kulturdenkmale des Landesamtes für Kultur- und Denkmalpflege berücksichtigt worden. Informationen zur Nutzung des betroffenen Seegebietes durch die

traditionell ausgeübte Fischerei als Kulturgut liegen u. a. mit dem Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g) vor. Es erfolgt eine verbal-argumentative Beschreibung und Bewertung.

4.6.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Unter Kulturgütern im Sinne des UVPG versteht man nach KÜHLING (1995) Flächen und Objekte der Bereiche Denkmalschutz und Denkmalpflege, Naturschutz und Landschaftspflege sowie der Heimatpflege. Hierzu zählen in Meeresgebieten insbesondere Wracks. Als kulturelles Erbe ist die traditionelle Fischerei zu nennen. Sonstige Sachgüter im Sinne des UVPG sind bauliche Anlagen, die durch den Verbrauch von Ressourcen und Energie sowie durch das Aufkommen von Abfall entstanden sind (KÜHLING & RÖHRIG 1996, S.138), wie Gebäude oder infrastrukturellen Einrichtungen. Hierzu zählen in Meeresgebieten Seezeichen, Bojen, Leuchtfeuer, Kabel und Pipelines.

Folgende Indikatoren werden somit zur Beschreibung der Kultur- und sonstigen Sachgüter herangezogen:

- Kulturdenkmale (Wracks)
- Traditionelle Fischerei
- Sachgüter (Bojen, Leuchtfeuer usw.)

Das im Vorhabensgebiet vorhandene Telekommunikationskabel bzw. angrenzende Seekabel sind in Kap. 2.3.5 beschrieben. Im selben Kapitel ist bereits beschrieben, dass im Vorhabensgebiet und dessen direkter Umgebung keine Pipelines vorhanden oder geplant sind.

<u>Kulturdenkmale (Wracks)</u>

Im Seegebiet nordöstlich von Rügen sind Bodendenkmale (blaue Punkte in Karte IV, s. Kartenanhang) in der Umgebung des geplanten OWP bekannt. Das Bodendenkmal mit der geringsten Entfernung zum OWP „ARCADIS Ost 1“ befindet sich südlich des Vorhabensgebietes in ca. 1,4 km Entfernung. Alle anderen Bodendenkmale liegen in größeren Distanzen zum OWP. Im 500-m-Wirkraum des OWP liegen somit keine bekannten Denkmale.

Im Rahmen der Side-Scan-Sonar-Untersuchungen für den geologischen Vorbericht (VBW & NAUTIK NORD 2009) und den geologischen Bericht der Erweiterungsfläche (VBW 2011) wurden im Vorhabensgebiet sehr verbreitet Spuren von Grundschleppnetzen und auch einige Objekte, die möglicherweise Wracks oder Wrackteile sein könnten, beobachtet (in Karte IV des Kartenanhangs als orange Punkte dargestellt). Eines dieser Objekte (Bezeichnung: ARCADIS_Ost_7, Abb. 56) liegt innerhalb der OWP-Fläche in einer Entfernung von ca. 725 m zur nordöstlichen Grenze. Ein weiteres, im vorab genannten Vorbericht vermerkt als Objekt oder Ankerspur (Bezeichnung: ARCADIS_Ost_9), befindet sich südwestlich des Windparks in einem Abstand von etwa 600 m. Bei den in der Erweiterungsfläche gefundenen Objekten handelt es sich nach VBW (2011) möglicherweise um große Steine oder Schrottteile. Dies konnte nicht näher bestimmt werden.

ARCADIS_OST_7
- Sonar Time at Target: 11/30/2008 17:19:40
- Click Position (Lat WGS84): 54° 50.39329' N
- Click Position (Lon WGS84): 013° 37.73769' E
- Map Proj: WGS 1984 UTM, Zone 33 North, Meter
- Click Position (X): 411.950,61
- Click Position (Y): 6.077.835,90
- Acoustic Source File: \\Dell0903\SEA_DISC (G)\P08040102_2_ARCADIS_OST_1_Flaeche\Messdaten\SSS\20081130170620.jsf
- Ping Number: 5624
- Range to Target: 62,53 Meters
- Fish Height: 35,16 Meters
- Event Number: 0
- Line Name: 20081130170620

Dimensions
Target Height = 0,0 Meters
Target Length: 12,9 Meters
Target Shadow: 0,0 Meters
Target Width: 11,3 Meters
Mag Anomaly:
Avoidance Area:
Classification 1:
Classification 2:
Area:
Block:
Description: Objekt?

Abb. 56: Objekt ARCADIS_Ost_7 im Ergebnis der Side-Scan-Sonar-Untersuchung (aus: VBW & NAUTIK NORD 2009, S. 18)

Die Videountersuchungen des IfAÖ im Rahmen der Makrozoobenthoskartierungen erbrachten keine Sichtungen von Wracks oder größeren Objekten. Dies ist jedoch auf die geringe Fläche (Transekte von 15 min pro Station) zurückzuführen, die mittels dieser Methode erfasst werden kann.

Sicherheit über das tatsächliche Vorhandensein von Wracks auf dem Baustandort geben erst Vor-Ort-Untersuchungen im Vorfeld der Bauaktivitäten.

Fischerei

Die Fischerei stellt im gesamten deutschen Ostseeraum eine regional wichtige wirtschaftliche Ressource dar. Im Rahmen dieses Schutzgutes wird jedoch nur die traditionell ausgeübte Fischerei (Beruf Fischer) als Kulturgut (kulturelles Erbe) berücksichtigt.

Zur Kutter- und Küstenfischerei gehören die Fischereifahrzeuge der Kleinen Hochseefischerei und Küstenfischerei. Die Unternehmen sind in den kleinen und größeren Häfen an der Ostseeküste beheimatet und wichtiger Bestandteil der regionalen Tourismuswirtschaft. In Mecklenburg-Vorpommern spielt die Küstenfischerei eine bedeutende Rolle im Fischereisektor. Die größeren Kutterbetriebe sind hauptsächlich in der Schleppnetzfischerei tätig (vor allem auf Dorsch und Hering). Zahlenmäßig dominieren jedoch die offenen Boote und Kutter der Kleinen Küstenfischerei. Dabei kommen überwiegend Stellnetze, Reusen und Angeln zum Einsatz. Zielfischarten sind Dorsch, Hering, Aal, Zander, Barsch und andere Süßwasserfisch- bzw. Wanderfischarten. Die Wirtschaftslage der Betriebe ist unterschiedlich und die Situation angespannt aufgrund der wenigen Zielarten und der zeitlichen und räumlichen Fangbeschränkungen. (vgl. http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/lm/Themen/Fischwirtschaft_und_Fischerei/Kutter-_und_Kuestenfischerei/index.jsp)

In Mecklenburg-Vorpommern waren laut Statistischem Datenblatt (Ausgabe 37, September 2011) im Jahr 2010 315 Berufsfischer registriert, die an der deutschen Ostseeküste fischen. Hinzu kommen 140 Fischer im Nebenerwerb. Die Anzahl der in der Fischerei beschäftigten Personen ist rückläufig (vgl. Tab. 40 und http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/lm/_Service/Publikationen/?publikid=148. Demnach waren im Jahr 2010 455 Betriebe der Kleinen Hochsee- und Küstenfischerei (315 Haupterwerb und 140 Nebenerwerb) registriert.

Tab. 40: Erwerbstätige der Fischereigenossenschaften (Kleine Hochsee- und Küstenfischerei)

Tätigkeit	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Haupterwerbsfischer	412	396	384	343	341	315
Nebenerwerbsfischer	158	168	147	144	148	140
sonst. Beschäftigte geschätzt	180	180	180	180	150	-
gesamt	**750**	**744**	**711**	**667**	**639**	**-**
Freizeitfischer	412	435	274	231	221	-

(Quelle: http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/lm/_Service/Publikationen/?publikid=148)

Das Vorhabensgebiet liegt im ICES-Gebiet IIId-24 (Einteilung lt. Internationaler Rat für Meeresforschung (ICES), Kopenhagen, www.ices.dk). Informationen zu Anlandungen und Erlösen aus dem Rechteck 38-G3, das über der Fläche des geplanten OWP liegt, sowie die Bedeutung des Planungsgebietes für die internationale Fischerei sind im Fachgutachten Fischerei enthalten (IFAÖ 2013g) sowie in Kap. 2.3.2 wiedergegeben.

4.6.3 Bestandsbewertung zum Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Bewertungsmethodik Kultur- und sonstige Sachgüter

Für jene Kultur- und Sachgüter, für die eine maßgebliche Beeinträchtigung durch das Vorhaben möglich ist, wird eine verbal-argumentative Bewertung, anhand der Kriterien Bedeutung und Zustand, vorgenommen.

Bewertung Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Kultur- und sonstige Sachgüter (u. a. das in Betrieb befindliche Telekommunikationskabel) müssen grundsätzlich berücksichtigt werden.

Im Gebiet des geplanten OWP befinden sich keine Kulturdenkmale (Wracks), weshalb konkrete Bewertungen nicht erforderlich sind.

Die Fischerei als traditionelle Nutzung ist als Kulturgut einzuordnen (siehe dazu auch Kap. 2.3.2). Im Fachgutachten Fischerei (IFAÖ 2013g) wurde folgende Bewertung des Vorhabensgebietes für die Fischerei vorgenommen:

Das ICES–rectangle 38G3 gehört zu einem der wichtigsten Fischfanggebiete innerhalb der westlichen Ostsee. Verglichen mit dem fischereilichen Gesamtfang aus der deutschen AWZ aus der Nord- und Ostsee zeigt das untersuchte ICES – rectangle einen Anteil von 3% bis 4% für die Jahre von 2004 bis 2008. Bei insgesamt 37 ICES – rectangles in der gesamten deutschen AWZ zeigt sich die besondere Bedeutung dieses Fanggebietes. Auch die Betrachtung der Anlandungen von Hering, Dorsch und Flunder im Verhältnis zu den deutschen Gesamtanlandungen spiegelt diesen Zusammenhang wieder. So erreichte der Hering einen Anteil von 7,5% bis 16%, der Dorsch von 7% bis 10,5% und die Flunder Anteile von 29% bis 35%. Die Fangmengen dieser drei fischereilich wichtigen Fischarten im Verhältnis zu den Anlandungen aus der AWZ der deutschen Ostsee erreichten im betrachteten Zeitraum sogar Anteile zwischen 40% und 60% (Flunder bis 78%). Auch für die Erlösanteile des ICES – rectangle 38G3 im Zeitraum von 2004 bis 2008 zeigten sich im Vergleich zu den Gesamterlösen aus der deutschen Nord- und Ostsee mit Werten von etwa 2% (2004 – 2008) verhältnismäßig hohe Umsätze. Für den Hering konnten Anteile von ca. 4% bis 11%, für den Dorsch von etwa 4% bis 6% sowie für die Flunder sogar Anteile bis zu 34% ermittelt werden.

Das Vorhabensgebiet liegt in den Fanggründen der örtlichen Fischer. Die Auswertung der VMS-Daten aus 2008 zeigt, dass die Nutzung des Vorhabengebietes durch Fischereifahrzeuge im Winterzeitraum am höchsten und im Frühjahr, Sommer und Herbst nur geringfügig war (vgl. Abb. 11). Nur im Winter fand auch direkt im Gebiet Fischerei statt. Zu dieser Jahreszeit erfolgt die Fischerei hauptsächlich auf Plattfisch und Dorsch. Die Heringsfischerei (Frühjahr) konzentriert sich dagegen auf die küstennahen Bereiche und scheint im Vorhabensgebiet nur eine geringe Rolle zu spielen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Vorhabensgebiet von eher geringer Bedeutung für die deutsche Kleine Hochsee- und Küstenfischerei im Jahr 2008 war und dem entsprechend nicht zu den traditionellen Fangplätzen für diese Fischereibetriebe zu zählen ist. Es weist auch keine anderweitige Bedeutung für Kultur- oder Sachgüter auf (soweit bisher bekannt). Insgesamt wird dem Untersuchungsgebiet eine **geringe** Bedeutung zugeordnet.

4.7 Schutzgut Tiere und Pflanzen

Die nachfolgende Darstellung des Schutzgutes Tiere und Pflanzen erfolgt getrennt nach Biotop- und Lebensraumtypen und den Artengruppen Makrophyten, Makrozoobenthos, Fische und Rundmäuler, Rastvögel und Zugvögel sowie Meeressäuger. Die Datengrundlagen werden zu Beginn des jeweiligen Kapitels benannt. Die Bewertung des Schutzgutes Pflanzen / Tiere erfolgt getrennt anhand der übergeordneten Kriterien von „Seltenheit und Gefährdung“, „Vielfalt und Eigenart“ sowie „Natürlichkeit“. Bei den Arten wird in der Regel noch das Kriterium „regionale bzw. überregionale Bedeutung“ als spezifische Betrachtung der Seltenheit und Gefährdung zu einem übergeordneten Raum herangezogen.

- Kriterium „Seltenheit und Gefährdung“

Der Gefährdungsgrad wird i. d. R. nach den „Roten Listen“ oder anderen Auflistungen von gefährdeten Arten bzw. Biotoptypen (wie z. B. EU-Vogelschutz-RL) vorgenommen. Außerdem wird anhand der regionalen und überregionalen Verbreitung der Arten oder Artengemeinschaften deren Seltenheit eingeschätzt. Die Gefährdung eines Biotops oder von Arten ist abhängig von deren natürlicher bzw. künstlich bedingter Seltenheit und von deren Empfindlichkeit bzw. Disposition auf einwirkende Störungen. Die Bewertung richtet sich auch nach der Ausprägung der Artengemeinschaft. Die Seltenheit von Biotopen und Arten liegt zum einen in der starken Spezialisierung und ihrer geringen Flexibilität gegenüber Umweltfaktoren, zum anderen in ihrer starken Abhängigkeit von einzelnen ausgeprägten Umweltfaktoren begründet. Bei der Anwendung einer „Roten Liste“ ist die Seltenheit bzw. Gefährdungssituation hoch, wenn Arten der Kategorien „0“ („ausgestorben bzw. verschollen“), „1“ („vom Aussterben bedroht“) „2“ („stark gefährdet“) regelmäßig vorkommen, d. h. wenn nicht nur zu einem Zeitpunkt ein Einzelexemplar nachgewiesen wurde. Sie ist mittel bei den Kategorien „3“ („gefährdet“) und „potenziell gefährdet“ sowie gering wenn keine Rote-Liste-Arten regelmäßig vorkommen.

- Kriterium „regionale bzw. überregionale Bedeutung“

Die regionale bzw. überregionale Bedeutung von Biotopen und Arten ist dann hoch, wenn diese im Bereich des regionalen bzw. überregionalen Betrachtungsraumes (z. B. südliche Ostsee) selten bis sehr selten auftreten. Eine mittlere Einstufung wird dann vorgenommen, wenn die vorgefundenen Arten und Arten-Vergesellschaftungen im Betrachtungsraum regional selten auftreten. Eine geringe Einstufung wird dann vorgenommen, wenn die Biotope und Arten im Betrachtungsraum häufig vorkommen.

- Kriterium „Vielfalt und Eigenart“

Die Bewertung der Vielfalt und Eigenart bezieht sich auf die Zusammensetzung der Artengemeinschaften. Es wird bewertet, inwieweit für das Habitat charakteristische Artengemeinschaften auftre-

ten und wie regelmäßig diese vorkommen. Die Vielfalt und Eigenart wird als hoch eingestuft, wenn die dem Habitat entsprechenden Arten-Vergesellschaftungen stetig auftreten. Eine mittlere Einstufung erfolgt, wenn die typischen Arten-Vergesellschaftungen zwar vertreten sind, die betroffenen Taxa oder Teile davon aber in untypisch geringen Dichten oder Häufigkeiten vorkommen. Die Eigenart und Vielfalt wird als gering bewertet, wenn vorwiegend standortuntypische Arten auftreten.

- Kriterium der „Natürlichkeit“

Das im Naturschutz wohl am meisten verwendete wertbestimmende Kriterium ist der Grad der Natürlichkeit oder auch Hemerobie genannt. Damit wird der Grad der Überprägung durch die menschliche Nutzung, menschlicher Beeinträchtigungen (z. B. Schadstoffeinträge) bzw. Störungen (optische und akustische Störungen) berücksichtigt. Die Natürlichkeit ist hoch, wenn keine oder nur geringe Störungen wie zum Beispiel sporadisch auftretende fischereiliche Tätigkeit auftreten (Trübungsfahnen). Eine mittlere Einstufung wird dann vorgenommen, wenn es sich um deutliche Störungen handelt, die jedoch zeitlich begrenzt oder nicht so intensiv sind, dass der Raum für Pflanzen und Tiere unbesiedelbar wird bzw. erheblichen Schaden nimmt. Von einer geringen Natürlichkeit wird ausgegangen, wenn Störungen vorliegen, welche die Eignung des Gebietes für Biotope und Artengruppen in größerem Umfang und über längere Zeiträume herabsetzen.

Je nach Artengruppen werden ggf. übergeordnete Kriterien nicht bzw. mit geringerer Gewichtung berücksichtigt oder zusätzlich Kriterien wie

- Regenerationsfähigkeit, gefährdete Biotoptypen nach der „Roten Liste“, typische Artenausstattung nach Biotopkartieranleitung, gefährdete Arten, Struktur- und Habitatreichtum für Biotoptypen[9],
- Konzentrationsbereiche für Rastvögel, lokales Zuggeschehen/-intensität

herangezogen. Entsprechende Erläuterungen zur spezifischen Vorgehensweise sind in den Kapiteln der Artengruppen aufgeführt.

4.7.1 Marine Biotoptypen

4.7.1.1 Daten- und Informationsgrundlagen Biotoptypen

Der erste umfassende Beitrag zur Klassifizierung aller marinen und Küsten-Biotope der Ostsee wurde 1998 von der HELCOM vorgelegt (VON NORDHEIM & BOEDEKER 1998). Die Klassifizierung basierte vorrangig auf Substratunterschieden. Eine weitere Differenzierung erfolgte über die euphotische bzw. aphotische Zone, d. h. über Tiefenzonen mit und ohne Pflanzenbewuchs einschließlich der nahrungsbiologisch wichtigen benthischen Diatomeen. Der Klassifizierungsvorschlag für die marinen Biotope der Ostseeküste von M-V folgt dem Biotopschlüssel der EUNIS HABITAT CLASSIFICATION (http://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp).

Die Beschreibung und Abgrenzung mariner Biotope erfolgt nach LUNG MV (2011) sowie nach dem Biotoptypenverzeichnis für die BRD in RIECKEN et al. (2006). Für die Identifizierung und Beschreibung von gesetzlich geschützten Biotopen nach § 30 BNatSchG und § 20 NatSchAG M-V werden die Kartieranleitungen des BfN (BfN 2011a, b) für „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ und „Artenreiche Grobsand-, Kies- und Schillgründe“, die Definitionen auf http://www.bfn.de/habitatmare/de/ für „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“, „Riffe“ und „Sublitorale Sandbänke“ sowie die marine Biotopkartieranleitung für Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V 2011) genutzt.

[9] in Anlehnung an die „Hinweise zur Eingriffsregelung in M-V“ (LUNG M-V 1999)

Die Beschreibung und Identifizierung mariner FFH-Lebensraumtypen nach den Vorgaben des „Interpretation Manuals“ der Europäischen Union wurde 2000 im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommerns vom IFAÖ (2000) durchgeführt. Die Aufgabe bestand hauptsächlich in der Definition der Begriffe der marinen LRT unter den regionalen Brackwasser-Bedingungen und einer heterogenen Morphologie, die sich im Formungsprozess befindet (Ausgleichsküste). Für die Kennzeichnung und Charakterisierung von FFH-Lebensraumtypen kommen unter anderem SSYMANK et al. (1998), BALZER et al. (2002) und ebenfalls LUNG MV (20011) zur Anwendung. Das Vorhabensgebiet liegt in großer Entfernung (> ca. 11 km, vgl. Kap. 2.2 und Karte I) zu FFH-Gebieten (GGB) und außerhalb von FFH-Lebensraumtypen. Eine weiterführende Betrachtung erfolgt auf der Ebene der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung (IFAÖ 2013b).

4.7.1.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Biotoptypen

Einführung

Ein Biotoptyp zeichnet sich durch weitgehend einheitliche ökologische (abiotische und biotische) Voraussetzungen aus. Dementsprechend wird er von ähnlichen Lebensgemeinschaften besiedelt. Wirksame ökologische Bedingungen im deutschen Teil der Ostsee sind der Salzgehalt, die Substrate, die Lichtdurchlässigkeit und die Exposition. In geschichteten Wasserkörpern kommt als entscheidender Faktor aperiodischer Sauerstoffmangel in den bodennahen Wasserschichten hinzu. Die Abgrenzungen der Biotoptypen erfolgt nach den genannten abiotischen Faktoren. Im deutschen Teil der Ostsee findet der Wasseraustausch zwischen Nord- und Ostsee statt. Hier kommt es auf kurzen Distanzen zu erheblichen Salzgehaltsdifferenzen, die sowohl horizontal als auch vertikal ausgeprägt sind. Es sind ein deutlicher West-Ost-, ein Ästuargradient und ein Tiefen-Gradient ausgebildet. Maßgeblich für die Besiedlungsstruktur des Benthals ist der bodennahe Salzgehalt. Gewässer mit vermindertem Salzgehalt werden von abiotischen Faktoren bestimmt.

Biotoptypen

Die Kartierung erfolgte nach LUNG MV (2011). Die Biotoptypen sind in Karte VI im Kartenanhang dargestellt. Zum Vergleich sind auch die Biotoptypen nach RIECKEN et al. (2006) dargestellt (Karte VII im Kartenanhang).

Nach LUNG MV (2011) gehört das gesamte Vorhabensgebiet zum Biotoptyp Schlicksubstrat der Sedimentationszonen der äußeren Küstengewässer der Ostsee östlich der Darßer Schwelle (NOT). Dieser wird folgendermaßen definiert:

> „Meeresboden der tiefen Becken der Ostsee unter 20 m (Arkonabecken, Saßnitzrinne) mit feinsten Ton- und Schlammteilen. Der Wasserkörper ist zeitweise geschichtet. Der Salzgehalt der bodennahen Wasserschicht liegt durchschnittlich bei 9 psu, die Schwankungsbreite ist gering.
>
> Die tiefen Becken der Ostsee sind makrophytenfrei. Charakteristische Arten sind die Ostsee-Riesenassel *Saduria entomon* und der Flohkrebs *Pontoporeia femorata*. Der Bestand beider Populationen variiert in Abhängigkeit von hydrographischen Bedingungen.“ (LUNG 2011)

Dieser Biotoptyp wird nach LUNG MV (2011) dem Code 02.02.08.01 („Feinsubstratbiotop der äußeren Meeresgebiete der Ostsee mit Schlicksubstrat (von Schluff und Ton dominiert)“) der Roten Liste der Biotoptypen Deutschlands (RIECKEN et al. 2006) zugeordnet. Der Biotoptyp Schlicksubstrat der Sedimentationszonen der äußeren Küstengewässer der Ostsee östlich der Darßer Schwelle entspricht keinem nach § 30 BNatSchG oder § 20 NatSchAG M-V geschützten Biotop (s. auch Kap. 5.7.1).

Die folgende Abb. 57 zeigt die ausgeprägten Schlickauflagerungen im Vorhabensgebiet während der Unterwasser-Videoaufnahmen vom Herbst 2010.

Abb. 57: Ausgeprägte Schlickauflagerungen im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“

FFH- Lebensraumtypen (LRT)

Die Zuordnung von marinen Biotopen zu den FFH-Lebensraumtypen (LRT) erfolgt nach LUNG MV (2011) und SSYMANK et al. (1998). Dem identifizierten Biotoptyp NOT wird nach LUNG MV (2011) kein FFH-LRT zugeordnet.

4.7.1.3 Bestandsbewertung Biotoptypen

Bewertungsmethodik marine Biotoptypen

Die Bewertung der vorkommenden Biotoptypen erfolgt an dieser Stelle in Auswertung des nationalen Schutzstatus.

Bewertung marine Biotoptypen

Das gesamte Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ nimmt der Biotoptyp Schlicksubstrat ein, welcher keinen nationalen Schutzstatus besitzt.

Das Vorhabensgebiet wird hinsichtlich des nachgewiesenen Biotoptyps als **hoch** bewertet.

4.7.2 Makrophytobenthos

4.7.2.1 Daten- und Informationsgrundlagen Makrophytobenthos

Die Daten und Informationsgrundlagen hinsichtlich Makrophytobenthos basieren auf den diesbezüglichen Untersuchungen mittels Video und als Beifang der Epi- und Infauna-Beprobungen. Aufgrund der Wassertiefe von durchgängig mehr als 20 m und fehlender geeigneter Substrate sind Makrophytenvorkommen nicht zu erwarten.

4.7.2.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Makrophytobenthos

Das Vorhabensgebiet befindet sich in Wassertiefen von ca. 41 bis 46 m und somit deutlich unterhalb der euphotischen Zone. Diese reicht aufgrund der begrenzten maximalen Lichteindringtiefe bis etwa 20 bis 25 m. Den Erwartungen entsprechend konnten keine autochthonen Makrophyten nach-

gewiesen werden. Lediglich Driftalgen, die jedoch nicht näher identifiziert werden konnten, wurden im Rahmen der Videoaufnahmen gesichtet (vgl. Aussagen im Fachgutachten Benthos – IFAÖ 2013d).

4.7.2.3 Bestandsbewertung Makrophytobenthos

Da im Vorhabensgebiet keine autochthonen Makrophyten nachgewiesen wurden, kann auch keine differenzierte Bestandsbewertung vorgenommen werden. Die Bedeutung des Vorhabensgebietes für Makrophyten wird als **gering** eingestuft (vgl. Aussagen im Fachgutachten Benthos – IFAÖ 2013d).

4.7.3 Makrozoobenthos

4.7.3.1 Daten- und Informationsgrundlagen Makrozoobenthos

Die Darstellung und Bewertung des Bestandes des Makrozoobenthos stützt sich hauptsächlich auf das Gutachten des IFAÖ (2013d). Darin werden die Ergebnisse von Probenahmen im Vorhabensgebiet und in einem westlich gelegenen Referenzgebiet dargestellt. Aufgrund der mehrmaligen Änderung des Parklayouts (s. Kap. 2.4.2) wurden der nördliche und südliche Teil des Vorhabensgebietes in verschiedenen Kampagnen untersucht (vgl. Kap. 3.2.7). Deren Ergebnisse sind im Fachgutachten ausführlich dargestellt, während sie nachfolgend verkürzt wiedergegeben werden.

Nachfolgend sind weitere verwendbare Literaturquellen aufgeführt:

IFAÖ (2005c):
BENTHOS – Bestandsaufnahme und Monitoring benthischer Lebensgemeinschaften des Sublitorals vor der Außenküste Mecklenburg-Vorpommerns. Teilvorhaben „Monitoring Makrozoobenthos“. Bericht über das Untersuchungsjahr 2004, Institut für Angewandte Ökologie GmbH, Broderstorf bei Rostock, Juni 2005.

IFAÖ (2006):
Beschreibung der benthischen Lebensräume und der benthischen Gesellschaften (Makrozoobenthos) im südlichen Arkonabecken im Rahmen der Voruntersuchungen zum Offshore-Windparkprojekt „Ventotec Ost 1“. pp. 32.

IFAÖ (2007b):
Autökologischer Atlas benthischer wirbelloser Tiere in der Deutschen Nord- und Ostsee. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). FKZ: EEN / ERG 0329997. Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, Dezember 2007.

IFAÖ & MARILIM (2002):
Sensitivitätskartierung, Kartierung des Makrobenthos. Beprobung des Benthos in ausgewählten Bereichen der deutschen Ostseeküste. Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf. November 2002.

4.7.3.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Makrozoobenthos

<u>Epifauna</u>

- Aktuelles Vorhabensgebiet

Im aktuellen Vorhabensgebiet wurden während der Epifaunauntersuchungen mit Hilfe der Baumkurre 13 Arten sowie zwei übergeordnete Taxa identifiziert. Davon gehörten zwei Arten, der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* sowie der Seestern *Asterias rubens* zu den echten Epifaunaarten. Die mittlere Gesamtbiomasse betrug 392,5 ± 221,3 g. Der Gemeine Seestern wurde mit einer mittleren Gesamt-

abundanz von unter 10 Ind./Hol an allen Stationen nachgewiesen. Der Cumaceenkrebs war an fünf Stationen mit einer mittleren Gesamtabundanz zwischen 10 und 100 Ind./Hol im Kurrefang enthalten. Die restlichen zehn Arten, jeweils fünf Mollusca und fünf Polychaeta gehörten der Infauna an. Mit Hilfe der Videoaufnahmen wurden im aktuellen Vorhabensgebiet im Frühjahr 2008 sowie im Herbst 2005 vereinzelt Seesterne sowie nicht näher identifizierbare Schwebegarnelen beobachtet (s. Tab. 41).

In der Vorhabensgebietserweiterung im Herbst 2010 wurden mit 31 Arten und 4 übergeordneten Taxa dreimal mehr Taxa gefunden als im Frühjahr 2008. Allerdings gehörten hiervon nur drei Arten zu den echten Epifaunaarten. Die Miesmuschel *Mytilus edulis* wurde in jeder Kurre gefunden. Die Garnele *Crangon crangon* wurde an zwei Stationen nachgewiesen. Der Nachweis des Cumaceenkrebes *Diastylis rathkei* gelang in fünf Kurrehols. Für diese drei Arten wurde allerding nur eine mittlere Abundanz von weniger als 10 Ind./Hol beobachtet. Vier weitere Arten wurden nur als Aufwuchs auf der Miesmuschel *Mytilus edulis* gefunden (*Gonothyraea loveni, Alcyonidium gelatinosum, Electra crustulenta, Balanus crenatus*). Die übrigen 24 Arten waren der Infauna zuzuordnen.

Ein Nachweis von *Asterias rubens* konnte im Herbst 2010 weder durch die Kurrebeprobung noch durch Videoaufnahmen erbracht werden.

- Referenzgebiet

Die Epifauna wurde im aktuellen Referenzgebiet im Frühjahr 2008 sowie im nachfolgenden Herbst 2008 an jeweils fünf Stationen mit der Baumkurre untersucht. Die mittlere Gesamtmasse des Gesamtfangs betrug im Frühjahr 659,0 ± 89,9 g und variierte zwischen 530 g (R_103) und 760 g(R_101). Insgesamt wurden 18 Arten sowie zwei übergeordnete Taxa in den Kurrefängen nachgewiesen, wobei allerdings nur vier Arten der echten Epifauna zugeordnet werden konnten (Tab. 41). Dazu zählten die Nordseegarnele *Crangon crangon*, der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei*, der Amphipode *Pontoporeia femorata* sowie der Gemeine Seestern *Asterias rubens*, von dem auch 103 Exemplare im gesamten Referenzgebiet mit der Videokamera gesichtet wurden. Nur *Diastylis rathkei* wurde mit einer Präsenz von 100% in allen Kurrehols nachgewiesen, die Abundanz lag zwischen 10 und 100 Ind./m². *Asterias rubens* wurde an vier Stationen aufgefunden, *Pontoporeia femorata* an drei Stationen, beide Arten jeweils mit einer Besiedlungsdichte von bis zu 10 Ind./m². Die anderen Epifaunaorganismen waren nur sporadisch in einem Kurrehol mit einer Abundanz von bis zu 10 Ind./m² vertreten. Alle anderen Arten, die in den Kurrefängen vertreten waren, gehörten zu den Infaunaorganismen. Die Islandmuschel *Arctica islandica*, der Schuppenwurm *Bylgides sarsi*, sowie der Opalwurm *Nephtys ciliata* wurden in allen Kurrehols mit einer Besiedlungsdichte von 10 bis 100 Ind./m² nachgewiesen. Von der Baltischen Plattmuschel *Macoma balthica* wurden als einzige Art weit mehr als 100 Ind./m² gefangen.

Im Herbst 2008 betrug die mittlere Gesamtbiomasse der Kurrefänge 2,3 ± 0,9 kg und variierte zwischen 0,9 kg (R_103) und 3,1 kg (R_101). Insgesamt wurden vier Arten weniger und keine übergeordneten Taxa sowie geringere Abundanzen als im Frühjahr nachgewiesen. An zwei Stationen gelang der Nachweis der Nordseegarnele *Crangon crangon*, an vier Stationen war der Cumaccenkrebs *Diastylis rathkei* vertreten (Tab. 41). Beide waren in den Herbstkurrehols die einzigen Epifaunaarten und wurden mit einer geringen Besiedlungsdichte von bis zu 10 Ind./m² nachgewiesen. Von der Miesmuschel *Mytilus edulis*, ebenfalls eine Epifaunaart, gelang an der Station R_101 ein Videonachweis von einer Anhäufung von ca. 10 Individuen. Ebenso wurde *Asterias rubens* sehr vereinzelt mit der Videokamera gesichtet, war aber in den Kurrefängen nicht vorhanden. Alle anderen gefangenen Tiere waren typische Infaunaarten, die durch das Einsinken der Kurre in den Schlick zwangsweise mit in den Kurrehols enthalten waren.

Tab. 41: Artenliste der Epifaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)

Taxon	Vorhabensgebiet					Referenzgebiet West			
	Herbst 2005	Frühjahr 2008		Herbst 2010		Frühjahr 2008		Herbst 2008	
	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz
Cnidaria									
Gonothyraea loveni	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Mollusca									
Arctica islandica	-	100,00	++	83	++	100	+	60	+
Cerastoderma glaucum	-	16,67	+	-	-	-	-	-	-
Corbula gibba	-	50,00	+	-	-	60	+	20	+
Hydrobia ulvae	-	-	-	50	+	-	-	-	-
Macoma balthica	-	100,00	+++	100	+++	100	+++	100	++
Modiolus modiolus	-	-	-	-	-	20	+	-	-
Mya sp.	-	-	-	-	-	-	-	20	+
Mya arenaria	-	33,33	+	100	+	20	+	-	-
Mytilus edulis	-	-	-	100	+	-	-	-	-
Polychaeta									
Ampharetidae	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	-	-	-	50	+	-	-	20	+
Ampharete baltica	-	-	-	83	+	40	+	40	+
Bylgides sarsi	-	83,33	++	100	++	100	++	-	-
Capitellidae	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Capitella capitata	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Dipolydora quadrilobata	-	-	-	83	+	40	+	20	+
Eteone longa	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Neanthes succinea	-	16,67	+	67	+	-	-	-	-
Nephtys sp.	-	-	-	-	-	-	-	20	+
Nephtys ciliata	-	83,33	+	100	+	100	+	80	+
Nephtys hombergii	-	33,33	+	67	+	100	+	40	+
Nereididae	-	33,33	+	-	-	-	-	-	-
Pectinaria koreni	-	-	-	-	-	-	-	20	-
Polydora ciliata	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Polydora cornuta	-	-	-	67	+	20	+	20	+
Scoloplos sp.	-	16,67	+	-	-	-	-	-	-
Scoloplos armiger	-	33,33	+	100	++	40	+	40	+
Terebellides stroemii	-	-	-	100	+	-	-	-	-
Trochochaeta multisetosa	-	-	-	100	+++	60	+	40	+
Bryozoa									
Alcyonidium gelatiunosum	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Electra crustulenta	-	-	-	100	+	-	-	-	-
Crustacea									
Balanus crenatus	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Crangon crangon	-	-	-	33	+	20	+	40	+
Diastylis sp.	-	-	-	-	-	-	-	20	+
Diastylis rathkei	-	83,33	++	83	+	100	+	80	+
Gammarus sp.	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Gammarus salinus	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Mysidacea	(+)	-	-	-	-	20	+	-	-
Mysidae	(+)	-	-	33	+	20	+	-	-
Mysis mixta	-	33,33	+	17	+	60	+	-	-
Neomysis integer	-	-	-	17	+	-	-	-	-
Pontoporeia femorata	-	-	-	-	-	20	+	-	-
Echinodermata									

Taxon	Vorhabensgebiet						Referenzgebiet West			
	Herbst 2005	Frühjahr 2008		Herbst 2010			Frühjahr 2008		Herbst 2008	
	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz		Präsenz [%]	Abundanz	Präsenz [%]	Abundanz
Asterias rubens	(+)	100,00	+	-	-		80	+	-	-

(+): Nachweis durch Videoaufnahmen; -: kein Nachweis; +: < 10 Ind./Hol; ++: < 100 Ind./Hol; +++: >> 100 Ind./Hol

Infauna

- Arteninventar und jahreszeitliche Variabilität der Infauna-Gemeinschaft des aktuellen Vorhabensgebietes

Im aktuellen Vorhabensgebiet befinden sich vier Stationen aus den Voruntersuchungen im marinen Eignungsgebiet vom Herbst 2005 (Abb. 29). Dort wurden insgesamt 17 Arten nachgewiesen, vier Mollusca, zehn Polychaeta sowie vier Crustacea (Abb. 58). Von acht Arten wurden in den Benthosgemeinschaften aller Stationen Vertreter aufgefunden. Von sieben Arten gelangen Einzelfunde an jeweils einer Station.

Im Herbst 2007 wurde die Benthosuntersuchung im damaligen Vorhabensgebiet für den OWP „ARCADIS Ost 1“ durchgeführt. Von den insgesamt 30 untersuchten Stationen befanden sich 18 im aktuellen Vorhabensgebiet (Abb. 25). Aufgrund der höheren Stationsanzahl und der größeren Fläche, die untersucht wurde, war die Artenvielfalt mit insgesamt 27 Arten und übergeordneten Taxa in dieser Kampagne entsprechend höher (Tab. 42). 23 Taxa wurden bis zur Art identifiziert, sechs Mollusca, 16 Polychaeta sowie ein Crustacea. Die Stetigkeit der Arten war insgesamt geringer als im Herbst 2005, nur vier Arten wurden an allen Stationen nachgewiesen *(Arctica islandica, Macoma balthica, Nephtys ciliata, Diastylis rathkei),* während von 13 Arten der Nachweis einzelner Vertreter an jeweils einer Station gelang.

In der nachfolgenden Kampagne im Frühjahr 2008 wurden 18 Arten und übergeordnete Taxa nachgewiesen, von denen 16 Arten identifiziert wurden. Davon zählten vier zu den Mollusca, neun zu den Polychaeta und zwei zu den Crustacea. Darüber hinaus wurden nicht näher bestimmbare Vertreter der Nemertina bestimmt. Nur die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* besiedelte die Benthosgemeinschaft an allen Stationen. Von vier Arten und übergeordneten Taxa gelangen jeweils nur Einzelfunde an jeweils einer Station.

In der Vorhabensgebietserweiterung wurden im Herbst 2010 12 Stationen beprobt. Es wurden 29 Taxa gefunden, von denen 26 bis zu Art bestimmt werden konnten. Davon gehörten jeweils vier Arten zu den Mollusca und Crustacea, 16 Arten waren Polychaeta und zwei Arten, die in Abb. 58 unter „Sonstige“ zusammengefasst sind, gehörten zu den Priapulida. Außerdem konnten nicht näher bestimmte Vertreter der Nemertina und Clitellata nachgewiesen werden. Sechs Arten der Benthosgemeinschaften konnten an allen Stationen nachgewiesen werden *(Hydrobia ulvae, Macoma balthica, Bylgides sarsi, Scoloplos armiger, Trochtochaeta multisetosa, Diastylis rathkei).* Hingegen konnten sieben Arten mit jeweils nur einem Vertreter an einer Station gefunden werden.

Abb. 58: Dominanzstruktur (Artenzahl) der Infaunagemeinschaft des aktuellen Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“ (Quelle: IFAÖ 2013d)

Tab. 42: Artenliste der Infauna-Gemeinschaft für das aktuelle Vorhabensgebiet „ACARDIS Ost 1“, Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Taxon	Herbst 2005			Herbst 2007			Frühjahr 2008			Herbst 2010		
	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	A-bundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]
Nemertina												
Nemertina, indet.	-	-	-	-	-	-	5,6	< 1	1	8	<1	10
Priapulida												
Halicryptus spinulosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	2	21
Priapulus caudatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	1	3
Mollusca												
Arctica islandica	100	19	354	100,0	41	172	94,4	36	197	42	4	20
Corbula gibba	-	-	-	61,1	3	2	22,2	2	1	-	-	-
Hydrobia ulvae	75	3	1	11,1	< 1	< 1	16,7	2	< 1	100	53	15
Macoma balthica	100	284	12450	100,0	129	6226	100,0	162	6496	100	226	5369
Mya arenaria	-	-	-	5,6	< 1	70	-	-	-	67	3	40
Mysella bidentata	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	-	-	-
Mytilidae gen. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	<1	<1
Mytilus edulis	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta												
Ampharete sp.	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	-	-	-
Ampharete acutifrons	-	-	-	16,7	< 1	< 1	-	-	-	17	1	<1
Ampharete baltica	100	67	7	33,3	1	< 1	11,1	2	< 1	75	13	3
Bylgides sarsi	100	19	17	83,3	5	4	94,4	60	28	100	16	41
Capitella capitata	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	42	3	1
Capitellidae gen. sp.	-	-	-	5,6	< 1	< 1	5,6	< 1	< 1	-	-	-
Dipolydora quadrilobata	25	2	< 1	5,6	< 1	< 1	16,7	2	< 1	92	11	3
Eteone barbata	-	-	-	61,1	4	3	-	-	-	8	<1	1
Eteone longa	-	-	-	5,6	< 1	< 1	5,6	< 1	< 1	-	-	-
Harmothoe impar	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	-	-	-
Heteromastus filiformis	50	2	1	5,6	< 1	< 1	16,7	2	1	50	2	1
Marenzelleria sp.	-	-	-	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-
Mediomastus fragilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	<1	<1
Neanthes succinea	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	17	1	4
Nephtys sp.	-	-	-	5,6	< 1	1	-	-	-	-	-	-
Nephtys ciliata	100	17	720	100,0	14	404	77,8	12	327	67	3	206

Taxon	Herbst 2005			Herbst 2007			Frühjahr 2008			Herbst 2010		
	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	Abun-danz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Prä-senz [%]	A-bundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]
Nephtys hombergii	100	14	60	66,7	4	34	33,3	3	23	25	1	10
Pectinaria koreni	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pholoe sp.	-	-	-	11,1	< 1	< 1	-	-	-	-	-	-
Pholoe assimilis	25	1	-	11,1	< 1	< 1	-	-	-	-	-	-
Polydora cornuta	-	-	-	5,6	< 1	< 1	-	-	-	25	1	<1
Pygospio elegans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	1	<1
Scoloplos armiger	100	28	12	83,3	6	2	94,4	53	18	100	396	281
Terebellides stroemii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	2	7
Trochochaeta multiseto-sa	75	4	11	5,6	4	17	33,3	3	19	100	38	83
Clitellata												
Tubificoides sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	<1	<1
Crustacea												
Calliopius laeviusculus	25	1	< 1	-	-	-	-	-	-		-	-
Crangon crangon	25	1	1	-	-	-	-	-	-		-	-
Diastylis rathkei	100	58	92	100,0	67	93	94,4	149	31	100	74	105
Gammarus oceanicus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	<1	2
Neomysis integer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	<1	<1
Idotea balthica	25	1	1	-	-	-	-	-	-		-	-
Pontoporeia femorata	-	-	-	-	-	-	11,1	1	-	25	2	10

AFTM: aschefreie Trockenmasse; -: kein Nachweis

Die mittlere Gesamtabundanz betrug im Herbst 2005 521 Ind./m². Sie wurde mit 284 Ind./m² zu 55% von einer einzigen eudominanten Art, von der Baltischen Plattmuschel *Macoma balthica* bestimmt. Mit 67 und 58 Ind./m² zählten der zu der Ordnung der Terebellida gehörende Polychaeta *Ampharete baltica* und der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* zu den dominanten Arten. Die Islandmuschel *Arctica islandica* (19 Ind./m²), der Schuppenwurm *Bylgides sarsi* (19 Ind./m²), der Opalwurm *Nephtys ciliata* (17 Ind./m²) sowie der Kiemenringelwurm *Scoloplos armiger* (28 Ind./m²) waren subdominant in den Benthosproben vertreten. Die restlichen 10 Arten wurden rezedent bis sporadisch nachgewiesen.

Zwei Jahre später in der Herbstkampagne 2007 wurde eine geringere Gesamtabundanz von 282 Ind./m² festgestellt. Genau wie in den Voruntersuchungen war die Baltische Plattmuschel mit 129 Ind./m² die einzige eudominante Art. Die Islandmuschel sowie der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* waren mit 41 und 67 Ind./m² dominant in der Benthosgemeinschaft vertreten. Der Opalwurm *Nephtys ciliata* war mit 14 Ind./m² die alleinige subdominante Art. Mit 19 Arten wurden doppelt so viele Taxa rezedent bis sporadisch nachgewiesen wie in den Voruntersuchungen zwei Jahre zuvor.

Im nachfolgenden Frühjahr 2008 wurde mit 489 Ind./m² in der Benthosgemeinschaft nahezu die doppelte mittlere Gesamtabundanz festgestellt. Genau wie in den vorangegangenen Untersuchungen wurde die Gemeinschaft von der Baltischen Plattmuschel (162 Ind./m²) stark dominiert. Darüber hinaus zählten der Schuppenwurm *Bylgides sarsi* (60 Ind./m²), der Kiemenringelwurm *Scoloplos armiger* (53 Ind./m²), der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* (149 Ind./m²) sowie die Islandmuschel (36 Ind./m²) zu den dominanten bzw. subdominanten Arten. Die restlichen 11 Arten waren rezedent bis sporadisch vertreten (Abb. 59).

Mit 856 Ind./m² war im Herbst 2010 in der Vorhabensgebietserweiterung die Gesamtabundanz fast doppelt so hoch wie im Frühjahr 2008 (Abb. 59). Verantwortlich hierfür war die enorme Zunahme des Polychaeten *Scoloplos armiger*, der mit 396 Ind./m² als einzige eudominante Art vertreten war. Mit 226 Ind./m² war die Baltische Plattmuschel die einzige dominante Art. Zu den subdominanten Arten gehörten *Hydrobia ulvae* (53 Ind./m²), *Trochochaeta multisetosa* (38 Ind./m²) und *Dyastilis rathkei* (74 Ind./m²). Im Herbst 2010 waren 21 Arten rezedent bis sporadisch vertreten.

Gesamtabundanz im Herbst 2005: 521 Ind./m²	Gesamtabundanz im Herbst 2007: 282 Ind./m²	Gesamtabundanz im Frühjahr 2008: 489 Ind./m²	Gesamtabundanz im Herbst 2010: 856 Ind./m²

Abb. 59: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ hinsichtlich der Abundanz, Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Die mittlere aschefreie Trockenmasse (AFTM) war in den Voruntersuchungen im Herbst 2005 mit 13.729 mg/m² fast doppelt so hoch wie in den beiden nachfolgenden Kampagnen (Herbst 2007: 7.029,4 mg/m², Frühjahr 2008: 7.143,1 mg/m²). In allen Untersuchungen wurde die Gesamtbiomasse zu 89 bis 91% von der Baltischen Plattmuschel *Macoma balthica* bestimmt (Abb. 60).

In der Vorhabensgebietserweiterung im Herbst 2010 war die Gesamtbiomasse mit 6.275,8 mg/m² die niedrigste im gesamten Untersuchungszeitraum. Allerdings dominierte auch hier *Macoma balthica* die Gesamtbiomasse zu 86%.

AFTM im Herbst 2005:	AFTM im Herbst 2007:	AFTM im Frühjahr 2008:	AFTM im Herbst 2010:
13.729 mg/m²	7.029,4 mg/m²	7.143,1 mg/m²	6.275,8 mg/m²

Abb. 60: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ hinsichtlich der aschefreien Trockenmasse (AFTM), Herbst 2005, 2007 und 2010 und Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Zwischen der Benthosgemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet vom Herbst 2005, 2007 und 2010 und vom Frühjahr 2008 wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Diversität der Arten (Shannon-Wiener-Index H`) festgestellt (P = > 0,05[10]). Im Herbst 2005 wurde ein mittlerer Diversitätsindex von 2,24 ± 0,22, im Herbst 2007 von 2,11 ± 0,27, im Frühjahr 2008 von 2,53 ± 0,37 und im Herbst 2010 von 2,21 ± 0,17 bestimmt (Abb. 61). Die Gleichverteilung der Dominanz der Arten, die Eveness, war allerdings nur zwischen Herbst 2005 und Herbst 2007 und zwischen Herbst 2005 und Herbst 2010 nicht signifikant unterschiedlich (P = > 0,05[1]). Zwischen den übrigen Kampagnen im aktuellen Vorhabensgebiet war die Gleichverteilung allerdings signifikant unterschiedlich (P = < 0,001[1]; für Herbst 2005 und Frühjahr 2008: P = 0,003[1], für Herbst 2007 und Herbst 2010: P =0,034[1]). Im Herbst 2005 betrug die Gleichverteilung 0,63 ± 0,06. Im Herbst 2007 wurde eine Eveness von 0,65 ± 0,07 und im Frühjahr 2008 von 0,77 ± 0,08 bestimmt. Mit 0,60 ± 0,06 war die Evenness im Herbst 2010 am geringsten (Abb. 62).

[10] t-Test, nach jeweils zuvor bestandenem Test auf Normalverteilung und Gleichheit der Varianzen; durchgeführt mit SigmaStat 3.0.

Abb. 61: ***Boxplots des Diversitäts-Index H' der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005, 2007 und 2010 sowie Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Abb. 62: ***Boxplots der Eveness J` der Infaunagemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005, 2007 und 2010 sowie Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)***

- Arteninventar und jahreszeitliche Variabilität der Infauna-Gemeinschaft des aktuellen Referenzgebietes

In der Benthosgemeinschaft des aktuellen Referenzgebiets wurden im Frühjahr 2008 insgesamt 21 Arten und übergeordnete Taxa nachgewiesen. Nach eingehender Bestimmung wurde jeweils ein Nemertina und ein Priapulida, 5 Mollusca, 11 Polychaeta und ein Crustacea (Abb. 63, Tab. 43) identifiziert. Von diesen wurden 8 Arten mit einer Stetigkeit von ≥50% bestimmt, wobei die Island-

muschel *Arctica islandica* sowie die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* an allen Stationen angetroffen wurden. 7 Arten sind an jeweils einer der untersuchten Stationen vorgekommen. Im Herbst 2008 wurden 18 Arten sowie drei übergeordnete Taxa bestimmt. Davon zählten fünf Arten zu den Mollusca und zehn zu den Polychaeta. Darüber hinaus wurden zwei Vertreter der Crustacea sowie jeweils eine Art der Nemertina, Priapulida und Clitellata nachgewiesen. Die Islandmuschel und die Baltische Plattmuschel wurden an allen Stationen aufgefunden, während acht Arten jeweils nur an einer Station vorkamen.

Abb. 63: Dominanzstruktur (Artenzahl) der Infaunagemeinschaft des aktuellen Referenzgebiets (Quelle: IFAÖ 2013d)

Tab. 43: Artenliste der Infauna-Gemeinschaft für das aktuelle Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Taxon	Frühjahr 2008			Herbst 2008		
	Präsenz [%]	Abundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Präsenz [%]	Abundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]
Cnidaria						
Anthomedusae gen. sp.	8	0	< 1	-	-	-
Nemertina						
Tubulanus polymorphus	-	-	-	8	2	10
Priapulida						
Priapulus caudatus	-	-	-	8	1	4
Mollusca						
Arctica islandica	83	41	985	100	53	95
Corbula gibba	17	2	1	8	1	2
Hydrobia ulvae	25	6	1	67	38	8
Macoma balthica	100	149	5092	100	99	3125
Mya arenaria	8	1	< 1	8	1	489
Parvicardium ovale	8	1	1	-	-	-
Polychaeta						
Ampharete sp.	-	-	-	8	1	< 1
Ampharete baltica	25	5	< 1	58	23	4
Bylgides sarsi	100	84	39	8	1	2
Capitellidae gen. sp.	8	1	< 1	-	-	-
Dipolydora quadrilobata	-	-	-	8	1	< 1
Eteone barbata	-	-	-	8	1	5
Heteromastus filiformis	25	6	3	17	3	1

Taxon	Frühjahr 2008			Herbst 2008		
	Präsenz [%]	Abundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]	Präsenz [%]	Abundanz [Ind./m²]	AFTM [mg/m²]
Nephtys sp. (juv.)	-	-	-	8	1	1
Nephtys ciliata	75	19	295	83	17	504
Nephtys hombergii	58	10	90	17	2	17
Polydora sp.	-	-	-	8	1	< 1
Polydora ciliata	17	2	< 1	-	-	-
Polydora cornuta	8	1	< 1	8	1	< 1
Scoloplos armiger	92	121	53	67	58	29
Trochochaeta multisetosa	25	3	94	17	2	64
Clitellata						
Tubificoides heterochaetus	25	5	< 1	-	-	-
Crustacea						
Diastylis rathkei	100	246	51	67	16	23
Pontoporeia femorata	8	1	< 1	-	-	-

AFTM: aschefreie Trockenmasse; “-“: kein Nachweis

In der Infauna-Gemeinschaft des aktuellen Referenzgebiets wurde im Frühjahr 2008 eine eudominante Art, nämlich der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei*, nachgewiesen, dessen Abundanz von 246 Ind./m² ein Drittel der Gesamtabundanz von 702 Ind./m² betrug. Die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* sowie der Polychaet *Bylgides sarsi* gehörten mit 149 bzw. 84 Ind./m² zu den dominanten Arten, der Polychaet *Scoloplos armiger* mit 121 Ind./m² und die Islandmuschel *Arctica islandica* mit 41 Ind./m² zu den subdominanten Arten. Mit einer Abundanz von 19 und 10 Ind./m² waren die Polychaeta *Nephtys ciliata* und *Nephtys hombergii* subrezedent in der Benthosgemeinschaft vertreten. Die restlichen Arten traten mit einer Dominanz von weniger als 1% subrezedent bzw. sporadisch auf. In der nachfolgenden Herbstkampagne 2008 betrug die Gesamtabundanz mit 323 Ind./m² weniger als die Hälfte im Vergleich zum Frühjahr. Die Gleichverteilung der Dominanz der Arten war in dieser Kampagne höher. So wurden vier dominante (*Arctica islandica*: 53 Ind./m², *Hydrobia ulvae*: 38 Ind./m², *Macoma balthica*: 99 Ind./m², *Scoloplos armiger*: 58 Ind./m²), drei subdominante (*Ampharete baltica*: 23 Ind./m², *Nephtys ciliata*: 17 Ind./m², *Diastylis rathkei*: 16 Ind./m²) und eine rezedente Art (*Heteromastus filiformis*: 3 Ind./m²) bestimmt. Nahezu die Hälfte aller Arten war in der Infauna-Gemeinschaft nur subrezedent bzw. sporadisch mit einer Dominanz von bis zu 1% vertreten (Abb. 64).

Abb. 64: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet hinsichtlich der Abundanz, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Die aschefreie Trockenmasse (AFTM) von insgesamt 6.708,5 mg/m² wurde im Frühjahr 2008 mit 5.092,5 mg/m² von *Macoma balthica* verursacht. Darüber hinaus trug *Arctica islandica* mit 985,4 g/m² wesentlich zur Gesamtbiomasse bei. Im nachfolgenden Herbst war die mittlere aschefreie Trockenmasse mit 4.382,5 mg/m² um ein Drittel geringer als im Frühjahr. Genau wie im Frühjahr wurde die Gesamtbiomasse mit 3125,4 mg/m² zum größten Teil von den Individuen der Baltischen Plattmuschel *Macoma balthica* bestimmt. Ebenso besaßen ein 40 mm großes Einzelexemplar von *Mya arenaria* mit einer AFTM von 488,9 mg/m² sowie die Individuen des Polychaeta *Nephtys ciliata* mit einer AFTM von 503,7 mg/m² einen relativ großen Anteil an der Gesamtbiomasse (Abb. 65).

Die Artenanzahl pro Station variierte im aktuellen Referenzgebiet im Frühjahr 2008 zwischen 4 und 10 Arten (8,2 ± 1,7) und im Herbst 2008 zwischen 4 und 9 Arten (6,8 ± 1,5). Ebenso wie im aktuellen Vorhabensgebiet wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Diversität H` nach Shannon-Wiener zwischen der Infauna-Gemeinschaft der Frühjahrskampagne (H`= 2,18 ± 0,31) und der Infauna-Gemeinschaft der folgenden Herbstkampagne 2008 (H`= 2,27 ± 0,37) (t-Test, P = > 0,05[11]) festgestellt (s. Abb. 66).

[11] Nach jeweils zuvor bestandenem Test auf Normalverteilung und Gleichheit der Varianzen; durchgeführt mit SigmaStat 3.0.

Hinsichtlich der Evenness, d. h. der Gleichverteilung der dominanten Arten wurden genau wie im aktuellen Vorhabensgebiet signifikante Unterschiede ermittelt (P = 0,004[12]). In beiden Kampagnen wurde festgestellt, dass die erfassten Tiere in den Benthosgemeinschaften annähernd gleichmäßig auf die einzelnen Arten verteilt waren (Abb. 67).

AFTM im Frühjahr 2008: 6.708,5 mg/m²	AFTM im Herbst 2008: 4.382,5 mg/m²

Abb. 65: Dominanzstruktur der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet hinsichtlich der aschefreien Trockenmasse (AFTM), Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

[12] Mann-Whitney Rank Sum Test, da keine Gleichheit der Varianzen als Voraussetzung für den t-Test vorlag; durchgeführt mit SigmaStat 3.0.

Abb. 66: ***Boxplots des Diversitäts-Index H’ der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Abb. 67: ***Boxplots der Eveness J`der Infaunagemeinschaft im aktuellen Referenzgebiet Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)***

- Vergleich der Infauna-Gemeinschaft zwischen aktuellem Vorhabensgebiet und aktuellem Referenzgebiet

In der nmMDS-Darstellung sowie in der Clusteranalyse wurden jahreszeitliche Unterschiede in der Struktur der Infauna-Gemeinschaft in beiden Gebieten deutlich. Dies betraf vor allem die benthische Zönose im aktuellen Referenzgebiet, erkennbar an den deutlich voneinander getrennt dargestellten Punktwolken, die die einzelnen Kampagnen repräsentieren. Gleiches wurde in der Infauna-Gemeinschaft des aktuellen Vorhabensgebietes beobachtet, wenn auch die Kampagnen nicht ganz so eindeutig voneinander getrennt waren. In der Frühjahrskampagne 2008 wurden keine

signifikanten Unterschiede in der nmMDS-Abbildung zwischen den Infauna-Gemeinschaften beider Gebiete festgestellt, beide Datensätze überlagern sich. Die Struktur der Benthosgemeinschaften der drei Herbstkampagnen war dagegen zwischen dem aktuellen Vorhabensgebiet und dem aktuellen Referenzgebiet signifikant unterschiedlich, was jahreszeitlich bedingt war (vgl. Abb. 68).

Die Infaunagemeinschaften der Vorhabensgebietserweiterung im Herbst 2010 unterschieden sich signifikant von allen Kampagnen in beiden Untersuchungsräumen. Am ähnlichsten waren sich die Gemeinschaften im Herbst 2010 im aktuellen Vorhabensgebiet und im Herbst 2008 im aktuellen Referenzgebiet. Die Unterschiede liegen darin begründet, dass zwischen der Herbstkampagne 2010 und der letzten Beprobung im aktuellen Vorhabens- bzw. Referenzgebiet (Frühjahr 2008 bzw. Herbst 2008) mehr als zwei Jahre vergangen sind (Abb. 68).

Abb. 68: ***NmMDS–Darstellung der Infaunagemeinschaften im aktuellen Vorhabensgebiet (akt V) „ARCADIS Ost 1“ und im aktuellen Referenzgebiet (R) (Fj: Frühjahr, He: Herbst) (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Die Diversität der Infaunaarten zwischen beiden Gebieten unterschied sich zu allen Zeitpunkten nicht signifikant voneinander (Abb. 69).

Die Gleichverteilung der dominanten Arten (Evenness J`) innerhalb der Infauna-Gemeinschaften vom aktuellen Vorhabens- und vom aktuellen Referenzgebiet war zwischen den Gebieten und den jeweiligen Herbstkampagnen signifikant unterschiedlich. In der Frühjahrskampagne 2008 war die Evenness zwischen beiden Gebieten nicht signifikant unterschiedlich (Abb. 69).

Aktuelles Vorhabensgebiet	Aktuelles Referenzgebiet

Abb. 69: ***Boxplots des Diversitäts-Index H’ (oben) und der Eveness J` (unten) der Infaunagemeinschaften im aktuellen Vorhabens- und im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)***

Vorbelastungen Makrozoobenthos

Vorbelastungen, die auf die Benthosgemeinschaft einwirken, resultieren zum einen aus Belastungen des Wasserkörpers und zum anderen aus Belastungen des Sediments.

Eine kontinuierliche Veränderung des Wasserkörpers erfolgte in den letzten Jahrzehnten durch die erhöhte Zufuhr von Nährstoffen mit den Fließgewässern in die Ostsee. Die zunehmende Eutrophierung des Systems bis in die 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts führte zu häufigeren und lang anhaltenden Sauerstoffmangelsituationen in den Tiefenbecken der eigentlichen Ostsee, aber auch in verschiedenen Teilen der westlichen Ostsee (PRENA et al. 1997). Im letzten Jahrzehnt stagnierte die Nährstofffracht der Ostsee auf hohem Niveau. Sauerstoffmangelsituationen treten aperiodisch immer wieder auf. Erhöhte Nährstoffeinträge bewirken eine erhöhte planktische Primärproduktion und somit eine erhöhte Nahrungszufuhr für benthische Tiere. Die benthische Biomasse nimmt zu und das Artenspektrum verschiebt sich.

Der Meeresboden im Untersuchungsgebiet ist keinen systematischen und direkten Belastungen ausgesetzt. Weder wird das Gebiet bergbaulich noch als Verklappungsstelle genutzt.

Eine zusätzliche Belastung des Untergrundes im aktuellen Vorhabensgebiet ist die Schleppnetzfischerei. Die sehr verbreitet vorgefundenen Spuren von Grundschleppnetzen auf den Side-Scan-Sonar-Aufnahmen vom Dezember 2008 und Oktober 2010 (VBW & NAUTIK NORD 2009, VBW 2011) deuten auf eine intensive fischereiliche Nutzung hin. Die Beeinflussung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft durch Schleppnetzfischerei ist schwerlich nachzuweisen. Große langlebige Arten sind jedoch häufig sehr empfindlich gegenüber Störungen und sind nicht zur schnellen Wiederbesiedlung befähigt. Im Brackwasser der Ostsee kommen jedoch nur wenige langlebige Arten vor. Da im Vorhabensgebiet grundsätzlich kleine und kurzlebige Arten dominieren ist keine hohe Belastung festzustellen (IFAÖ 2013d).

Die Vorbelastungen werden aufgrund der Fischerei und der Eutrophierung als mittel eingestuft.

4.7.3.3 Bestandsbewertung Makrozoobenthos

Die Bewertung des Makrozoobenthos erfolgt getrennt nach den übergeordneten Kriterien von Seltenheit und Gefährdung, regionale und überregionale Bedeutung, Vielfalt und Eigenart sowie Natürlichkeit.

Bewertungsmethodik Makrozoobenthos

Tab. 44: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit / Gefährdung, Vielfalt / Eigenart und Natürlichkeit des Makrozoobenthos

Seltenheit und Gefährdung	Vielfalt und Eigenart	Natürlichkeit	regionale / überregionale Bedeutung	Wertstufe
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „P“(potentiell gefährdet) und „nicht gefährdet“	vorwiegend lebensraumfremde Artenvergesellschaftungen vorkommend	starke Störungen vorhanden, die in größerem Umfang und über längere Zeiträume wirken	häufiges Vorkommen der Makrozoobenthosgesellschaft in der südlichen Ostsee	gering
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „2“ (stark gefährdet) und „3“ (gefährdet)	habitattypische Artenvergesellschaftungen in niedrigen Dichten oder Häufigkeiten vertreten	deutliche Störungen, die zeitlich begrenzt sind oder eine geringe Intensität aufweisen	regional seltenes Vorkommen der Makrozoobenthosgesellschaft in der südlichen Ostsee	mittel
regelmäßiges Vorkommen von Arten der Rote-Liste-	stetiges Auftreten von habitattypische	keine oder nur geringe Störungen	seltenes bis sehr seltenes Vorkommen der	hoch

Seltenheit und Gefährdung	Vielfalt und Eigenart	Natürlichkeit	regionale / überregionale Bedeutung	Wertstufe
Kategorien „0“ (ausgestorben / verschollen) und „1“ (vom Aussterben bedroht)	Artenvergesellschaftungen	vorhanden	Makrozoobenthosgesellschaft in der südlichen Ostsee	

Bewertung Makrozoobenthos

- Rote-Liste-Arten im aktuellen Vorhabensgebiet

Laut der für den Ostseeraum vor Mecklenburg-Vorpommern geltenden Roten Liste wurden im aktuellen Vorhabensgebiet für den OWP „ARCADIS Ost 1“ insgesamt neun Rote-Liste-Arten nachgewiesen. Davon gehört je eine Art in die Kategorie „1“ (vom Aussterben bedroht) und „2“ (stark gefährdet) an. Vier der Arten werden in der Kategorie „3“ (gefährdet) und zwei Arten in der Kategorie „P“ (potenziell gefährdet) geführt (Tab. 45).

Tab. 45: Gefährdete Arten im aktuellen Vorhabensgebiet mit Angabe der Präsenz P [%] und der mittleren Gesamtabundanz A [Ind./m²] (Quelle: IFAÖ 2013d)

	Kategorie Rote Liste		Herbst 2005		Herbst 2007		Frühjahr 2008		Herbst 2010	
	Ostsee gesamt	Ostsee M-V	P	A	P	A	P	A	P	A
Mollusca										
Arctica islandica	3	2	100	19	100	41	94	36	42	4
Mysella bidentata	3	3	-	-	6	< 1	-	-	-	-
Polychaeta										
Harmothoe impar	3	3	-	-	6	< 1	-	-	-	-
Pectinaria koreni	3	3	25	1	-	-	-	-	-	-
Terebellides stroemii	-	P	-	-	-	-	-	-	33	2
Trochochaeta multisetosa	-	P	75	4	56	4	33	3	100	38
Crustacea										
Calliopius laeviusculus	3	3	25	1	-	-	-	-	-	-
Diastylis rathkei	-	P	100	58	100	67	94	149	100	74
Pontoporeia femorata	2	1	-	-	-	-	11	1	25	2

Rote Liste nach GOSSELCK et al. (1996); -: kein Nachweis

Kategorie 1 – vom Aussterben bedroht

Pontoporeia femorata (KRØYER, 1842)

Der Flohkrebs *Pontoporeia femorata* wurde im aktuellen Vorhabensgebiet im Frühjahr 2008 an den Stationen P109 und P125 aufgefunden (Tab. 45). Die mittlere Gesamtabundanz betrug 1 Ind./m². An beiden Stationen wurden jeweils 9 Ind./m² nachgewiesen. Im Herbst 2010 konnte die Art an drei Stationen (P136, P138, P139) in der Vorhabensgebietserweiterung nachgewiesen werden. Die mittlere Gesamtabundanz betrug 2 Ind./m²; an Station P139 wurden mit 13 Ind./m² die meisten und an Station P138 mit 3 Ind./m² die wenigsten Individuen gefunden. Da es sich bei dieser Art um eine im Arkonabecken regelmäßig und teilweise in hohen Abundanzen vorkommende Art handelt (Charakterart für diesen Lebensraum), wird der Rote-Liste-Status der Kategorie „1“ nicht überbewertet und führt somit nicht zu einer Einstufung des Benthosbestandes in die Kategorie „hoch“. Laut RACHOR et al. (in Vorb.) befindet sich diese Art zurzeit auf der Vorwarnliste und wird in der neuen, Roten Liste einer geringeren Gefährdungskategorie zugeordnet.

Kategorie 2 – stark gefährdet

Arctica islandica (SCHUMACHER, 1817)

Die Islandmuschel wurde im aktuellen Vorhabensgebiet im Rahmen der Voruntersuchungen im Herbst 2005 sowie im Herbst 2007 mit einer Präsenz von 100% nachgewiesen (Tab. 45). Im Frühjahr 2008 betrug die Präsenz 94%. In den Infaunagemeinschaften war die Art immer sehr dominant. Im Herbst 2005 betrug die mittlere Abundanz 19, 3 ± 14,1 Ind./m², im Herbst 2007 40,9 ± 23,3 Ind./m² und im Frühjahr 2008 36,3 ± 27,5 Ind./m² (Abb. 70). Auch in den Kurrehols war die Islandmuschel immer in höherer Abundanz präsent. In der Vorhabensgebietserweiterung wurde *Arctica islandica* im Herbst 2010 nur an fünf Stationen gefunden. Die mittlere Gesamtabundanz betrug 4,4 ± 6,6 Ind./m².

Abb. 70: Verbreitung der Islandmuschel Arctica islandica im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Kategorie 3 – gefährdet

Mysella bidentata (MONTAGU, 1803)

Von der Kleinen Linsenmuschel *Mysella bidentata* gelang im aktuellen Vorhabensgebiet nur ein Nachweis an der Station P119 mit einer Abundanz von 3 Ind./m² im Herbst 2007 (Tab. 45).

Harmothoe impar (JOHNSTON, 1839)

Im Rahmen der Untersuchungen für den OWP „ARCADIS Ost 1“ wurde diese Art nur an einer einzigen Station im aktuellen Vorhabensgebiet (P109) in der Herbstkampagne 2007 aufgefunden (Tab. 45). Die Abundanz betrug 3 Ind./m².

Pectinaria koreni (MALMGREN, 1866)

Diese Art wurde nur im Rahmen der Voruntersuchungen im Herbst 2005 an der Station VE06 nachgewiesen (Tab. 45). Die mittlere Gesamtabundanz betrug 1 Ind./m².

Calliopius laeviusculus (KRØYER, 1838)

Von dem Glatten Tangflohkrebs *Calliopius laeviusculus* gelang ausschließlich im Zuge der Voruntersuchungen im Herbst 2005 an der Station VE05 ein Einzelnachweis. Die mittlere Gesamtabundanz betrug 1 Ind./m² (Tab. 45).

Kategorie P – Potentiell gefährdet

*Terebellides stroemii (*SARS, 1835)

Diese Art wurde nur in der Vorhabensgebietserweiterung im Herbst 2010 an vier Stationen gefunden; mit Abundanzen von 3 Ind./m² bis 13 Ind./m². Die mittlere Gesamtabundanz betrug 2 Ind./m² (Tab. 45).

Trochochaeta multisetosa (OERSTED, 1843)

Der Polychaet wurde in den Voruntersuchungen im Herbst 2005 im aktuellen Vorhabensgebiet mit einer Präsenz von 75% und einer mittleren Gesamtabundanz von 4 Ind./m² nachgewiesen. Im Herbst 2007 betrug die Präsenz 56% und die mittlere Gesamtabundanz 4 Ind./m². (Tab. 45). Im Frühjahr 2008 wurde *Trochochaeta multisetosa* an sechs Stationen mit einer mittleren Besiedlungsdichte von 3 Ind./m² vorgefunden (Abb. 71). Im Herbst 2010 konnte der Polychaet an allen Stationen in der Vorhabensgebietserweiterung nachgewiesen werden. Die mittlere Gesamtabundanz betrug 38 Ind./m².

Abb. 71: Verbreitung von Trochochaeta multisetosa im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Diastylis rathkei (KRØYER, 1841)

Der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* wurde im aktuellen Vorhabensgebiet sowohl im Herbst 2005 als auch im Herbst 2007 mit einer Präsenz von 100% und einer mittleren Gesamtabundanz von 57,8 ± 29,7 bzw. 66,9 ± 40,9 Ind./m² nachgewiesen (Tab. 45). Im Frühjahr 2008 betrug die Präsenz 94%, während die mittlere Besiedlungsdichte von 148,8 ± 84,0 Ind./m² im Vergleich zu den Herbst-

kampagnen mehr als doppelt so hoch war (Abb. 72). In der Vorhabensgebietserweiterung konnte im Herbst 2010 *Diastylus rathkei* wieder an allen Stationen nachgewiesen werden. Die mittlere Gesamtabundanz (74,4 ± 27,3 Ind./m²) war den Herbstwerten der vorherigen Kampagnen ähnlicher als dem Frühjahrswert.

Abb. 72: Verbreitung von Diastylis rathkei im aktuellen Vorhabensgebiet, Herbst 2005 bis Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013d)

- Rote-Liste-Arten im aktuellen Referenzgebiet

Insgesamt wurden im aktuellen Referenzgebiet im Rahmen der Benthosuntersuchungen im Frühjahr und Herbst 2008 vier in der Ostsee besonders gefährdete Arten nachgewiesen, vier im Frühjahr und drei im Herbst. Sowohl der Polychaeta *Trochochaeta multisetosa* als auch der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* sind im Ostseeraum vor Mecklenburg-Vorpommern als potenziell gefährdet einzustufen. Während die Islandmuschel *Arctica islandica* in der gesamten Ostsee zu den gefährdeten Arten gehört, ist sie im Ostseegebiet vor M-V als „stark gefährdet“ einzuordnen. Der Flohkrebs *Pontoporeia femorata* gehört in der gesamten Ostsee ebenfalls zu den „stark gefährdeten“ Arten, während er im Bereich M-V bereits zu den vom Aussterben bedrohten Arten zählt (Tab. 46).

Tab. 46: Gefährdete Arten im aktuellen Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013d)

	Kategorie Rote Liste		Aktuelles Referenzgebiet	
	Ostsee gesamt	Ostsee M-V	Fj 2008	He 2008
Mollusca				
Arctica islandica	3	2	83	100
Polychaeta				
Trochochaeta multisetosa	-	P	25	17
Crustacea				
Diastylis rathkei	-	P	100	67

	Kategorie Rote Liste		Aktuelles Referenzgebiet	
	Ostsee gesamt	Ostsee M-V	Fj 2008	He 2008
Pontoporeia femorata	2	1	8	-

Rote Liste nach GOSSELCK et al. (1996) ; -: kein Nachweis

Kategorie 1 – vom Aussterben bedroht

Pontoporeia femorata

Der Flohkrebs *Pontoporeia femorata* wurde an einer Station (R105) im aktuellen Referenzgebiet und dort ausschließlich in der Frühjahrsbeprobung 2008 nachgewiesen (Tab. 46). Die Besiedlungsdichte betrug 9 Ind./m².

Kategorie 2 – stark gefährdet

Arctica islandica

Arctica islandica wurde im Frühjahr 2008 mit einer Präsenz von 83% und im Herbst 2008 mit einer Präsenz von 100% im aktuellen Referenzgebiet nachgewiesen (Tab. 46). In den Frühjahrsproben wurde eine Besiedlungsdichte von 19 bis 149 Ind./m² festgestellt. In den Herbstproben wurden im allgemeinen Abundanzen zwischen 10 und 60 Ind./m² ermittelt mit Ausnahme der Station R111, an der 190 Ind./m² vorkamen (Abb. 73).

Abb. 73: Verbreitung der Islandmuschel Arctica islandica im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Kategorie P – Potenziell gefährdet

Trochochaeta multisetosa

Der Polychaeta *Trochochaeta multisetosa* wurde im Frühjahr 2008 mit einer Präsenz von 25% (Tab. 46) und einer mittleren Abundanz von 12,3 ± 5,8 Ind./m² nachgewiesen. Im Herbst 2008 wurde die Art an zwei Stationen mit einer Abundanz von 10 bzw. 20 Ind./m² nachgewiesen (Abb. 74).

Abb. 74: Verbreitung von Trochochaeta multisetosa im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Diastylis rathkei

Der Cumaceenkrebs *Diastylis rathkei* wurde im Frühjahr 2008 stetig an allen Stationen nachgewiesen, im Herbst betrug die Präsenz 67% (Tab. 46). Die Abundanz schwankte im Frühjahr zwischen 37 Ind./m² an der R101 und 588 Ind./m² an der R106. Im Herbst war die Besiedlungsdichte mit 10 bis maximal 50 Ind./m² wesentlich geringer (Abb. 75).

Abb. 75: Verbreitung von Diastylis rathkei im aktuellen Referenzgebiet, Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013d)

Zwei Rote-Liste-Arten, davon eine der Gefährdungskategorie „2“ (stark gefährdet) und eine der Gefährdungskategorie „P“ (potenziell gefährdet) wurden regelmäßig im aktuellen Vorhabensgebiet nachgewiesen. Darüber hinaus wurde an fünf Stationen eine vom Aussterben bedrohte Art aufgefunden. Die Bedeutung des Makrozoobenthos-Bestands ist bezüglich des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung folglich als **mittel** einzustufen.

In den tieferen Becken der Ostsee ist Schlick als Untergrund weit verbreitet. Viele typische Infauna-Arten dieses Biotops weisen in der Ostsee eine weite Verbreitung auf. Die regionale Bedeutung der Benthosgemeinschaft des Untersuchungsgebiets ist daher **gering**.

Viele Ostseearten besitzen eine geringe Habitatsspezifität und gelten als typisch für die gesamte Ostsee östlich der Darßer Schwelle. Daher ist es oft schwierig zwischen typischen und untypischen Arten zu unterscheiden. Als Beispiel für Arten mit weiter ökologischer Potenz sei die Baltische Plattmuschel *Macoma balthica* genannt, die im gesamten Untersuchungsgebiet in hoher Abundanz verbreitet ist. Insgesamt ist die Artenzahl der Ostsee im Vergleich zu echten marinen Bereichen sehr gering. Im aktuellen Vorhabensgebiet wurden 35 Taxa der typischen Weichbodenfauna nachgewiesen. Habitatfremde Arten spielten in der Dominanzstruktur keine Rolle. Die Vielfalt und Eigenart der Makrozoobenthos-Gemeinschaft im aktuellen Vorhabensgebiet wird entsprechend als **mittel** eingestuft.

Die benthische Lebensgemeinschaft im Arkonabecken wird beeinflusst durch den Nährstoffeintrag in die Ostsee und die daraus folgenden Sauerstoffmangelsituationen unterhalb der Halokline. Eine weitere Störung zumindest der großen und langlebigen Arten stellt die Schleppnetzfischerei dar, die im Vorhabensgebiet verbreitet betrieben wird. Eine hohe Belastung der Zönose konnte im Rahmen der Benthosbeprobungen im aktuellen Vorhabensgebiet nicht nachgewiesen werden. Die Natürlichkeit der Faunengemeinschaft ist insgesamt als **hoch** zu bewerten.

Da beim Makrozoobenthos keine Besonderheiten zu berücksichtigen sind, gehen alle Bewertungen der 4 Kriterienwertstufen gleichrangig in die Ermittlung der Gesamtbestandsbewertung ein. Hieraus wird die Bewertungsstufe **mittel** aggregiert (vgl. Tab. 47).

Tab. 47: Zusammenfassende Bewertung für das Makrozoobenthos

	Seltenheit / Gefährdung	Vielfalt / Eigenart	Natürlichkeit	Regionale und überregionale Bedeutung	Gesamt-Wertstufe
Gesamtbewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	mittel	mittel	hoch	gering	mittel

4.7.4 Fische und Rundmäuler

4.7.4.1 Daten- und Informationsgrundlagen Fische und Rundmäuler

Die Analyse und Bewertung des Bestandes der Fische und Rundmäuler im Vorhabensgebiet stützt sich hauptsächlich auf das Fachgutachten Fische (IFAÖ 2013e). Ein Überblick über die Untersuchungsmethodik wird in Kap. 3.2.7 gegeben, für detaillierte Angaben wird auf das Gutachten verwiesen. Ferner werden Informationen aus folgenden Studien und Gutachten genutzt:

DÖRING, R.; LAFORET, I.; BENDER, S.; SORDYL, H.; KUBE, J.; BROSDA, K.; SCHULZ, N.; MEIER, TH.; SCHABER, M. & G. KRAUS (2005):
Wege zu einer natur- und ökosystemverträglichen Fischerei am Beispiel ausgewählter Gebiete der Ostsee. Endbericht des F+E Vorhabens (FKZ 802 25 010) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Greifswald, Neu Broderstorf, Rostock, Kiel.

IFAÖ (2003a):
Fachgutachten Fische zum Offshore-Windparkprojekt „Kriegers Flak“. Betrachtungszeitraum: 2002, unveröffentlicht.

IFAÖ (2003b):
Fachgutachten Fische zum Offshore-Windparkprojekt „Adlergrund“. Betrachtungszeitraum: 2002, unveröffentlicht.

JÖNSSON, N. & T. RICHTER (1993):
Fangstatistik von Heringsreusen - eine unterstützende Methode der Analyse des Wanderverhaltens des Rügenschen Frühjahrsherings (*Clupea harengus* L.). Rostock. Meeresbiolog. Beitr.; 1993/1: 77-86.

RECHLIN, O. & O. BAGGE (1996):
Entwicklung der Nutzfischbestände. In: J. L. LOZÁN, R. LAMPE, W. MATTHÄUS, E. RACHOR, H. RUMOHR & H. V. WESTERNHAGEN (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftlich Fakten. Parey Verlag, Berlin, 188-196.

THIEL, R.; WINKLER, H. M. & L. URHO (1996):
Zur Veränderung der Fischfauna. **In**: J. L. LOZÁN, R. LAMPE, W. MATTHÄUS, E. RACHOR, H. RUMOHR & H. V. WESTERNHAGEN (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftlich Fakten. Parey Verlag, Berlin, 181-188.

WINKLER, H.M. & R. THIEL (1993):
Beobachtungen zum aktuellen Vorkommen wenig beobachteter Kleinfischarten an der Ostseeküste Mecklenburgs und Vorpommerns (Nordostdeutschland). **In**: THIEL, R.; WINKLER, H. & L. URHO (1996): Zur Veränderung der Fischfauna. Rostocker Meeresbiol. Beitr.; 1: 95-104.

WINKLER, H. M.; SKORA, K.; REPECKA, R.; PLIKS, M.; NEELOV, A.; URHO, L.; GUSHIN, A. & H. JESPERSEN (2000):
Checklist and status of fish species in the Baltic Sea. ICES C.M. 2000/ MINI:11, 1-5.

Allgemeine Informationen können folgender Literatur entnommen werden:

- BIESTER, E. (1989): Der Hering - wichtigster Wirtschaftsfisch in Vergangenheit und Gegenwart. Meer und Museum; 5: 58-62.
- „Fische und Fischerei in Ost- und Nordsee“. Band 17 „Meer und Museum“ - Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums 2003.
- FRICKE, R.; RECHLIN, O.; WINKLER, H.; BAST, H.-D. & E. HAHLBECK (1996): Rote Liste der in Küstengewässern lebenden Rundmäuler und Fische der Ostsee (Cyclostomata & Pisces). In: BINOT, M.; BLESS, R.; BOYE, P.; GRUTTKE, H. & P. PRETSCHER (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55. Bundesamt für Naturschutz, Bonn: 83-90.
- KNIJN, R. J.; BOON, T. W.; HEESSEN, H. J. L. & J.R.G. HISLOP (1993): Atlas of North Sea Fishes. ICES Cooperative Research Report 194: 268 S.
- MUUS, B. J. & J. G. NIELSEN (1999): Die Meeresfische Europas in Nordsee, Ostsee und Atlantik. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- RHEINHEIMER, G. (1996, Hrsg.): Meereskunde der Ostsee. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- THIEL, R. & H. WINKLER – Projektleiter (2004/2005/2007): Erfassung von FFH-Anhang II-Fischarten in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (ANFIOS) - Zwischenberichte und Endbericht zum F+E-Vorhaben für das BfN (FKZ: 803 85 220). Stralsund und Rostock.

4.7.4.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Fische und Rundmäuler

Gesamtabundanz und Gesamtgewicht

Durch die Gesamtabundanz und das Gesamtgewicht der einzelnen Untersuchungskampagnen lassen sich Aussagen über die Fischdichte treffen. Die Werte wurden entsprechend auf einen Hektar normiert und in Abb. 76 und Abb. 77, getrennt nach Herbst -, Frühjahrs- und Sommerkampagne der Jahre 2007/2008, mit Hilfe von Box-Whisker-Plots dargestellt. Zusätzlich wurden die genormten Ergebnisse in Tab. 48 dargestellt.

Die Gesamtabundanz im untersuchten Gebiet zeigte im Frühjahr 2008 mit einem Median von 167,7 Ind./ha den größten Wert innerhalb des Untersuchungszeitraumes (vgl. Abb. 76, Tab. 48). Die Mediane der Kampagnen Herbst 2007 und Sommer 2008 lagen mit Werten von 143,5 Ind./ha und 141,7 Ind./ha etwa auf dem gleichen Niveau und wiesen keinen signifikanten Unterschied auf (Mann-Whitney Test, $p>0,05$), lagen aber signifikant unter dem Ergebnis aus dem Frühjahr 2008 ($p<0,05$). Dementsprechend war die Fischdichte im Frühjahr 2008 am höchsten (vgl. Tab. 48).

Abb. 76: Box-Whisker-Plots der Gesamtabundanz (Ind./ha) der einzelnen Kampagnen im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e)

Auch das Gesamtgewicht zeigte im Frühjahr 2008 den größten Median, mit einem Wert von 52,8 kg/ha. Mit 47,7 kg/ha im Herbst 2007 lag der Median nur geringfügig unterhalb des Wertes aus dem Frühjahr 2008. Beide Kampagnen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf (Mann-Whitney-Test, $p>0,05$). Einen signifikanten Unterschied zeigte hingegen der Sommer 2008 gegenüber den restlichen zwei Kampagnen und lag bei einem Medianwert von nur 8,4 kg/ha ($p<0,05$). Hier wurden die geringsten Fanggewichte ermittelt (vgl. Abb. 77).

Die Kampagnen des Herbstes 2007, des Frühjahres 2008 und des Sommers 2008 zeigten eine der Häufigkeit entsprechende Biomasse. Die Fänge aus dem Frühjahr 2008 wiesen dabei die höchsten, die des Sommers 2008 die geringsten Abundanz- und Biomassewerte auf (vgl. Tab. 48).

Abb. 77: ***Box-Whisker-Plots der Gesamtgewichte (kg/ha) der einzelnen Kampagnen im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Tab. 48: ***Mittlere Abundanzen und Gewichte für die Kampagnen (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Arten	Herbst 2007		Frühjahr 2008		Sommer 2008	
	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha
Flunder	30,05	10,351	35,07	6,498	1,06	0,307
Scholle	10,55	3,120	2,48	0,719	0,57	0,160
Wittling	19,33	4,085	10,13	1,724	5,34	1,130
Hering	6,29	0,280	1,88	0,078	8,11	0,251
Sprotte	7,94	0,143	23,98	0,252	4,07	0,047
Dorsch	62,33	28,879	109,28	50,351	24,93	6,517
Kliesche	0,55	0,027	0,67	0,045	0,17	0,020
Steinbutt	0,46	0,283	0,03	0,014		
Vierbärtelige Seequappe	0,26	0,044	0,09	0,011	0,50	0,057
Holzmakrele	5,36	0,095				
Streifenbarbe	0,06	0,033				
Sandgrundel	0,31	0,001				
Aal	0,03	0,132			0,31	0,142
Rote Meerbarbe	0,03	0,047				
Grauer Knurrhahn	0,03	0,032				
Seezunge	0,03	0,032				
Petermännchen	0,03	0,015				

Arten	Herbst 2007		Frühjahr 2008		Sommer 2008	
	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha	Anzahl Ind./ha	Gewicht kg/ha
Roter Knurrhahn	0,03	0,030				
Summe	432,8	47,161	183,6	59,690	45,1	8,632

Diversität und Evenness

Aussagen über die Vielfalt der Fischfauna im Vorhabens- und Referenzgebiet werden durch die Ermittlung des Diversitätsindex nach SHANNON & WIENER (1949) und der Evenness nach PIELOU (1966) ermöglicht. Während der Diversitätsindex den Artenreichtum beschreibt, gilt die Evenness als ein Indikator für die Gleichverteilung der Arten innerhalb einer Artengemeinschaft.

Abb. 78: ***Box-Whisker-Plots der Diversität nach Shannon-Wiener im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“, getrennt nach Kampagnen bzw. Untersuchungszeitraum; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Der Diversitätsindex zeigte mit 1,6 im Herbst 2007 den höchsten Wert und unterschied sich signifikant von den übrigen Kampagnen ($p<0,05$). Im Frühjahr 2008 lag der Median des Diversitätsindex bei 1,1 und zeigte hier den niedrigsten Wert während der gesamten Untersuchung. Die Frühjahrskampagne unterschied sich nicht signifikant zur Sommeruntersuchung ($p>0,05$). Mit einem Diversitätsindex von 1,2 im Sommer 2008 lag der Wert auf einem ähnlichen Niveau. Somit war die Artengemeinschaft im Herbst 2007 am vielfältigsten, das Frühjahr 2008 zeigte hingegen die geringste Mannigfaltigkeit (s. Abb. 78).

Abb. 79: ***Box-Whisker-Plots der Evenness nach Pilou im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“, getrennt nach Kampagnen bzw. Untersuchungszeitraum; der Median ist als Querbalken in der Box dargestellt (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Der Median der Evenness während der Sommerkampagne 2008 zeigte zwar den höchsten Wert (0,757), unterschied sich aber nicht signifikant von den übrigen Untersuchungskampagnen (p>0,05), da die Standartabweichung mit 0,2 sehr hoch war. Auch die verbleibenden Untersuchungskampagnen lagen mit Werten zwischen 0,6 und 0,7 auf einem etwa gleichen Niveau und zeigten keinen signifikanten Unterschied. Somit war die Fischgemeinschaft während aller Untersuchungen in etwa gleich verteilt (s. Abb. 79).

Nachgewiesene Fischarten

Bei den Untersuchungen zur Ichthyofauna im geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“ wurden mit dem Windparktrawl insgesamt 18 Fischarten nachgewiesen. Innerhalb der Kampagnen zum Vorhabensgebiet wurden im Herbst 2007 mit 18 Arten doppelt so viele Spezies nachgewiesen als in den Untersuchungen im Frühjahr 2008 und Sommer 2008 mit jeweils 9 Fischarten. Auch die mittlere Artenzahl aller Hols pro Kampagne lag im Herbst 2007 mit 9,9 Arten am höchsten (vgl. Tab. 49).

Tab. 49: ***Gesamtartenliste der im Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“ nachgewiesenen Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ökotyp	RL O	F B	Herbst 2007	Frühjahr 2008	Sommer 2008
Anguilla anguilla	Aal	euryhalin	3	F	X		X
Gadus morhua	Dorsch	marin	n	F	X	X	X
Platichthys flesus	Flunder	euryhalin	n	F	X	X	X
Eutrigla gurnardus	Grauer Knurrhahn	marin	n	o	X		

Wissenschaftlicher	Deutscher Name	Öko-	RL	F	Herbs	Früh-	Som-
Clupea harengus	Hering	marin	n	F	X	X	X
Limanda limanda	Kliesche	marin	n	o	X	X	X
Trachinus draco	Petermännchen	marin	P	o	X		
Mullus barbatus	Rote Meerbarbe	marin	n	o	X		
Chelidonichthys lucerna	Roter Knurrhahn	marin	n	o	X		
Pomatoschistus minutus	Sandgrundel	marin	n	o	X		
Pleuronectes platessa	Scholle	marin	n	F	X	X	X
Solea vulgaris	Seezunge	marin	n	o	X		
Sprattus sprattus	Sprotte	marin	n	f	X	X	X
Psetta maxima	Steinbutt	marin	n	f	X	X	
Trachurus trachurus	Holzmakrele	marin	n	o	X		
Mullus surmuletus	Streifenbarbe	marin	n	o	X		
Enchelyopus cimbrius	Vierbärtelige Seequappe	marin	n	o	X	X	X
Merlangius merlangus	Wittling	marin	n	o	X	X	X
Artenanzahl					**18**	**9**	**9**
Ø Artenanzahl pro Hol					**9,9**	**7,1**	**7,2**

RLO: Für marine Arten ist die erste Rote Liste für die Ostsee nach FRICKE et al. (1996) herangezogen worden. 0 - ausgestorben bzw. verschollen; 1 - vom Aussterben bedroht; 2 - stark gefährdet; 3 - gefährdet; P – potentiell gefährdet, Daten defizitär;

FB: Zur aktuellen fischereilichen Bedeutung im Gebiet: F - große, f - geringe und o - ohne fischereiliche Bedeutung

Es konnten 8 der 18 Fischarten während aller Untersuchungen nachgewiesen werden. Dies waren im Einzelnen: Dorsch, Flunder, Hering, Kliesche, Scholle, Sprotte, Vierbärtelige Seequappe und Wittling (vgl. Tab. 49). Der Steinbutt und der Aal konnten noch in 2 von 3 Kampagnen nachgewiesen werden. Die verbleibenden Fischarten konnten lediglich in einer der Untersuchungen in den Fängen dokumentiert werden (vgl. Tab. 49) und zeichneten sich dabei durch geringe Abundanzen aus (vgl. Tab. 48).

Insgesamt dominierten, bedingt durch das Fanggerät, die demersalen Fischarten. Wobei die Fischgemeinschaft in den Fängen mit 5 Vertretern durch die Barschartigen (Perciformes) mit den Arten Petermännchen, Meerbarbe, Sandgrundel, Holzmakrele sowie Streifenbarbe bestimmt wurden. Mit insgesamt 5 Arten waren ebenfalls die Plattfischartigen (Pleuronectiformes) in den Fängen vertreten (Flunder, Kliesche, Scholle, Steinbutt und Seezunge). Mit 3 Arten konnten die Dorschartigen (Gadiformes: Dorsch, Wittling und Vierbärtelige Seequappe) sowie mit 2 Arten die Drachenkopfartigen (Scorpaeniformes: Roter und Grauer Knurrhahn) in den Fängen nachgewiesen werden. Mit Sprotte und Hering wurden 2 Heringsartige (Clupeiformes) und mit dem Aal ein Aalartiger (Anguilliformes) in den Untersuchungen nachgewiesen.

Mit Hering, Sprotte und Holzmakrele wurden in den Fängen 3 pelagische Arten nachgewiesen. Diese werden jedoch mit dem Schleppnetz nicht quantitativ erfasst und ihre Fänge sind daher nicht repräsentativ für das Vorkommen der Arten im Gebiet. Alle weiteren Arten haben eine demersale oder benthopelagische Lebensweise und ihr Vorkommen wird daher mit dem verwendeten Fanggerät adäquat dargestellt.

Im Referenzgebiet wurden während der Beprobung insgesamt 9 Arten nachgewiesen (vgl. Abb. 81). Damit lagen die ermittelten Artnachweise auf dem Niveau der Untersuchungen im Vorhabensgebiet während des Sommers und des Frühjahres 2008. Auch im Referenzgebiet dominierten die demersalen Fische die Gemeinschaft.

Während der Untersuchungen konnten mit dem Aal (gefährdet) und dem Petermännchen (potentiell gefährdet) 2 Fischarten nachgewiesen werden, die in der Roten Liste der gefährdeten Fischarten in der Ostsee (FRICKE et al. 1996) einer Gefährdungskategorie unterliegen.

Präsenzen

Mit Dorsch, Wittling und Flunder traten 3 Arten während aller Kampagnen in mindestens 90% der Fänge auf (vgl. Abb. 80). Die Scholle zeigte lediglich während der Sommeruntersuchung 2008 eine geringere Präsenz von 60% und war in den übrigen Kampagnen mit 100% in den Fängen vertreten. Die Fischarten Kliesche und Vierbärtelige Seequappe wurden zwar während aller Untersuchungen in den Fängen erfasst (30% - 80%), zeigten aber nur im Referenzgebiet eine Präsenz von 100% (vgl. Abb. 81). Mit Hering (70% - 100%), Sprotte (30% - 100%) und Holzmakrele (Stöcker; nur im Herbst 2007 mit 90%) konnten auch drei pelagische Fischarten erfasst werden, deren Präsenzen zum Teil sehr hoch waren. Die verwendete Methodik lässt aber keine adäquate Aussage über das Vorkommen und die Verteilung dieser Arten im Untersuchungsgebiet zu und kann somit nicht weiter ausgewertet werden. Die Arten Steinbutt und Aal konnten nicht in allen Untersuchungen nachgewiesen werden und zeichneten sich durch relativ geringe Präsenzen aus (vgl. Abb. 80). Ausschließlich in der Herbstbeprobung 2007 konnten die Fischarten Sandgrundel, Streifenbarbe, Roter und Grauer Knurrhahn, Petermännchen, Seezunge sowie die Rote Meerbarbe in den Fängen dokumentiert werden. Auch diese Arten zeichneten sich durch geringe Präsenzen aus.

Abb. 80: Vergleich der Präsenzen der Kampagnen im Untersuchungsgebiet (Quelle: IFAÖ 2013e)

Die Fischarten Dorsch, Flunder, Wittling und Scholle (mit Ausnahme Sommer 2008) stellen somit die Charakterarten der demersalen und benthopelagischen Fischgemeinschaft im Untersuchungsgebiet OWP „ARCADIS Ost 1“ dar. Die pelagischen Arten Hering und Sprotte können bedingt durch die Fangmethode nicht als Charakterarten gezählt werden, sind aber zweifelsfrei ein wesentlicher Bestandteil der pelagischen Fischgemeinschaft im Untersuchungsgebiet.

Bei Betrachtung der Präsenzen des Referenzgebietes (vgl. Abb. 81) zeigt sich, dass auch hier die bereits festgestellten Charakterarten in entsprechend hohen Präsenzen auftraten. Mit der Vierbärteligen Seequappe und der Kliesche konnten aber noch zwei weitere Fischarten mit sehr hohen Präsenzen (100%) festgestellt werden. Beide Fischarten traten aber in vergleichsweise geringen Abundanzen und Biomassen auf (vgl. Abb. 85).

Abb. 81: Präsenzen der Fischarten des Referenzgebietes (Quelle: IFAÖ 2013e)

<u>Abundanz und Biomasse</u>

Herbst 2007

Während der Herbstkampagne dominierte der Dorsch mit einem Anteil von 43% die Abundanzen und mit mehr als 60% die Biomasseanteile der Fischgemeinschaft (s. Tab. 50 und Abb. 82). Die zweithäufigste Fischart war die Flunder (21,2%). Sie vereinte noch 22,4% der Gewichtsanteile auf sich. Mit ca. 13% Abundanzanteil und etwa 8% Biomasseanteil zeigte der Wittling deutlich geringere Werte, war aber immer noch in allen Fängen vertreten. Die Scholle mit 7,6% war die vierthäufigste Art und zeigte noch einen Gewichtsanteil von 7,1% (vgl. Tab. 50 und Abb. 81).

Tab. 50: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Herbst 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Arten	Abundanz in %	Biomasse in %
Dorsch*	43,0	60,5
Flunder*	21,2	22,4
Wittling*	12,7	8,4
Scholle*	7,6	7,1
Sprotte	6,0	0,3

Arten	Abundanz in %	Biomasse in %
Hering	4,4	0,6
Holzmakrele/Stöcker	3,7	0,2
Kliesche	0,4	0,05
Steinbutt	0,3	0,4
Sandgrundel	0,2	0,001
Vierb. Seequappe	0,2	0,06
Streifenbarbe	0,04	0,01
Seezunge	0,02	0,007
Grauer Knurrhahn	0,02	0,007
Rote Meerbarbe	0,02	0,008
Roter Knurrhahn	0,02	0,006
Petermännchen	0,02	0,003
Aal	0,02	0,03

*Charakterarten, die im Mittel aller Hols > 90% der Individuenzahlen für diese Kampagne ausmachen.

Diese 4 Arten machten zusammen 85% der gesamten Abundanz während der Herbstkampagne aus und entsprachen sogar ca. 98% der Gesamtbiomasse. Die pelagischen Fischarten Sprotte, Hering und Holzmakrele konnten insgesamt etwa 14% der Abundanzanteile auf sich vereinen, hatten aber nur einen Gewichtsanteil von ca. 1%. Wie aber bereits erwähnt, wurden diese Arten methodisch nicht repräsentativ erfasst. Die restlichen Arten wurden in Anteilen von unter 1% zur Gesamtabundanz und –biomasse in den Fängen erfasst (s. Tab. 50).

Abb. 82: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Frühjahr 2008

In der Frühjahrskampagne 2008 war der Dorsch die dominierende Fischart der Gemeinschaft und zeigte einen Abundanzanteil von 59% und einen Gewichtsanteil von 83,6% (s. Tab. 51). Wie bereits im Herbst 2007 war die Flunder mit einem Häufigkeitsanteil von 20% sowie 11,5% Gewichtsanteil die zweitdominanteste Art in der Fischgemeinschaft des Vorhabengebietes. Auch die Sprotte hatte noch einen verhältnismäßig hohen Abundanzanteil von ca. 13%. Die Arten Scholle (Abundanz - 1,4%; Gewicht – 1,3%) und Wittling (Abundanz – 5,6%; Gewicht - 2,9%) hatten nur noch einen geringen Anteil an der Gesamtabundanz und dem Gesamtgewicht der Fischzönose (vgl. Tab. 51).

Tab. 51: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Frühjahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Arten	Abundanz in %	Biomasse in %
Dorsch*	59,0	83,6
Flunder*	20,0	11,5
Sprotte	12,7	0,4
Wittling*	5,6	2,9
Scholle*	1,4	1,3
Hering	0,9	0,1

Arten	Abundanz in %	Biomasse in %
Kliesche	0,4	0,1
Vierb. Seequappe	0,1	0,02
Steinbutt	0,02	0,02

*Charakterarten, die im Mittel aller Hols > 90% der Individuenzahlen für diese Kampagne ausmachen.

Dorsch und Flunder waren wie schon im Herbst 2007 die beiden dominierenden Fischarten im Gebiet. Auf beide Spezies entfielen ca. 80% der Gesamtabundanz und etwa 95% der Gesamtbiomasse (s. Abb. 83). Mit der Sprotte wurde eine pelagische Art mit relativ hohen Abundanzanteilen dokumentiert, die aber auf Grund ihrer Kleinwüchsigkeit nur einen kleinen Biomasseanteil zeigte und nicht zur demersalen Fischgemeinschaft im Vorhabensgebiet zu zählen ist. Die Fischarten Scholle und Wittling zeigten im Frühjahr 2008 deutlich geringere Häufigkeiten und Gewichte als im Herbst 2007, auf beide entfielen nur noch 7% der Abundanzanteile und 4% der Biomasseanteile. Die verbleibenden Fischarten zeigten Anteile von unter 1% der Gesamthäufigkeit und –masse (vgl. Tab. 51). Die Charakterarten Dorsch, Flunder, Wittling und Scholle machten zusammen 87% der Gesamtabundanz und 99% der Gesamtbiomasse aus.

Abb. 83: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Sommer 2008

Der Dorsch zeigte auch in der Sommerkampagne 2008 die höchsten Abundanz- (49,9%) und Biomasseanteile (70%) und war somit die dominierende Art des Vorhabensgebietes. Mit den Fischarten Hering und Sprotte waren wieder 2 pelagisch lebende Spezies vertreten, die sehr hohe Abundanzanteile erreichten (21%; 10%) (Tab. 52 und Abb. 84). Im Vergleich dazu entfielen aber, bedingt durch die geringe Größe, nur kleine Biomasseanteile auf diese Arten. In Anbetracht der eingesetzten Fangmethode stellen diese Ergebnisse ungewöhnlich hohe Werte dar. Der Wittling lag mit seinen Abundanzanteilen etwa auf dem Niveau der Herbstkampagne (vgl. Tab. 50), zeigte aber die höchsten Biomasseanteile (16,5% vs. 3% / 8%) im Vergleich der Untersuchungen. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Kampagnen erreichte die Flunder mit 2,5% nur noch den fünfthöchsten Abundanzanteil. Ihr Biomasseanteil von 3,9% erreichte im Vergleich dazu zwar den

dritthöchsten Wert (vgl. Abb. 84), zeigte aber die kleinste Gewichtserfassung während aller Kampagnen (s. Tab. 50, Tab. 51 und Tab. 52). Für die Charakterart Scholle wurden im Sommer 2008 die geringsten Werte im Vergleich zu den vorangegangenen Kampagnen ermittelt und lagen bei 1,4% für die Abundanz und bei 2,4% für das Gewicht. Diese Ergebnisse decken sich mit der geringen Präsenz der Scholle während der Sommeruntersuchung (vgl. Abb. 80).

Tab. 52: Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Sommer 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Arten	Abundanz in%	Biomasse in%
Dorsch*	49,9	70,0
Hering	20,9	3,7
Wittling*	12,9	16,5
Sprotte	9,8	0,8
Flunder*	2,5	4,0
Vierb. Seequappe	1,6	1,1
Scholle*	1,4	2,4
Aal	0,6	1,3
Kliesche	0,4	0,2

*Charakterarten, die im Mittel aller Hols > 90% der Individuenzahlen für diese Kampagne ausmachen.

Auf die Charakterarten Dorsch, Wittling und Flunder entfielen ca. 65,5% der Abundanzanteile und erzielten damit den kleinsten Wert im Vergleich der Untersuchungskampagnen. Dies resultierte besonders aus den hohen Fanganteilen von Hering und Sprotte (s. Tab. 52; Abb. 84). Bei Betrachtung der Biomasse ergab sich für die genannten Fischarten ein Anteilswert von ca. 90,5%. Dieses Ergebnis spiegelt die Werte der vorangegangenen Untersuchungen wider. Die Clupeiden Hering und Sprotte hatten aufgrund ihres kleinen Wuchses auf die Gewichtsverteilung nur einen geringen Einfluss.

Abb. 84: Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten während der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Referenzgebiet

Auch die Beprobungen des Referenzgebietes wurden, wie schon in den Untersuchungen zuvor, von den 4 Charakterarten dominiert. Dabei bestimmte der Dorsch die Abundanzen (37,5%) und Biomassen (ca. 50%) innerhalb der vorgefundenen Fischgemeinschaft (s. Tab. 53 und Abb. 85). Die Flunder zeigte, wie schon im Herbst 2007 und Frühjahr 2008, die zweithöchsten Anteile in den Abundanzen und Biomassen. Für die Scholle und den Wittling konnten ebenfalls noch relativ hohe Abundanz- und Biomasseanteile ermittelt werden. Auf die genannten Charakterarten entfielen mehr als 97% der Abundanz- und mehr als 98% der Biomasseanteile. Diese Werte lagen auf dem Niveau der Untersuchungen des Vorhabensgebietes.

Abb. 85: ***Abundanz- und Biomasseanteile der nachgewiesenen Fischarten im Referenzgebiet während der Kampagne Anfang Juni 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Tab. 53: ***Verteilung der Anteile von Abundanz und Biomasse im Referenzgebiet (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Art	Abundanz in%	Biomasse in%
Sprotte	0,11	0,004
Aal	0,16	0,30
Hering	0,40	0,06
Kliesche	0,70	0,25
4Seequappe	0,70	0,25
Wittling	13,67	7,38
Scholle	16,62	16,29
Flunder	30,14	25,38
Dorsch	37,50	50,09

<u>Abundanz und Biomasse der Charakterarten in den Hols</u>

Herbst 2007

Die Charakterarten Dorsch, Flunder, Scholle und Wittling waren in allen Hols der Herbstkampagne vertreten (Abb. 86). Diese 4 Arten entsprachen in allen Hols mindestens 70% der Abundanzen aller erfassten Fische. In den Hols 1 bis 5 fällt der hohe Anteil der sonstigen Fischarten auf. Diese Abundanzanteile wurden besonders durch die pelagischen Arten Hering und Sprotte bestimmt. Auf beide Spezies entfielen in den besagten Hols zwischen 16% und 25% der Abundanzen (Abb. 86). Der hohe Anteil von Sprotte und Hering wird besonders bei der Betrachtung der Biomasseanteile ersichtlich, da hier die Gewichtsanteile der „Sonstigen“ deutlich unter 5% blieben. Das ist durch die Kleinwüchsigkeit dieser Arten zu erklären. Der Dorsch zeigte die höchsten Gewichtsanteile in den Hols. Im Vergleich zu seinen Abundanzanteilen lagen die Biomasseanteile deutlich höher. Dieser

Zusammenhang ergibt sich aus der Großwüchsigkeit dieser Art. Die Flunder konnte von den Charakterarten mit den zweithöchsten Abundanz- (ca. 15% bis 26%) und Gewichtsanteilen (ca. 18% bis 28%) in den Fängen nachgewiesen werden (Abb. 86). Für den Wittling zeigten sich leicht höhere Häufigkeitsanteile als Biomasseanteile. Bei der Fischart Scholle lagen sowohl die Anteile der Abundanz als auch die des Gewichtes in sehr ähnlichen Verhältnissen vor. Die drei letztgenannten Arten zeigten nur geringe Schwankungen in den Ergebnissen und lagen in relativ gleich bleibenden Verhältnissen vor.

Abb. 86: ***Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Herbstkampagne 2007 (Quelle: IFAÖ 2013e).***

Frühjahr 2008

Auch während dieser Kampagne waren alle Charakterarten in den Hols vertreten. Der Dorsch war die dominierende Art, besonders in der Verteilung der Biomasseanteile (ca. 80% bis 90%), d. h. relativ viele großwüchsige Exemplare (Abb. 87). Die Flunder war noch mit Anteilen von 10% - 30% der Häufigkeiten in den Einzelfängen vertreten. Bei Betrachtung ihrer Gewichtsanteile fällt auf, dass diese unter den Abundanzanteilen lagen, d. h. hier waren verstärkt kleine Exemplare in den Hols vertreten. Die Fischarten Wittling und Scholle erzielten sowohl relativ geringe Abundanzanteile (zusammen ca. 4% bis 9%) als auch Gewichtsanteile (zusammen ca. 2% bis 7%) (Abb. 87) und zeigten kaum Schwankungen in ihren Ergebnissen. Auch in der Frühjahrskampagne waren wieder verstärkt pelagische Fischarten wie Sprotte und Hering vertreten, die zwar relativ hohe Abundanzanteile erreichten, aber ihrer Kleinwüchsigkeit entsprechend vergleichsweise geringe Biomasseanteile zeigten.

Sommer 2008

In der Sommerkampagne war der Dorsch ebenfalls wieder die dominante Fischart im Gebiet, zeigte aber eine deutliche Variabilität in seinen Abundanzanteilen im Vergleich zur Herbst- und Frühjahrsuntersuchung. Seine Häufigkeitsanteile lagen zwischen 40% und 88% (Abb. 88). Diese Schwankungen ergaben sich durch die zum Teil sehr hohen Abundanzanteile von Sprotte und Hering, besonders in den Hols 1, 5 sowie 7 – 10 (Anteile von 36% bis 57%). Bei Betrachtung der Masseanteile zeigte sich aber wieder das gewohnte Bild, d. h. die Gewichtsanteile des Dorsches machten die Biomasseanteile der Einzelhols aus, da die kleinwüchsigen Clupeiden nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtgewicht erreichten (vgl. Abb. 88). Der Wittling konnte in vergleichsweise hohen Abundanzanteilen (4% - 30%) in den Fängen nachgewiesen werden und erreichte dabei Werte, die sich mit den Ergebnissen der Herbstkampagne deckten. Dabei zeigten sich aber die höheren Werte in den Gewichtsanteilen, was auf einen größeren Anteil älterer und damit großwüchsiger Tiere schließen lässt. Für die Fischart Flunder wurden während der Sommerkampagne die bisher kleinsten Häufigkeits- und Gewichtsanteile im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungen festgestellt. Die Scholle konnte im Sommer 2008 nur in 6 der insgesamt 10 Hols nachgewiesen werden. Die jeweiligen Anteile lagen dabei auf einem relativ niedrigen Niveau.

Abb. 87: ***Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Frühjahrskampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e).***

Abb. 88: Abundanz- und Biomasseanteile der Charakterarten in den Hols der Sommerkampagne 2008 (Quelle: IFAÖ 2013e).

Größenzusammensetzung der Charakterarten

Im Folgenden werden die Längenhäufigkeitsverteilungen der vier Charakterarten dargestellt. Diese Auswertung dient der Abschätzung der Größen- bzw. Altersstruktur der standorttypischen Fischarten sowie der vergleichenden Erfassung und Bewertung möglicher Unterschiede der Bestandsstrukturen in den Phasen vor bzw. nach dem Bau des OWP und schließlich in der Betriebsphase.

Neben der Offshore Windenergienutzung gibt es bereits viele andere Einflüsse, so z. B. die Fischerei, welche die Längenzusammensetzung eines Bestandes verändern, weil regelmäßig Tiere dem Bestand entnommen werden. Die Ergebnisse der Erfassung der Größenzusammensetzung im Untersuchungsraum werden durch das verwendete Fanggerät, den jeweiligen Schnitt sowie die Maschenweite des eingesetzten Fanggerätes beeinflusst.

Dorsch (Gadus morhua)

Im Herbst 2007 waren die Exemplare des Dorsches in einer Längenverteilung von 8 cm bis 91 cm in den Fängen vertreten. Dabei zeigte sich eine zweigipflige Verteilung, ein erstes Maximum zwischen 15 cm und 30 cm (nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000) der Jahrgang 1+) und ein zweites zwischen 30 cm und 45 cm (Jahrgang 2+). Beide Altersklassen machten 92% aller erfassten Tiere in der Herbstkampagne aus. Längenklassen unterhalb von 15 cm (>0,5%) und über 45 cm (ca. 7%) wurden kaum in den Fängen nachgewiesen.

Während der Frühjahrskampagne wurden Dorsche in einem Längenbereich von 8 cm bis 70 cm gefangen. Die Längenverteilung bildete dabei drei Maxima aus. Das Erste im Bereich von 8 cm bis 20 cm (nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000) die Altersklasse 0+, d. h. die Rekruten des letzten Laichgeschehens, die in den Bestand hineingewachsen sind; Anteil von 21%), das Zweite im Bereich von 21 cm bis 30 cm (Altersklasse 1+) sowie das dritte Maximum in den Längen von 31 cm bis 45 cm (Altersklasse 2+). Auf diese beiden Altersgruppen entfielen 72,6% der registrierten Fische zum Gesamtfang. Tiere mit einer Länge von über 50 cm waren mit einem Anteil 3,5% in den Fängen vertreten.

Die Dorsche der Sommerkampagne wurden in einer Längenverteilung von 11 cm bis 63 cm erfasst. Die Verteilung bildete dabei zwei deutliche Maxima aus. Die erste Verteilungsspitze zeigte sich im Längenbereich von 11 cm bis 25 cm (nach KNIJN et al. (1993) und CATTRIJSSE & HAMPEL (2000) die Altersklassen 0+ und 1+). Auf dieses Maximum entfiel ein Fanganteil von etwa 38%. Die zweite Verteilungsspitze erfasste den Längenbereich von 27 cm bis 39 cm (Jahrgänge 1+ sowie 2+). Im zweiten Maximum wurden ca. 49% aller erfassten Tiere dargestellt. In der Sommerkampagne 2008 wurden die wenigsten Fänge in den Längenbereichen über 50 cm registriert (weniger als 1%).

Flunder (Platichthys flesus)

In der Herbstkampagne 2007 wurden Flundern in einem Längenbereich von 17 cm bis 46 cm in den Fängen registriert. Dabei kam es zur Ausbildung eines eingipfligen Maximums. Nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000) waren hier die Jahrgänge 1+ (17 – 18 cm), 2+ (24 – 25 cm) sowie 3+ (27 – 28 cm) vertreten, aber auch ältere Jahrgänge wurden in der Längenverteilung erfasst. Nach MUUS & NIELSEN (1999) haben Flundern bei einer Länge von etwa 40 cm ein Alter von 7 – 8 Jahren erreicht. Längen von über 40 cm sind eher selten und wurden auch während der Herbstkampagne in nur sehr geringen Anteilen registriert (>1%).

Die Längenverteilung der Frühjahrskampagne 2008 umfasste den Bereich von 10 cm bis 41 cm. Auch hier kam es zur Ausbildung eines eingipfligen Maximums, in dem die Jahrgänge 1+ bis vermutlich 7+ dargestellt wurden (CATTRIJSSE & HAMPEL 2000; MUUS & NIELSEN 1999). Zwei Flundern konnten in Längen von 10 cm und 12 cm in den Fängen erfasst werden, dabei handelt es sich wahrscheinlich um erste juvenile Stadien des letzten Laichgeschehens aus dem Frühjahr 2008 (Laichzeit von Februar bis Mai). Nur ein Exemplar mit einer Länge von über 40 cm wurde in den Fängen nachgewiesen.

Die Sommeruntersuchung des gleichen Jahres präsentierte die Flunder in einer Längenverteilung von 14 cm bis 35 cm und zeigte damit den kleinsten Längenbereich im Vergleich aller Untersuchungen. Aufgrund der sehr geringen Menge an gefangenen Tieren (n=31) war kein deutliches

Maximum erkennbar. Auch die Einteilung in Altersgruppen war auf Basis dieser Datenlage nicht möglich. Aber auch hier ist die Erfassung eines Großteils der verschiedenen Altersklassen sehr wahrscheinlich.

Wittling (Merlangius merlangus)

Der Wittling stellte sich in der Herbstuntersuchung 2007 in einem Längenbereich von 9 cm bis 48 cm dar. Es kam zur Ausbildung einer kleinen Verteilungsspitze zwischen 9 cm und 22 cm (Altersklasse 1+ nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000); Anteil von 10,5% am Gesamtfang) sowie einer größeren Verteilungsspitze zwischen 23 cm und 35 cm [Altersgruppen 2+ und 3+ nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000)]. Für diese Jahrgänge ergab sich ein Fanganteil von etwa 82,9%. Wittlinge mit einer Länge von über 35 cm wurden in den Fängen der Herbstkampagne nur selten nachgewiesen, diese Längenbereiche ergaben einen Anteil zur Gesamtabundanz von ca. 7%.

Während der Frühjahrskampagne wurde der Wittling in einem Längenspektrum von 9 cm bis 47 cm in den Fängen erfasst. Es kam zur Ausbildung von zwei Maxima, das Erste im Bereich von 12 cm bis 21 cm (Jahrgang 1+; Anteil an der Gesamtabundanz etwa 26%), das Zweite im Bereich von 23 cm bis 32 cm (Jahrgänge 2+ sowie 3+). Auf diese Altersklassen entfielen 64,5% aller Fanganteile. Größenklassen von mehr als 35 cm wurden im Vergleich zum Herbst 2007 in geringeren Mengenanteilen erfasst (>2%).

Das Längenspektrum des Wittlings in der Sommerkampagne 2008 lag zwischen 20 cm und 39 cm. Es kam zur Ausbildung eines eingipfligen Maximums. Die Altersklasse 1+ ist zu dieser Zeit bereits in die höheren Längenklassen hineingewachsen. Somit sind in der Sommeruntersuchung die Jahrgänge 2+ und 3+ wiedergegeben (CATTRIJSSE & HAMPEL 2000). Aber auch die Altersgruppe 4+ wurde sehr wahrscheinlich in den Fängen erfasst. Alle Wittlinge der Sommerkampagne lagen in Längenbereichen von unter 40 cm.

Scholle (Pleuronectes platessa)

Die Schollen der Herbstuntersuchung 2007 lagen in einem Längenbereich von 18 cm bis 46 cm in den Fängen vor. Es bildete sich im Spektrum von 18 cm bis 24 cm ein deutliches Maximum aus, das nach CATTRIJSSE & HAMPEL (2000) den Altersgruppen 2+ und 3+ zuzuordnen ist. Diese Gruppen entsprachen etwa 29% der erfassten Gesamtabundanz. Die höheren Längenklassen bildeten keine klaren Maxima aus. Nach KNIJN et al. (1993) handelt es sich dabei um die Jahrgänge 4+ bis 6+. Tiere mit Längen von über 40 cm wurden nur selten in den Fängen nachgewiesen.

Während der Frühjahrskampagne 2008 zeigte sich die Scholle in einem Längenbereich von 20 cm und 40 cm. Dabei waren keine klaren Maxima erkennbar. Diese Längen repräsentieren die Altersgruppen 2+, 3+, 4+, 5+ sowie 6+ (CATTRIJSSE & HAMPEL 2000).

In der Sommeruntersuchung wurden Schollen in Längen von 23 cm bis 35 cm in den Fängen nachgewiesen. Insgesamt wurden nur sehr wenige Schollen erfasst (n=18), wodurch eine Zuteilung in Altersklassen nicht möglich war.

Gemeinschaftsanalyse

Nach Auswertung der Parameter Arteninventar, Artenpräsenz, Gesamthäufigkeit und Gesamtgewicht zeigte sich, dass 8 Arten der Fischgemeinschaft sowohl im Vorhabens- als auch im Referenzgebiet als auch während aller Untersuchungskampagnen dauerhaft auftraten (vgl. Tab. 49, Abb. 80 und Abb. 81). Die 4 Charakterarten zeigten in allen 3 Kampagnen sowie im Referenzgebiet mindestens eine 90%-ige Präsenz. Lediglich die Scholle zeigte während der Sommeruntersuchung 2008 eine 60%-ige Präsenz.

Die Fänge der drei Kampagnen unterschieden sich signifikant voneinander (vgl. Abb. 89). Nach SIMPER[13] dominierten bei den einzelnen Beprobungen dieselben Arten. Der Hauptunterschied zwischen den drei Kampagnen wurde aber vor allem durch die unterschiedlichen Abundanzen der häufigsten Arten hervorgerufen. Im Sommer war die mittlere Abundanz der meisten Arten in den Fängen um einiges kleiner als im Herbst oder im Frühjahr. So war z. B. die Charakterart Flunder im Herbst und im Frühjahr um fast das fünffache abundanter als im Sommer. Die Unterschiede zwischen den Fängen im Herbst und Frühjahr dagegen waren nicht so stark ausgeprägt (mittlere Similarität von 74,1%). Zu über 62% wurden die Differenzen zwischen den Hols beider Kampagnen durch die Arten Sprotte Dorsch, Holzmakrele und Scholle bestimmt. Die beiden ersteren Arten wiesen jeweils in den Frühjahrsfängen eine größere mittlere Abundanz auf. Bei Holzmakrele und Scholle verhielt es sich genau umgekehrt, wobei die Holzmakrele in den Frühjahrshols sogar komplett fehlte.

Abb. 89: ***2-dimensionale MDS der drei Kampagnen 2007 und 2008 im Vorhabensgebiet basierend auf den Abundanzen [Ind./ha] aller Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Zwar konnte ein signifikanter Unterschied innerhalb der Gemeinschaftsanalyse zwischen Vorhabens- und Referenzgebiet nachgewiesen werden, die jedoch zu über 50% durch die Arten Sprotte und Dorsch bedingt waren. Der Dorsch war in beiden Gebieten der häufigste Fisch, wobei der Unterschied durch die teils unterschiedlichen Individuendichten des Dorsches bedingt war. Im Vorhabensgebiet lag sie bei 109,3 Ind./ha und im Referenzgebiet betrug sie ungefähr die Hälfte (56,3 Ind./ha). Die Sprotte war nur im Vorhabensgebiet abundanter. Im Referenzgebiet konnte sie dagegen nur vereinzelt gefangen werden. Da die Sprotte ein pelagischer Fisch ist, sind die Ergebnisse, die mit dem Grundscherbrettnetz erzielt wurden, nicht adäquat und können vernachlässigt werden. Die Hols beider Gebiete wiesen eine Ähnlichkeit von über 70% auf (vgl. Abb. 90). Die Fischzönose zeigte somit eine relativ hohe Similarität zwischen Vorhabens- und Referenzgebiet. Die Diversität und die Evenness ergaben Werte, die keinen aussagekräftigen Unterschied zwischen beiden Untersuchungsgebieten zuließen. Die Fischgemeinschaften sind folglich miteinander vergleichbar.

[13] Similarity Percentages: Routine zur Ermittlung von trennenden Arten zwischen zwei Gruppen und verbindenden Arten innerhalb einer Gruppe (siehe Clarke & Warwick 2001)

Abb. 90: ***2-dimensionale MDS der Frühjahrskampagne 2008 im Vorhabens- und Referenzgebiet basierend auf den Abundanzen [Ind./ha] aller Fischarten (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Ergebnisse der Untersuchung im Bereich der Vorhabensgebietserweiterung

Bei der Beprobung im Herbst 2010 wurden 14 Arten nachgewiesen (Tab. 54). Die Hälfte dieser Arten (Dorsch, Wittling, Flunder, Scholle, Hering, Sprotte und Stint) traten dabei in allen fünf Hols auf (Präsenz 100%). Die Sprotte wies von allen Arten die größte mittlere Abundanz in den Fängen auf. Der Dorsch war nach der Sprotte die zweithäufigste Art in den Proben, gefolgt von der Flunder. Mehr als 80% der Biomasse der Fänge im Herbst 2010 wurde durch die Arten Dorsch und Flunder gestellt.

Mit dem Aal konnte während der aktuellen Kampagne eine Rote Liste Art (Gefährdungskategorie 3) nachgewiesen werden.

Tab. 54: ***Mittlere Abundanz [Ind./ha], mittlere Biomasse (B) [kg/ha] (mit Standardabweichung), Präsenz [%] sowie einige Gemeinschaftsparameter der Fischfauna in den Fängen im Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013e).***

Art (wiss. Name)	Art (dt. Name)	Abundanz [Ind./ha]	Biomasse [kg/ha]	Präsenz [%]
Anguilla anguilla	Flussaal	**0,80** ± 0,35	**0,37** ± 0,20	80
Clupea harengus	Hering	**24,59** ± 18,62	**1,07** ± 0,86	100
Gadus morhua	Dorsch	**72,98** ± 36,04	**35,60** ± 17,17	100
Limanda limanda	Kliesche	**0,72** ± 0,51	**0,12** ± 0,03	40
Merlangius merlangus	Wittling	**34,17** ± 17,93	**7,90** ± 4,39	100
Mullus surmuletus	Streifenbarbe	**0,35** ± 0,01	**0,04** ± 0,00	40
Osmerus eperlanus	Stint	**10,29** ± 7,24	**0,09** ± 0,07	100
Platichthys flesus	Flunder	**56,21** ± 27,72	**20,68** ± 10,50	100
Pleuronectes platessa	Scholle	**13,21** ± 3,72	**2,34** ± 0,87	100
Psetta maxima	Steinbutt	**0,36**	**0,1**	20
Scomber scombrus	Makrele	**0,35** ± 0,01	**0,20** ± 0,02	40

Art (wiss. Name)	Art (dt. Name)	Abundanz [Ind./ha]	Biomasse [kg/ha]	Präsenz [%]
Sprattus sprattus	Sprotte	**105,91** ± 74,46	**1,63** ± 0,97	100
Trachurus trachurus	Holzmakrele	**15,74** ± 28,43	**0,14** ± 0,27	80
Trisopterus minutus	Zwergdorsch	**0,36**	**0,05**	20
Gesamt (Mittel)		**33,55** ± 44,66	**6,63** ± 12,57	
Artenzahl (Gesamt)		**14**		

Dominanzverhältnisse

Im Folgenden werden die Dominanzverhältnisse der Fischarten in den Hols auf Grundlage ihrer Abundanz- und Biomasseanteile dargestellt (Abb. 91). Dabei wurden alle Arten die nicht in mindestens zwei Hols Abundanz- bzw. Biomasseanteile von >2% aufwiesen unter der Bezeichnung „Sonstige“ zusammengefasst.

Die Sprotte hatte bei drei Hols den größten Anteil (35-46%) an der Gesamtabundanz. Die Arten Dorsch und Flunder waren jeweils bei einem Hols die abundantesten Arten. In den anderen Hols waren diese beiden Arten nach der Sprotte die abundanzstärksten Arten. In den einzelnen Hols verteilten sich 60-80% aller gefangenen Fische nur auf diese drei Arten (Sprotte, Dorsch und Flunder).

Im Gegensatz zur Abundanz war der Anteil der Sprotte bei der Biomasse der Fänge sehr gering (1-3%). Der Dorsch hatte in den meisten Hols (n=4) die größte Biomasse. Neben dem Dorsch hatte die Flunder einen großen Anteil an der Biomasse. 78-84% der Biomasse der Fänge entfielen auf diese beiden Arten. Bis auf den Wittling (Biomasseanteile von 7-13%) war der Biomasseanteil der anderen Arten sehr gering.

Abb. 91: Abundanz- und Biomasseanteile [%] der Fischarten in den einzelnen Hols im Herbst 2010 (Quelle: IFAÖ 2013e)

Vergleich mit den früheren Untersuchungen

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung (Herbst 2010) denen aus dem Herbst 2007 gegenübergestellt. Beide Beprobungen wurden zu einer vergleichbaren Zeit im Jahr (04.11.2010 bzw. 24.11.-10.12.2007) durchgeführt. Deshalb können die Ergebnisse beider Kampagnen miteinander verglichen werden und damit Aussagen getroffen werden, ob und wie stark sich die Fischfauna des Erweiterungsgebietes von der Fischfauna des ursprünglichen Vorhabensgebietes unterscheidet.

In Tab. 55 sind die wichtigsten untersuchten Kenngrößen der Fischgemeinschaften beider Kampagnen einander gegenübergestellt.

Bei beiden Kampagnen konnten zusammen 21 Arten nachgewiesen werden. Mit insgesamt 18 Arten wurden im Herbst 2007 vier Arten mehr festgestellt als bei der Beprobung im Herbst 2010. Zehn der 21 Arten traten in den Hols beider Kampagnen auf. Dagegen konnten elf Arten lediglich in einem der beiden Untersuchungen angetroffen werden. Diese Arten waren aber nicht sehr präsent in den Fängen. Des Weiteren traten sie in den Hols mit sehr geringen Abundanzen und Biomassen auf. Teilweise konnten einige Arten lediglich als Einzelexemplare in den Fängen festgestellt werden. Daher sind diese Arten nicht repräsentativ für die Fischfauna beider Kampagnen.

Die mediane Artenzahl pro Hol war bei beiden Untersuchungen sehr ähnlich (9,5 bzw. 10 Arten pro Hol) (vgl. Tab. 55). Auch bei der Diversität und Evenness der Fänge beider Kampagnen konnten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Die Werte beider Untersuchungen unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-test, $p>0,05$).

Die mediane Gesamtabundanz der gefangenen Fische war in den Hols im Herbst 2010 signifikant größer als in den Fängen im Herbst 2007. Auch die mediane Gesamtbiomasse der Hols war bei der Beprobung 2010 größer. Der Unterschied zwischen beiden Kampagnen war jedoch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-test, $p<0,05$).

Bei beiden Kampagnen dominierten dieselben Arten die Fänge, wobei die Reihenfolge dieser Arten leicht unterschiedlich war (vgl. Tab. 55). So war bei der Beprobung im Herbst 2007 der Dorsch die häufigste Art in den Fängen. Dagegen war bei der Untersuchung 2010 die Sprotte am zahlreichsten in den Hols. Im Gegensatz dazu war sie bei der Untersuchung im Herbst 2007 lediglich die fünfthäufigste Art in den Fängen.

Die Biomasse der Fänge wurde bei beiden Kampagnen zu über 90% durch die Arten Dorsch, Flunder und Wittling bestimmt.

Tab. 55: Vergleich der Kenngrößen der Fischgemeinschaften in den Herbstfängen 2007 und 2010. Fett gedruckt: Unterschiede waren signifikant (p<0,05) (Quelle: IFAÖ 2013e)

Kenngröße	Herbst 2007	Herbst 2010	Statistischer Vergleich
Gesamtartenzahl	18	14	-
Artenzahl/Hol (Median)	9,5	10,0	p=0,540
Gesamtabundanz [Ind./ha] (Median)	143,5	297,8	**p=0,017**
Gesamtbiomasse [kg/ha] (Median)	47,7	64,7	p=0,076

Kenngröße	Herbst 2007	Herbst 2010	Statistischer Vergleich
Häufigste Arten (≥90%)	Dorsch (43,4%) Flunder (20,9%) Wittling (13,5%) Scholle (7,3%) Sprotte (5,5%)	Sprotte (34,7%) Dorsch (22,1%) Flunder (17,1%) Wittling (10,4%) Hering (7,5%)	-
Biomassereichste Arten (≥90%)	Dorsch (61,2%) Flunder (21,9%) Wittling (8,7%)	Dorsch (50,9%) Flunder (29,5%) Wittling (11,3%)	-
Diversität (Median)	1,560	1,692	p=0,126
Evenness (Median)	0,664	0,735	p=0,298
ANOSIM: R-Wert	0,815		**p=0,2%**
SIMPER: Mittlere Similarität (Ähnlichkeit) [%]	67,34		-
ANOSIM: R-Wert (ohne pelagische Fischarten)	0,509		**p=0,4%**
SIMPER: Mittlere Similarität [%] (ohne pelagische Fischarten)	80,71		-

In Abb. 92 sind die Ergebnisse der Gemeinschaftsanalyse dargestellt. Bei einer Similarität von 70% separierten sich die meisten der 2010 durchgeführten Hols von denen des Jahres 2007. Die ANOSIM-Analyse ergab einen Global R-Wert von 0,815 (p=0,2%). Das bedeutet, dass sich die Fänge beider Beprobungen signifikant unterschieden. Diese Unterschiede waren nach SIMPER zu über 55% durch die pelagischen Arten Sprotte, Hering und Stint bedingt. Diese Arten waren in den Fängen im Herbst 2010 weitaus abundanter als bei der Beprobung 2007, wobei der Stint nur im Herbst 2010 gefangen werden konnte. Die anderen Arten wie Dorsch, Flunder, Wittling und Scholle zeigten im Vergleich dazu keine deutlichen Abundanzunterschiede zwischen beiden Kampagnen. Dennoch war auch bei ihnen die Abundanz in den Fängen 2010 etwas größer als in den Fängen 2007.

Bei beiden Kampagnen wurde für die Befischung ein Grundschleppnetz (WPT) eingesetzt. Dieses Fanggerät kann aber pelagische Arten nicht repräsentativ erfassen. Daher stellen die Fänge dieser Arten lediglich qualitative Nachweise dar, aus denen keine aussagekräftigen Rückschlüsse gezogen werden können. Eine Gemeinschaftsanalyse ohne pelagische Arten ergab zwischen den Fängen beider Kampagne eine größere Übereinstimmung (Mittlere Similarität von 80,71%) (vgl. Tab. 55). Auch die ANOSIM-Analyse bestätigt diese Ergebnisse. Mit einem Global R-Wert von 0,509 lassen sich zwar die beiden Untersuchungen noch gut voneinander trennen (vgl. Tab. 55), dennoch deutet dieser Wert auf Übereinstimmungen zwischen beiden Beprobungen hin.

Abschließend zu diesem Kapitel kann man folgendes zusammenfassen: Die vorgefundene Fischfauna war bei der Untersuchung im Herbst 2010 in ihrer Artzusammensetzung sehr ähnlich zu den der früheren Beprobungen. Es ist daher davon auszugehen, dass die Fischgemeinschaft innerhalb der Vorhabensgebietserweiterung von denselben Arten bestimmt wird, wie innerhalb des ursprünglichen Vorhabensgebietes.

Abb. 92: ***2-dimensionale MDS der Herbstfänge in den Untersuchungsjahren 2007 und 2010. Die Darstellung basiert auf einer Bray-Curtis-Ähnlichkeitsmatrix Quadratwurzel-transformierter Abundanzdaten [Ind./ha] der einzelnen Arten (Quelle: IFAÖ 2013e)***

Vergleich mit Literaturangaben

In der Ostsee ist die Verbreitung der Organismen maßgeblich durch den starken Gradienten des Salzgehaltes bestimmt. In der westlichen Ostsee herrschen eher marine Verhältnisse mit einer entsprechenden Fischfauna vor, während im Osten eher limnische Arten vorkommen. Die Arkonasee gilt als Übergangsgebiet zwischen der westlichen Ostsee in die „eigentliche“ Ostsee. Insgesamt sind in der Ostsee 144 Fischarten nachgewiesen worden, darunter 97 Meeresfischarten, 7 Wander- und 40 Süßwasserfischarten (THIEL et al. 1996). Werden alle jemals in der Ostsee aufgetretenen Einzelnachweise mit berücksichtigt, besteht die Liste derzeit aus 176 Arten (WINKLER et al. 2000). Die Anzahl der marinen Fischarten nimmt von Westen nach Osten hin ab. Aber nicht nur die Anzahl der marinen Fischarten, sondern auch die Gesamthäufigkeit der Fischarten nimmt von Westen nach Osten und nach Norden hin ab. In der Mecklenburger Bucht sind noch 70, in der südlichen / mittleren Ostsee noch 40-50 marine Fischarten nachzuweisen (NELLEN & THIEL 1996).

Bei allen im Bereich des OWP „ARCADIS Ost 1“ durchgeführten Untersuchungen wurden insgesamt 21 Fischarten festgestellt (Tab. 56). Die Arten Dorsch, Wittling, Flunder, Scholle, Kliesche, Hering und Sprotte konnten bei allen Kampagnen nachgewiesen werden. Diese Arten zählten bei jeder Kampagne zu den präsentesten und dominantesten Arten in den Fängen. Von den 21 festgestellten Fischarten gehörten 19 zu den marinen Arten. Mit dem Aal und dem Stint wurden auch 2 Wanderfischarten nachgewiesen. Im Vergleich zu den Angaben von NELLEN & THIEL (1996) mit 40-50 marinen Arten für die südliche Ostsee ist der nachgewiesene Anteil von 21 Arten über einen Zeitraum von nur fünf Fischereikampagnen als mittel einzustufen (42-53%). Auch bei einer früheren Untersuchung im benachbarten Adlergrund konnten bei nur drei durchgeführten Kampagnen 17 Arten festgestellt werden (IFAÖ 2003b). Diese vergleichsweise geringe Artenvielfalt beider Untersuchungen ist wahrscheinlich auf den geringen Fischereiaufwand (5-10 Fischereihols je Kampagne) zurückzuführen. Je höher der fischereiliche Aufwand desto höher sind die zu erwartenden Artnachweise.

Tab. 56: Liste aller erfassten Fischarten mit ihren Präsenzen in den Fängen im Gebiet „ARCADIS Ost 1“ (Untersuchungszeitraum November 2007 bis November 2010). [1]- Vorhabensgebiet (2007-2008); [2]- Referenzgebiet; [3]- Vorhabensgebietserweiterung (2010); Ges.- Gesamt (Quelle: IFAÖ 2013e)

Art (wiss. Name)	Deutscher Artname	Präsenz					
		Nov_07[1]	Mai_08[1]	Jun_08[2]	Aug_08[1]	Nov_10[3]	Ges.
Anguilla anguilla	Flussaal	10,0	-	40,0	60,0	80,0	33,3
Clupea harengus	Hering	90,0	90,0	70,0	100	100	88,9
Enchelyopus cimbrius	4-bärt. Seequappe	70,0	30,0	100	60,0	-	57,8
Eutrigla gurnardus	Grauer Knurrhahn	10,0	-	-	-	-	2,2
Gadus morhua	Dorsch	100	100	90,0	100	100	97,8
Limanda limanda	Kliesche	80,0	80,0	100	40,0	40,0	71,1
Merlangius merlangus	Wittling	100	100	90,0	100	100	97,8
Mullus barbatus	Rote Meerbarbe	10,0	-	-	-	-	2,2
Mullus surmuletus	Streifenbarbe	20,0	-	-	-	40,0	8,9
Osmerus eperlanus	Stint	-	-	-	-	100	11,1
Platichthys flesus	Flunder	100	100	100	100	100	100
Pleuronectes platessa	Scholle	100	100	100	60,0	100	91,1
Pomatoschistus minutus	Sandgrundel	40,0	-	-	-	-	8,9
Psetta maxima	Steinbutt	70,0	10,0	-	-	20,0	20,0
Scomber scombrus	Makrele	-	-	-	-	40,0	4,4
Solea solea	Seezunge	10,0	-	-	-	-	2,2
Sprattus sprattus	Sprotte	70,0	100	30,0	100,0	100	77,8
Trachinus draco	Petermännchen	10,0	-	-	-	-	2,2
Trachurus trachurus	Holzmakrele	90,0	-	-	-	80,0	28,9
Trigla lucerna	Roter Knurrhahn	10,0	-	-	-	-	2,2
Trisopterus minutus	Zwergdorsch	-	-	-	-	20,0	2,2
Gesamtartenzahl [n]		**18**	**9**	**9**	**9**	**14**	**21**
Anzahl Hols [n]		**10**	**10**	**10**	**10**	**5**	**45**

Nach NELLEN & THIEL (1996) wird die benthische Fischgemeinschaft in der offenen westlichen Ostsee besonders durch die Fischarten Dorsch, Flunder und Scholle bestimmt, während die pelagische Fischgemeinschaft vor allem durch Hering und Sprotte dominiert wird. Auch bei den aktuellen Untersuchungen (2007-2010) waren diese Arten am häufigsten

Der Diversitätsindex im Untersuchungsgebiet „ARCADIS Ost 1“ war bei den Kampagnen im Herbst 2007 und auch 2010 mit Werten von 1,6 und 1,7 am höchsten und damit war die Mannigfaltigkeit im Herbst am größten. Im Frühjahr 2008 war der Diversitätsindex mit 1,1 am niedrigsten. Verglichen mit den Diversitätsindizes aus früheren Untersuchungen in der Ostsee, in weitestgehend räumlicher Nähe, zeigte sich, dass die Diversität bei den Herbstbeprobungen (2007 und 2010) höher war (IFAÖ 2003a und b). Bei diesen Untersuchungen (IFAÖ 2003a und b) lagen die Diversitätsindizes zwischen 0,96 und 1,21. Die Werte der Sommer- und Frühjahrskampagnen 2008

stimmten gut mit diesen Untersuchungswerten (IFAÖ 2003a und b) überein. Der im Vergleich dazu hohe Diversitätsindex der Herbstkampagnen wurde vor allem durch Einzelfunde hervorgerufen.

- Saisonalität

Die saisonalen Unterschiede der Kampagnen (Herbst 2007 bis Sommer 2008) des Vorhabensgebietes untereinander waren deutlich ausgeprägt. Vor allem die Hols der Sommerkampagne zeigten eine deutliche Trennung zu denen des Herbstes und Frühjahrs. Der Hauptgrund dafür war die kleinere mittlere Abundanz der meisten Arten in den Fängen während der Sommerbeprobung. Die vergleichsweise geringen Unterschiede zwischen den beiden anderen Kampagnen wurden dadurch bedingt, dass Arten wie Dorsch oder Sprotte im Frühjahr abundanter waren als im Herbst. Dagegen wiesen andere Arten wie z. B. Scholle oder Holzmakrele bei der Herbstbeprobung eine größere Abundanz auf. Auch bei anderen Untersuchungen aus benachbarten Gebieten wie OWP „Adlergrund“ und OWP „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) wiesen die Fänge deutliche saisonale Unterschiede auf (IFAÖ 2003 a, b).

- Abundanz, Biomasse und Längenverteilung

Der Dorsch war bei fast allen Kampagnen im Vorhabensgebiet sowie bei der einen Kampagne im Referenzgebiet die dominanteste Art in den Fängen, sowohl in der Abundanz als auch in der Biomasse. Nur bei der Untersuchung im Herbst 2010 hatte die Sprotte eine größere Abundanz in den Hols als der Dorsch. Der Dorsch wies im Untersuchungszeitraum mittlere Abundanzen von 25,4 – 130,6 Ind./ha bzw. mittlere Biomassen von 6,7-60,2 kg/ha auf. Auch bei früheren Untersuchungen aus den Gebieten OWP „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) war der Dorsch im gesamten Betrachtungszeitraum die häufigste Art (IFAÖ 2003a, b). Des Weiteren wies der Dorsch in diesen Untersuchungen ähnliche Abundanzen und Biomassen auf wie im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“. Bei diesen drei Untersuchungen zeigte der Dorsch jeweils bei den Frühjahrsfängen die größten Abundanzen und Biomassen.

Neben dem Dorsch hatten noch die Arten Flunder, Wittling und Scholle bei den durchgeführten Untersuchungen im OWP „ARCADIS Ost 1“ einen großen Anteil an der Abundanz und Biomasse der Fänge. Sie zählten zusammen mit dem Dorsch zu den Charakterarten der demersalen Fischgemeinschaft in diesem Gebiet. Bei der Kampagne im Herbst 2010 waren außerdem die pelagischen Arten Sprotte und Hering sehr abundant in den Fängen. Mit dem eingesetzten Fanggerät (Grundschleppnetz) können aber diese pelagischen Arten nicht repräsentativ erfasst werden. Die Fänge dieser Arten stellen daher lediglich qualitative Nachweise dar, aus denen keine aussagekräftigen Rückschlüsse gezogen werden können. Auch bei den Untersuchungen zum OWP „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) gehörten Flunder, Scholle und Wittling zu den abundanz- und biomassestärksten Arten in den Fängen. Auch hier war die Flunder nach dem Dorsch die zweithäufigste Art. Dabei wies sie im Gebiet „Adlergrund“ im Gegensatz zu den beiden anderen Gebieten ihre größte mittlere Abundanz während der Sommerkampagne auf.

Auch hinsichtlich der Längenzusammensetzung zeigten sich keine deutlichen Unterschiede. Für die Charakterarten war ein vergleichbares Auftreten in der Verteilung der entsprechenden Altersklassen gegeben. Alle in dieser Untersuchung nachgewiesenen Altersklassen konnten hinsichtlich ihres Auftretens sowie ihren Abundanzen ebenso in den Untersuchungen zu den OWP „Adlergrund“ (nicht genehmigt) und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) nachgewiesen werden. Aber auch in diesen Untersuchungen fielen insgesamt die geringen Nachweise an ausgewachsenen und somit älteren Tieren auf.

Insgesamt zeigten die Untersuchungen aus den drei Gebieten „ARCADIS Ost 1“, „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) in ihrer Artzusammensetzung sowie in den Abundanz- und Biomasseverhältnisse und der Längenverteilung der einzelnen Arten große Übereinstimmungen.

Vorbelastungen Fische und Rundmäuler

Der Meeresboden im Vorhabensgebiet ist keinen systematischen und gezielten anthropogenen Nutzungsformen ausgesetzt. Weder wird das Gebiet bergbaulich noch als Verklappungsstelle genutzt. Durch den starken Gesamteintrag an Nährstoffen in die Ostsee und die damit verbundene Eutrophierung des Wasserkörpers ist auch das Vorhabensgebiet vorbelastet.

Als Vorbelastung ist der trotz der Absicht der EU-Kommission, dem dramatischen Rückgang der Fischbestände durch eine bessere Einbeziehung der Erfordernisse des Umweltschutzes in die Gemeinsame Fischereipolitik (GFP) zu begegnen, vorhandene Überfischungsgrad zu nennen (SRU 2003). Die Überfischung der wirtschaftlich genutzten Bestände konnte trotz Schonzeiten, Mindestanlandegrößen, Schongebieten, Mindestnetzmaschenweiten, Beifangbeschränkungen und Fangmengenbegrenzung nicht verhindert werden. Die wirtschaftlich genutzten Fischarten (z. B. Dorsch) weisen durch den hohen Fischereidruck unnatürliche Längenverhältnisse auf (so genannte Wachstumsüberfischung, d. h. Tiere größerer Längenklassen sind z. T. kaum noch vorhanden). Ferner muss der Beifang von untermaßigen Individuen und Nichtzielarten als Vorbelastung gewertet werden. Für den Beifang von Jungfischen gilt dies auch deshalb, weil er in doppelter Hinsicht zum Verlust zukünftiger Fangmöglichkeiten führt: Da die zurück geworfenen Fische aufgrund der erlittenen Verletzungen in einer Größenordnung von ca. 90% nicht überleben, können sie später nicht mehr mit erlaubter Größe angelandet werden und auch nicht mehr zur Reproduktion des Bestandes beitragen (SRU 2003).

Die hauptsächliche, lebensraumverändernde, anthropogene Vorbelastung im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ ist die Schleppnetzfischerei. Auf den von VBW & NAUTIK NORD (2009) im Zeitraum November / Dezember 2008 und von VBW (2011) im Oktober 2010 durchgeführten Seitensicht- Sonaraufnahmen (SSS) sind eindeutige Schleppstrichspuren erkennbar (vgl. Abb. 43), die sich über das gesamte Gebiet erstrecken. Die fischereiliche Nutzung scheint in diesen Bereichen hoch zu sein.

Die Intensität der Schleppnetzfischerei konnte im Rahmen der Seevogelzählungen des IfAÖ durch Zählung von Kuttern und Netzstangen ermittelt werden. Die höchste Fischereiaktivität wurde bei der Flugzeugzählung am 15.12.2007 mit 20-30 Kuttern im Seegebiet festgestellt. An den weiteren Terminen (Zeitraum 09/2007 bis 05/2008 und 28.02.2009) wurden nur wenige bis maximal 7 Fahrzeuge gesichtet. Stellnetze wurden ufernah an der Halbinsel Wittow und östlich entlang der Hangkante zur nördlichen Oderbank bzw. zum Adlergrund, nicht aber im Vorhabensgebiet registriert (vgl. Abb. 10).

Dies wird darüber hinaus deutlich im Gutachten des IfAÖ zur Fischerei (IFAÖ 2013g; Anhang 1). Die Anlandungen aus dem betreffenden ICES-Rechteck 38G3 für die Jahre 2004 bis 2008 weisen hohe Fangmengen an Hering, Dorsch und Flunder auf. Die Gesamtfangmenge erreichte 2006 den größten Wert des betrachteten Zeitraums. Im Rechteck 38G3 wurden zwischen 2004 und 2008 insgesamt 44.817 t Fisch angelandet. Damit gehört das ICES-Rechteck 38G3 zu einem der wichtigsten Fischfanggebiete der westlichen Ostsee.

Die Überfischung scheint die Hauptursache für die Bestandsrückgänge vieler Arten zu sein, die dann natürliche Schwankungen des Ökosystems nicht mehr ausgleichen können. Auch werden dem System durch Fischerei eine hohe Anzahl geschützter und gefährdeter Fisch- und Rundmaularten entnommen.

Insgesamt scheint die Befischungsintensität im Vorhabensgebiet hoch, aber nicht dramatisch zu sein. Aus den durchgeführten Untersuchungen kann nicht abgleitet werden, dass die Fische die betroffenen Räume komplett meiden bzw. das starke Anzeichen einer Überfischung gefunden wurden.

Über weitere anthropogene Aktivitäten, die eine Beeinträchtigung der Fischfauna nach sich ziehen würde, wie Veränderungen des Lebensraums durch Eutrophierung, durch Schadstoffeinträge (Düngung, Pestizideinsatz in der Landwirtschaft), durch wasserbauliche Maßnahmen oder durch Einschleppung von Fremdfischen, ist für dieses Gebiet über das "normale" Maß der Ostsee hinaus nur wenig bekannt.

Die Vorbelastung der Fische wird im Vorhabensgebiet aufgrund der Fischereiaktivitäten und der Eutrophierung als mittel eingestuft.

4.7.4.3 Bestandsbewertung Fische und Rundmäuler

Die Bewertung der Artengruppe Fische erfolgt getrennt nach den übergeordneten Kriterien von Seltenheit und Gefährdung, regionale und überregionale Bedeutung, Vielfalt und Eigenart sowie Natürlichkeit.

Bewertungsmethodik Fische und Rundmäuler

Tab. 57: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit / Gefährdung, Vielfalt / Eigenart und Natürlichkeit von Fischen und Rundmäulern

Seltenheit und Gefährdung	Vielfalt und Eigenart	Natürlichkeit	regionale / überregionale Bedeutung	Wertstufe
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „potentiell gefährdet“ und „nicht gefährdet“	geringe Anzahl regelmäßig vorkommender Arten	Störungen, die die Eignung des Gebietes für Fische in größerem Umfang oder über längere Zeit herabsetzt	die vorgefundene Fischgemeinschaft kommt in der südlichen Ostsee häufig vor	gering
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „2“ (stark gefährdet) und „3“ (gefährdet)	mittlere Anzahl regelmäßig auftretender Arten bzw. die dem Lebensraum entsprechenden Arten kommen in untypisch geringen Dichten oder Häufigkeiten vor	deutliche Störungen, die zeitlich begrenzt sind oder eine geringe Intensität aufweisen	die vorgefundene Fischgemeinschaft tritt in der südlichen Ostsee regional selten auf	mittel
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „0“ (ausgestorben / verschollen) und „1“ (vom Aussterben bedroht)	hohe Anzahl regelmäßig vorkommender Arten bzw. die dem Lebensraum entsprechende Artengemeinschaft wird stetig mit typischen Dichten festgestellt	keine oder geringe Störungen	die vorgefundene Fischartengemeinschaft tritt in der südlichen Ostsee selten bis sehr selten auf	hoch
Vorkommen von Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie				

Bewertung Fische und Rundmäuler

Während der Untersuchungen konnten mit dem Europäischen Flussaal und dem Petermännchen nur zwei Rote-Liste-Arten nachgewiesen werden (FRICKE et al. 1996). Das Petermännchen kam dabei nur einmal als Einzelexemplar in den Fängen im Herbst 2007 vor. Daher kann man davon ausgehen, dass das Petermännchen in diesem Gebiet nur sehr sporadisch vorkommt. Das Petermännchen als reine marine Art bevorzugt höhere Salzgehalte. Sein Hauptverbreitungsgebiet ist vor allem die Nordsee, Skagerrak und Kattegat (MUUS & NIELSEN 1999). Im Gegensatz zum Petermännchen trat der Aal regelmäßig in den Fängen im Vorhabens- wie auch Referenzgebiet auf. Er fehlte nur in den Hols der Frühjahrskampagne. Insgesamt konnte er in 15 von 45 Hols nachgewie-

sen werden. Das untersuchte Baugebiet wurde demzufolge vom Aal regelmäßig aufgesucht (Nahrungssuche) oder auf dem Weg zur Nordsee durchwandert. Dabei sind die Gefährdungsursachen für den Europäischen Flussaal sehr vielfältig. Dazu kann die direkte Befischung im gesamten Verbreitungsgebiet gerechnet werden. Hinzu zählen aber genauso die Wasserbaumaßnahmen sowie die Schadstoffeinträge in den aquatischen Lebensraum (FRICKE et al. 1996). In der Ostsee findet die Aalfischerei vor allem im Sommer und im Herbst statt. Dabei wird im Sommer vorwiegend der so genannte „Gelbaal“ (vor der Laichreife) befischt. Im Herbst ist dann der in Richtung Nordsee und die Sargassosee zum Laichen abwandernden „Blankaal“ (silberne Form) von der Fischerei betroffen. Zu den Aalbeständen der Ostsee existieren zurzeit keine genauen Angaben. Die rückläufigen Fänge lassen jedoch darauf schließen, dass die Bestandszahlen sowohl in der Ostsee als auch in den Zuflüssen sinken (RECHLIN & BAGGE 1996). Einen besonders intensiven Einfluss auf die Bestandsgröße stellt die Glasaalfischerei in Irland, Großbritannien sowie in Frankreich dar. Hier werden in hohem Maße larvale Stadien des Aales abgefischt, die sich auf dem Weg zu ihren Aufwuchsgebieten im Bereich des europäischen Festlandes befinden. Als weitere bestandsmindernde Einflüsse sind Habitatverluste (Durchgängigkeiten von Gewässern, Trockenlegung von Überschwemmungsgebieten) sowie der starke Eintrag an Schadstoffen anzusehen (EURONATUR 2005).

Auch bei den Untersuchungen in den benachbarten Gebieten OWP „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) konnte nur der Europäische Flussaal als gefährdete Art der Kategorie 3 regelmäßig in den Fängen angetroffen werden.

Während der Untersuchungen konnten keine Arten, die im Anhang II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) aufgeführt sind, gefangen werden. Demnach kann das Untersuchungsgebiet für das Kriterium der Seltenheit und Gefährdung als **mittel** eingestuft werden.

Die Ichthyofauna des Untersuchungsgebietes „ARCADIS Ost 1“ kann aufgrund des kurzen Betrachtungszeitraums sowie des vergleichsweise geringen Fischereiaufwandes mit insgesamt 21 Arten als mittel eingestuft werden. Die Zusammensetzung der Fischgemeinschaft war für dieses Gebiet sehr typisch THIEL et al. (1996). Der Großteil der Arten konnte relativ regelmäßig in den Fängen nachgewiesen werden, aber teilweise in geringen Dichten. Saisonale Schwankungen einzelner Arten in ihren Abundanzen und Biomassen waren natürlich induziert (z. B. Laichwanderung). Das erfasste Arteninventar zeigte nur einen kleinen Ausschnitt der über Langzeituntersuchungen insgesamt in diesem Seegebiet erfassten Fischarten. Nach NELLEN & THIEL (1996) kommen in der südlichen Ostsee 40-50 marine Arten vor. In den benachbarten Gebieten OWP „Adlergrund“ und OWP „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) konnten in einem ähnlichen kurzen Betrachtungszeitraum insgesamt 17 bzw. 26 Arten nachgewiesen werden (IFAÖ 2003 a und b).

Zusammenfassend kann die Vielfalt und Eigenart der Fischgemeinschaft im Untersuchungsgebiet als durchschnittlich bezeichnet werden (**mittlere** Bewertungsstufe).

Für die Beurteilung der Natürlichkeit wird die Intensität der fischereilichen Nutzung (Fischereidruck), welche die wirksamste Störgröße darstellt, als Bewertungsmaßstab herangezogen. Weitere Störgrößen, wie Eutrophierung, Schiffsverkehr, Schwermetalle, etc. können aufgrund der unzureichenden Bewertungsgrundlagen nur bedingt betrachtet werden.

Die angetroffene Fischzönose unterliegt in der Ostsee einem starken fischereilichen Druck durch die kommerziell genutzten Fischarten, wie Dorsch, Scholle und Hering. Durch die direkte Fischerei auf Dorsch und Hering (Hauptzielfischarten der Ostsee) ist die Mortalität der laichfähigen Tiere beider Arten groß. Zum Teil erreichen diese Fischarten nicht einmal ihre erstmalige Laichreife. Ein Indiz für die starke kommerzielle Nutzung des Dorsches ergab sich aus seiner Längenverteilung. Die Hauptlängenklassen dieser Art lagen zwischen 30 - 45 cm. Ab den Längenklassen über 50 cm waren die Nachweise nur noch gering. Dorsche mit Längen über 50 cm traten nur als Einzelfänge

auf, obwohl nach MUUS & NIELSEN (1999) die Dorsche Größen von über einem 1 m erreichen können. Daneben gibt es auch noch die indirekte Fischerei durch Beifänge von Kleinfischarten oder kommerziell unrelevanten Arten. Zwar werden die Beifänge als Discard wieder über Bord geworfen, doch ist die mechanische Schädigung dieser Tiere verhältnismäßig hoch, wodurch sich eine deutlich höhere Mortalität ergibt. Die Eutrophierung von Seegewässern durch den Eintrag von Schad- und Nährstoffen aus den Zuflüssen, ist eine weitere Einfluss nehmende Größe. So kann es vor allem Herbst nach verstärkten Algenblüten durch hohen Nährstoffeintrag, zu einem partiellen Sauerstoffdefizit am Grund kommen, nachdem die abgesunkenen Algenblüten mikrobiell abgebaut wurden. Es ergibt sich dadurch eine **mittlere** Einstufung der Fischgemeinschaft bei der Betrachtung der Natürlichkeit.

In der Ostsee werden nach NELLEN & THIEL (1996) drei Fischgemeinschaften unterschieden:

a) die pelagische Fischgemeinschaft, die als Hauptart den Hering einschließt. Weitere Arten in dieser Gemeinschaft sind Sprotte, Lachs und Meerforelle,

b) die benthische oder demersale Fischgemeinschaft, zu der Dorsch, Flunder, Scholle und Steinbutt gehören,

c) die litorale Fischgemeinschaft, zu der viele juvenile Stadien der pelagischen Arten gehören und auch die typischen Bewohner der Seegraswiesen, wie Seenadelarten und Seestichling.

Im Untersuchungsgebiet wurden Fischartengemeinschaften des Typs a) und b) festgestellt. Dabei sei angemerkt, dass mit dem verwendeten Grundschleppnetz die pelagische Fischgemeinschaft nicht quantitativ erfasst werden konnte und somit ihre Fänge nicht repräsentativ für das Vorkommen dieser Arten im Gebiet sind. Auch in den Gebieten OWP „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“ (früher „Kriegers Flak“) wurden die Fänge vor allem durch Vertreter der benthischen oder demersalen Fischgemeinschaft bestimmt (IFAÖ, 2003a, b).

Das gesamte Untersuchungsgebiet wurde vor allem durch schlickige Sedimente bestimmt. Seegraswiesen und andere Makrophyten (wie z. B. *Fucus* spec.) kamen aufgrund der großen Tiefe (35-40 m) nicht vor. Das Untersuchungsgebiet repräsentiert demnach die für die südliche Ostsee typischen unstrukturierten Offshore Schlickhabitate.

Das regelmäßige Vorkommen des Europäischen Flussaals deutet daraufhin, dass diese Art dieses Gebiet häufig durchwandert und als Nahrungsgebiet nutzt. Als katadrome Wanderfischart mit der Rote-Liste-Gefährdungsstufe „3“ nimmt der Europäische Flussaal eine Sonderstellung in den Fischarten-Gemeinschaften ein. Es wurden im Untersuchungszeitraum fast ausschließlich große Tiere (TL >50 cm) gefangen, die sich möglicherweise bereits auf der Wanderung zu ihren Laichgründen befanden. Als Wander- und Aufenthaltsgebiet kommt dem untersuchten Gebiet demnach eine regionale Bedeutung für diese Art zu.

Die ermittelte Fischgemeinschaft ist in der südlichen Ostsee auf Schlick- und Sandböden auch an anderen Orten zu finden (siehe „Adlergrund“ und „EnBW Baltic 2“, früher „Kriegers Flak“), deshalb wird die regionale und überregionale Bedeutung des Untersuchungsgebietes als **gering** eingestuft.

Da bei den Fischen keine Besonderheiten zu berücksichtigen sind, gehen alle Bewertungen entsprechend des in der UVS beschriebenen Aggregationsverfahrens ein (Tab. 58). Entsprechend findet das gesamte Wirkungsgefüge im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mit einer **mittleren** Bewertung Berücksichtigung.

Tab. 58: Zusammenfassende Bewertung für Fische und Rundmäuler

Kriterien der Bestandsbewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Vielfalt und Eigenart	mittel	Artenvielfalt im Rahmen normaler Ausstattung
Seltenheit und Gefährdung	mittel	Nachweis zweier Rote Liste Arten im Vorhabensgebiet, kein Nachweis von FFH-Anhang II Arten
Natürlichkeit	mittel	Nachweisbarer Einfluss des Fischereidrucks auf die Populationsstruktur charakteristischer Arten
Regionale und Überregionale Bedeutung	gering	Typische Fischgemeinschaft auf Schlick- und Sandböden der südlichen Ostsee
Gesamtbewertung	mittel	

4.7.5 Rastvögel

Da das untersuchte Gebiet keine Landanteile umfasst, werden Brutvögel für dieses Vorhaben nicht betrachtet. Auf dem Meer Futter suchende Brutvögel werden bei den Rastvögeln mitberücksichtigt und mit diesen unter dem Begriff Seevögel zusammengefasst (IFAÖ 2013h). Die Artengruppe Zugvögel wird im nächsten Kapitel 4.7.6 gesondert behandelt.

4.7.5.1 Daten- und Informationsgrundlagen Rastvögel

Die Analyse und Bewertung des Bestandes der Seevögel im Vorhabensgebiet stützt sich hauptsächlich auf das Fachgutachten Seevögel (IFAÖ 2013h). Ein Überblick über die Untersuchungsmethodik wird in Kap. 3.2.7 gegeben, für detaillierte Angaben wird auf das Gutachten verwiesen. Ferner sind die Ergebnisse zahlreicher weiterer Rastvogelerfassungen und umfangreiche Literaturdaten verfügbar.

Für Vögel bestehen umfangreiche Informationen auf der Grundlage der SAS (Seabirds-at-Sea Datenbank) die z. B. mit GARTHE & SONNTAG (2004) sowie mit dem MINOS/MINOS+-Projekt (GARTHE et al. 2004) aufbereitet wurden. Ferner können u. a. weitere Zählungen und Literatur genannt werden (Auswahl):

- Rastvogelzählungen (vor allem Wintervogel-Zählung) (LUNG)
- Analyse und Bewertung der Lebensraumfunktion der Landschaft für rastende und überwinternde Wat- und Wasservögel (IFAÖ 2005b und 2007c)
- Meeresenten-Flugzeugzählungen an der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern (ab Winter 1991/92, 1993/94, 1994/95, 1996/97, 1998/99, 2000/01; 2002/2003 z. B. NEHLS et al. 2003, IFAÖ 2007c)
- im Zeitraum von 1987 bis 1997 durch die dänische Firma Ornis Consult Ltd. durchgeführte 12 Zählungen in der südwestlichen Ostsee (aus der von Ornis Consult Ltd. entwickelten BALTS-AS-Datenbank wurden für dieses Gutachten durch SKOV et al. (2000) (DHI) die Daten für das Seegebiet der deutschen Hoheitsgewässer und AWZ selektiert).
- Internationale Wasservogelzählung mit landseitiger Erfassung der Rastbestände entlang der Küste Mecklenburg-Vorpommerns seit mehr als 30 Jahren (GARTHE et al. 2003)
- Die Karte zur Analyse und Bewertung der Lebensraumfunktion der Landschaft für rastende und überwinternde Wat- und Wasservögel vom 05. Dezember 2008 (LUNG M-V 2008) und das dazu gehörende Fachgutachten von I.L.N. & IFAÖ (2007) werden einbezogen.

Weitere relevante Literatur:

DURINCK, J., SKOV, H., JENSEN, F.P. & S. PIHL (1994):
Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. Copenhagen.

GARTHE, S. (2003):
Erfassung von Rastvögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Abschlussbericht für das F+E-Vorhaben FKZ: 802 85 280 - K 1 (Bundesamt für Naturschutz). Büsum.

GARTHE, S. & SONNTAG, N (2004):
Erfassung von Meeressäugetieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Ost- und Nordsee (EMSON): Teilvorhaben Seevögel. Zwischenbericht für das F+E-Vorhaben FKZ: 802 85 260 des Bundesamtes für Naturschutz).

NEHLS, H.-W.; LAMBERT, K. & H.-H. ZÖLLICK (1992-2004):
Bestand und Verbreitung der Meeresenten auf der Ostsee vor Mecklenburg-Vorpommern im Mittwinter 1992-2003. unveröff. Gutachten im Auftrag des Umweltministeriums M-V.

SONNTAG, N.; MENDEL, B. & S. GARTHE (2006):
Die Verbreitung von See- und Wasservögeln in der deutschen Ostsee im Jahresverlauf. Vogelwarte 44: 81-112.

4.7.5.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Rastvögel

Die folgende Beschreibung des Seevogelbestandes stellt eine Zusammenfassung des Fachgutachtens Seevögel (IFAÖ 2013h) dar. Für weitere Erläuterungen wird auf das Fachgutachten verwiesen.

Insgesamt wurden 25 Seevogelarten erfasst (s. Tab. 59). Bei der Berechnung der Stetigkeiten wurden auch Zählungen berücksichtigt, bei denen die jeweilige Art nicht rastend, sondern nur fliegend beobachtet wurde (z. B. Eiderente).

Tab. 59: Bei den Schiffszählungen erfasste Seevogelarten (einschließlich fliegender Vögel) und ihr internationaler Schutzstatus (IFAÖ 2013h)

Art	Stetigkeit	Stetigkeit schwimmender Vögel	Status EU-VRL[1]	Status AEWA[2]
Prachttaucher *Gavia arctica*	50%	33%	**I**	**X**
Sterntaucher *Gavia stellata*	75%	50%	**I**	**X**
Seetaucher *Gavia spec.*	83%	42%		
Gelbschnabeltaucher *Gavia adamsii*	8%			**X**
Wellenläufer *Oceanodroma leucorhoa*	8%			
Kormoran *Phalacrocorax carbo*	50%	17%		**X**
Eiderente *Somateria mollissima*	42%			**X**
Trauerente *Melanitta nigra*	75%	17%		**X**
Samtente *Melanitta fusca*	58%			**X**
Eisente *Clangula hyemalis*	58%			**X**
Mittelsäger *Mergus serrator*	33%	8%		**X**
Gänsesäger *Mergus merganser*	25%		**II**	**X**
Raubmöwe spec.	8%			

Art	Stetigkeit	Stetigkeit schwimmender Vögel	Status EU-VRL[1]	Status AEWA[2]
Spatelraubmöwe *Stercorarius pomarinus*	8%	8%		
Zwergmöwe *Larus minutus*	17%		I	X
Lachmöwe *Larus ridibundus*	25%			X
Sturmmöwe *Larus canus*	92%	33%		X
Heringsmöwe *Larus fuscus*	17%	17%		X
Silbermöwe *Larus argentatus*	100%	100%		X
Mittelmeermöwe *Larus michahellis*	8%	8%		X
Steppenmöwe *Larus cachinnans*	17%	8%		X
Mantelmöwe *Larus marinus*	100%	67%		X
Trottellumme *Uria aalge*	100%	100%		
Tordalk *Alca torda*	75%	58%		

[1] Angegeben sind die in Anhang I der EU- Vogelschutzrichtlinie aufgeführten Arten

[2] Angegeben sind die Arten, die dem Afrikanisch-Eurasischen Wasservogelabkommen (AEWA) unterliegen
spec. = unbestimmte Art

Nachfolgend werden die Bestandsschätzungen sowie das saisonale Auftreten der Arten überwiegend auf Grundlage der Schiffszählungen dargestellt. Die Phänologie wird dabei für jeden Flug als Individuen pro Kilometer und als hochgerechnete Individuenzahl je Schiffsausfahrt wiedergegeben.

Seetaucher

Bei den Schiffszählungen konnten ca. 88% der Seetaucher (120 von 137 Ind.) artbestimmt werden, davon waren 77% Pracht- und 23% Sterntaucher. Als Ausnahmeerscheinung wurde am 27.04.2008 ein Gelbschnabeltaucher beobachtet. Eine Unterscheidung der Arten bei Flugzeugzählungen ist nur ausnahmsweise möglich und unterblieb daher. Seetaucher wurden im Winter und auf dem Heimzug angetroffen, der seinen Höhepunkt im April erreichte und sich bis in den Mai erstreckte (s. Abb. 93).

Abb. 93: Saisonales Auftreten der Seetaucher im Untersuchungsgebiet bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Sowohl die Flugzeugzählungen (vgl. Abb. 94) als auch die Schiffszählungen zeigen für das Vorhabensgebiet ebenso wie die Fläche mit Pufferzone insgesamt eine geringe Bedeutung für Seetaucher. Die Bestandsschätzungen aufgrund im Transekt schwimmender Seetaucher ergeben für den Untersuchungszeitraum Anteile von 0 - 11,6% des Gesamtbestandes im Vorhabensgebiet einschließlich 2 km Pufferzone (vgl. Tab. 60). Diese Werte stützen sich auf die zuverlässigeren Flugzeugzählungen, da Seetaucher häufig weit vor Schiffen auffliegen, während sie bei Flugzeugzählungen in der Regel schwimmend erfasst werden können. Ein vergleichbares Bild liefern aber auch die Schiffszählungen, wobei vielfach keine oder nur vereinzelt fliegende Stern- und Prachttaucher angetroffen wurden (Tab. 61 bis Tab. 63). Zum Frühjahrsdurchzug im April wurden temporär größere Bestände errechnet, wobei aufgrund der hohen Korrekturfaktoren (vgl. IFAÖ 2013h) wenige gesehene Vögel ausreichen, um lokal hohe Dichten zu erzeugen, die entsprechende Bestände ergeben.

Abb. 94: ***Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Seetaucher (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 60: ***Bestandsschätzung der Seetaucher im Untersuchungsgebiet aufgrund von Flugzeugzählungen (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
September 2007	0	0	0	0
Oktober 2007	0,04	83	0	0
November 2007	0,09	203	0	0
Dezember 2007	0,25	587	0	45
März 2008	0,20	453	0	0
April 2008	0,71	1652	31	31
Mai 2008	0,12	280	0	0
Februar 2009	0,35	820	0	95

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001)

Tab. 61: ***Bestandsschätzung der Prachttaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0	0	0	0

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Dezember 2007	0	0-1	0	0-1
Januar 2008	0,02	7-9	0	0-1
März 2008	0,08	30-32	0	0-1
April 2008	0,49	188-189	0	112-113
Mai 2008	0	0	0	0
Januar 2009	0	0	0	0
Februar 2009	0	0	0	0

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001) [2]-unterer Wert: schwimmende Vögel (korrigiert), oberer Wert: zusätzlich fliegende Vögel im Transekt (unkorrigiert)

Tab. 62: Bestandsschätzung der Sterntaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone [2]
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0	0	0	0
Dezember 2007	0	0-3	0	0
Januar 2008	0,02	7-30	0	0-3
März 2008	0,09	34-46	0-3	0-8
April 2008	0,24	91-94	0-4	54-56
Mai 2008	0	0	0	0
Januar 2009	0	0-10	0	0
Februar 2009	0,12	47	0	0

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001) [2]-unterer Wert: schwimmende Vögel (korrigiert), oberer Wert: zusätzlich fliegende Vögel im Transekt (unkorrigiert)

Tab. 63: Bestandsschätzung der unbestimmten Seetaucher aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone [2]
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0	0-1	0	0
Dezember 2007	0	0-3	0	0
Januar 2008	0,02	7-12	0	0
März 2008	0,04	13-18	0	13
April 2008	0,05	18-23	0	11-13
Mai 2008	0	0	0	0

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone [2]
Januar 2009	0	0-33	0	0-24
Februar 2009	0	0-8	0	0-1

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001); [2]-unterer Wert: schwimmende Vögel (korrigiert), oberer Wert: zusätzlich fliegende Vögel im Transekt (unkorrigiert)

Meeresenten

Die im Untersuchungsgebiet beobachteten Trauer-, Eis-, Samt- und Eiderenten traten in nur geringen Anzahlen auf. Bei schwimmenden Enten handelte es sich wahrscheinlich um kurzzeitig rastende Trupps und nicht um regelmäßig anwesende Nahrungsgäste, da Wassertiefen über 30 m die Leistungsfähigkeit der benthophagen Meeresenten für eine reguläre Nahrungsaufnahme übersteigt. Die Vorkommen konzentrieren sich in der Regel auf küstennahe Flachwassergebiete oder Flachgründe im Offshore-Bereich (MENDEL et al. 2008).

Eisente

Bei Schiffszählungen lagen von Eisenten nur zwei Beobachtungen fliegender Vögel vor, so dass kein Rastbestand zu verzeichnen war. In dem wesentlich größeren Untersuchungsgebiet der Flugzeugzählungen, das auch flachere Seegebiete umfasste, wurden vergleichsweise wenige Eisenten registriert (s. Tab. 64). Sie rasteten bevorzugt entlang der Küste Rügens und des Adlergrundes, allerdings mit geringen Bestandszahlen. Im Vorhabensgebiet mit dem 2 km-Puffer wurden keine Eisenten festgestellt (s. Abb. 95). Die flugzeuggestützten Zählungen belegten das Vorkommen von Eisenten von November bis April mit einem Durchzugsmaximum im März (s. Abb. 97).

Abb. 95: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Eisenten (Quelle: IFAÖ 2013h)

Tab. 64: Bestandsschätzung der Eisente aufgrund von Flugzeugzählungen (Quelle: IFAÖ 2013h)

Monat	Dichte[1] (Ind. km⁻²)	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
September 2007	0	0	0	0
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0,45	1041	0	0
Dezember 2007	0,44	1021	0	0
März 2008	1,05	2424	0	0
April 2008	0,40	915	0	0
Mai 2008	0	0	0	0
Februar 2009	0,44	1015	0	0

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001)

Trauerente

Trauerenten traten im Untersuchungsgebiet in geringen Anzahlen und überwiegend als Durchzügler auf. Maxima wurden bei Flugzeugzählungen im November und April festgestellt (s. Abb. 97). Trauerenten rasteten bei Schiffszählungen nur einmalig im März 2008 (s. Tab. 65). Wahrscheinlich handelte es sich um kurzzeitig rastende Zugtrupps, da im März der Hauptdurchzug erfolgt (siehe IFAÖ 2013f). Die fliegend beobachteten Trauerenten ließen keine Dichteberechnungen zu. Innerhalb des Untersuchungsgebietes hielten sich Trauerenten nach flugzeugbasierten Zählungen ausschließlich am Übergang der Adlergrundrinne zum Arkonabecken mit maximalen Dichten von 64 Ind./km² auf. Das Vorhabensgebiet mit 2 km-Puffer wurde nicht tangiert (s. Abb. 96).

Abb. 96: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Trauerenten (Quelle: IFAÖ 2013h)

Tab. 65: Bestandsschätzung der Trauerente aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Monat	Dichte[1] (Ind. km⁻²)	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0	0	0	0
Dezember 2007	0	0	0	0
Januar 2008	0	0	0	0
März 2008	0,69	265	0	0
April 2008	0	0	0	0
Mai 2008	0	0	0	0
Januar 2009	0	0	0	0
Februar 2009	0	0	0	0

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001)

Eiderente

Bei den Flugzeugzählungen gab es zwei Beobachtungen von Eiderenten. Diese betrafen den flachen Küstenabschnitt vor Rügen (März) und eine Feststellung durchziehender Vögel im Oktober. Im Vorhabensgebiet mit 2 km-Puffer wurden keine Eiderenten festgestellt.

Samtente

Samtenten konnten ebenfalls nur bei Flugzeugzählungen erfasst werden. Es wurden vereinzelt fliegende Vögel dokumentiert. Die einzige Beobachtung schwimmender Samtenten erfolgte vor der Küste Rügens.

Abb. 97: Saisonales Auftreten von Meeresenten bei Flugzeugzählungen, enthalten sind schwimmende und fliegende Vögel (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Möwen

Bei den Beobachtungen vom Schiff konnten sieben Möwenarten im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Die mit Abstand häufigste und durchgehend anwesende Art war die Silbermöwe. Auch die unbestimmten Großmöwen, die große Ansammlungen hinter Fischkuttern bildeten, sind in sehr hohen Prozentsätzen dieser Art zuzurechnen. Die Vorkommen von Silber- und Mantelmöwe werden außerhalb der Brutzeit von der Intensität der Fischerei im Seegebiet beeinflusst (s. Abb. 99). Unter Umständen kann aber ein Fischkutter ausreichen, um eine große Anzahl von Großmöwen anzulocken.

Silbermöwe

Das Bestandsmaximum der Silbermöwe trat nach Flugzeug- und Schiffszählungen im Dezember 2007 auf. Zu dieser Zeit war die Fischereiintensität im südlichen Arkonabecken hoch (s. Abb. 99). Auch die räumliche Verteilung der Silbermöwen war deutlich an Fischereiaktivitäten gebunden (s. Abb. 98). Bei der Hochrechnung des Bestandes auf Grundlage der Schiffsdaten wurden Ansammlungen von Silbermöwen hinter Fischkuttern im Transekt nicht zur Dichteberechnung verwendet, sondern zum hochgerechneten Bestand addiert. Im Vorhabensgebiet und der 2 km-Pufferzone traten Silbermöwen regelmäßig auf (s. Tab. 66). In mehreren Monaten war der Anteil des Vorhabensgebietes mit Pufferzone am Bestand höher als der Flächenanteil, was auf die regelmäßige Fischerei im Bereich des Vorhabensgebietes zurückgeführt werden kann. Besonders im Dezember 2007 lag eine große Ansammlung hinter einem Kutter vor, der sich in der Pufferzone aufhielt. Daher wurde an diesem Termin der Hauptbestand der Möwen in diesem Bereich festgestellt (s. Tab. 66).

Abb. 98: ***Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Silbermöwen und Fischkutter (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 66: Bestandsschätzung der Silbermöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Monat	Dichte[1] (Ind. km⁻²)	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet [2]	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone [2]
Oktober 2007	0,33	127	9	14
November 2007	1,02	393	0	14
Dezember 2007	6,68	2567-4924	100-1400	981-2300
Januar 2008	1,51	580	36	129
März 2008	2,88	1107	72	301
April 2008	0,87	333	18	57
Mai 2008	0,17	67	0	14
Januar 2009	4,13	1584	127	365
Februar 2009	2,34	900	36	243

[1]- alle Sichtungen im Transekt, unkorrigiert; [2]-unterer Wert: alle Sichtungen im Transekt (unkorrigiert), oberer Wert: zusätzlich unbestimmte Großmöwen hinter Kutter (unkorrigiert)

Abb. 99: Saisonales Auftreten der Großmöwen sowie von Fischereiaktivitäten bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde 2009 nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Mantelmöwe

In den Wintermonaten erreichte die Mantelmöwe regelmäßig Bestände von hochgerechnet 50 bis maximal 600 Vögeln (s. Abb. 100, Tab. 67). Die Art nutzt häufig Bereiche mit größeren Wassertiefen und trat nur zeitweise in Assoziation mit Fischkuttern auf (s. Abb. 100). Im Vorhabensgebiet wurden an vier Terminen Mantelmöwen angetroffen. In einigen Monaten war der Anteil des Vorhabensgebietes mit Pufferzone am Gesamtbestand höher als der Flächenanteil, was in diesen Fällen auf die Fischerei zurückgeführt werden kann. Über einen längeren Zeitraum aggregiert zeigt die

Mantelmöwe großräumig eine gleichmäßige Verteilung (s. Abb. 100), so dass lokale Ansammlungen zeitlich begrenzt sind und im Seegebiet wechseln.

Abb. 100: ***Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Mantelmöwen und Fischkutter (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 67: ***Bestandsschätzung der Mantelmöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0,03	13	0	7
November 2007	0,21	80	0	0
Dezember 2007	1,58	607	0	179
Januar 2008	0,45	173	36	57
März 2008	0,83	320	18	186
April 2008	0,40	154	0	43
Mai 2008	0,03	13	0	0
Januar 2009	0,15	56	18	29
Februar 2009	0,42	160	18	43

[1]- alle Sichtungen im Transekt, unkorrigiert

Sturmmöwe

Die Sturmmöwe trat vorwiegend als Wintergast auf (s. Tab. 68). Die individuenstärksten Monate waren wie bei Silber- und Mantelmöwe der Dezember 2007 und darüber hinaus der Februar 2009. Bei hohen Beständen im Untersuchungsgebiet traten Sturmmöwen auch im Vorhabensgebiet bzw.

der Pufferzone auf. Die Anzahl der Individuen lag an unterschiedlichen Terminen über bzw. unter dem Flächenanteil des Vorhabensgebietes, so dass keine Konzentrationen feststellbar sind. Die räumliche Verteilung zeigt ein gleichmäßiges Muster, wenn ein längerer Zeitraum zusammengefasst wird (s. Abb. 101).

Abb. 101: ***Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Sturmmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 68: ***Bestandsschätzung der Sturmmöwe aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0,12	47	9	14
November 2007	0,09	33	0	0
Dezember 2007	1,15	440	91	143
Januar 2008	0,14	53	18	21
März 2008	0,38	147	0	21
April 2008	0,13	51	0	14
Mai 2008	0	0	0	0
Januar 2009	0,52	200	63	115
Februar 2009	1,20	460	0	0

[1]- alle Sichtungen im Transekt, unkorrigiert

Die übrigen Großmöwenarten waren nur mit Einzelindividuen im Untersuchungsgebiet vertreten. Bei den Schiffszählungen wurden zwei *Heringsmöwen* festgestellt, die als Durchzügler einzustufen

sind. Hinzu kommen eine rastende *Mittelmeermöwe* im Oktober 2007 und zwei Beobachtungen von Einzelindividuen der *Steppenmöwe* (September 2007, Dezember 2007).

Von den Kleinmöwen traten neben der bereits dargestellten Sturmmöwe noch Zwergmöwe und Lachmöwe als Durchzügler und Wintergäste auf. Bei Schiffszählungen wurden im März und April 2008 insgesamt 7 fliegende *Lachmöwen* im Untersuchungsgebiet beobachtet. Es handelt sich um den Zeitraum des Führjahrsdurchzuges der Art. Die Sichtungen bei den Flugzeugzählungen betrafen ebenfalls diesen Zeitraum. Entsprechend der lockeren Verteilung der Sichtungen im Seegebiet können Einzelindividuen das Vorhabensgebiet mit Puffer erreichen (s. Abb. 102). Gleiches trifft für die *Zwergmöwe* zu. Bei den Schiffszählungen erfolgten drei Sichtungen auf dem Frühjahrszug (März, April). Im Gegensatz dazu wurde bei den Flugzeugzählungen ein deutliches Maximum am 15. Dezember 2007 erreicht. Der Großteil der Vögel hielt sich südlich des Vorhabensgebietes auf (s. Abb. 103). Da bei der Schiffszählung am 18.12.2008 keine Zwergmöwen festgestellt wurden, handelte es sich um ein kurzzeitiges Durchzugereignis mit Schwerpunkt außerhalb des Vorhabensgebietes.

Abb. 102: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Lachmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h)

Abb. 103: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Zwergmöwen (Quelle: IFAÖ 2013h)

Alkenvögel

Von den drei regelmäßig in der deutschen Ostsee rastenden Alkenvogelarten (Tordalk, Trottellumme und Gryllteiste) können Tordalk und Trottellumme bei Flugzeugzählungen nicht sicher unterschieden werden. Entsprechend beziehen sich die Angaben zur räumlichen Verbreitung und zur Phänologie, die auf Flugzeugzählungen basieren, auf beide Arten (s. Abb. 104, Abb. 105). Artbezogene Aussagen stützen sich auf die Schiffszählungen.

Abb. 104: Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Flugzeugzählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Alken (Quelle: IFAÖ 2013h)

Abb. 105: Saisonales Auftreten der Alkenvögel bei Flugzeugzählungen (? = keine Zählung, * = Februarzählung wurde nachgeholt) (Quelle: IFAÖ 2013h)

Trottellumme

Von November bis April wurden durchgängig Trottellummen im Untersuchungsgebiet angetroffen (s. Abb. 106, Tab. 69). Die Beobachtungen betrafen oft nur einzelne Raster. Durch den wechselnden Aufenthalt der Trottellummen ergab sich über das Winterhalbjahr zusammengefasst ein gleichmäßigeres Verbreitungsbild (s. Abb. 106). Allerdings ist eine Bevorzugung der östlichen Raster zu erkennen, was ursächlich mit der Lage der nächstgelegenen Kolonie Græsholm (bei Born-

holm) zusammenhängen könnte. Die höchsten Bestände wurden für den November und den März hochgerechnet (s. Tab. 69). Die Maxima fielen damit in die Durchzugszeiten der Art, die bei der Zugvogelerfassung von der Nordspitze Rügens aus ermittelt wurden (siehe Zugvogelgutachten). Vor allem in der zweiten Märzhälfte konnte der stärkste Durchzug der Trottellumme von Land erfasst werden.

Trottellummen waren an drei Terminen in geringer Zahl im Vorhabensgebiet anzutreffen. Inklusive der Pufferzone ergibt sich dagegen ein prozentualer Bestand, der regelmäßig über dem Flächenanteil des Gebietes liegt. Maximal wurden 95 Vögel bzw. >50% des Gesamtbestandes erreicht (s. Tab. 69).

Abb. 106: ***Räumliche Verteilung der im Rahmen von Schiffszählungen im Untersuchungegebiet verorteten Trottellummen (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 69: ***Bestandsschätzung der Trottellumme aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0	0	0	0
November 2007	0,50	194	11	95
Dezember 2007	0,21	80	0	46
Januar 2008	0,09	35	4	6
März 2008	0,29	110	14	54
April 2008	0,09	34	0	32
Mai 2008	0	0	0	0
Januar 2009	0,13	49	0	25
Februar 2009	0,17	66	0	42

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001)

Tordalk

Tordalken traten im Arkonabecken mit vergleichbaren Anzahlen wie die Trottellumme auf. Allerdings unterlagen die hochgerechneten Bestände stärkeren Schwankungen und erreichten höhere Maxima (Tab. 70). Auch hier weisen die deutlichen Unterschiede zwischen benachbarten Zählterminen auf die Problematik der Hochrechnung weniger schwimmender Vögel hin. So wurde auch im März eine vergleichbare Anzahl an Tordalken beobachtet, allerdings nur fliegend bzw. außerhalb der Transektstreifen, so dass keine Bestandsdichte angegeben werden kann (Tab. 70).

Tordalken treten gern in kleinen Gruppen auf. Die durchschnittliche Anzahl der Individuen pro Beobachtung lag mit 2,23 Vögeln deutlich über dem Wert der Trottellumme (1,37 Vögel), die häufiger einzeln beobachtet wird. Daher ergeben die rasterbezogenen Dichten beim Tordalk vielfach höhere lokale Werte. Dies drückt sich auch in der summierten Verteilung der Art im Untersuchungsgebiet aus, die einen Wechsel unbelegter Raster und solcher mit höheren Dichten zeigt (s. Abb. 107).

Tordalken nutzten das gesamte Schiffszählgebiet, ohne dass Konzentrationen in bestimmten Teilbereichen erkennbar wären (s. Abb. 107). Dies entspricht der gleichmäßigen Tiefen- und Habitatstruktur des Untersuchungsgebietes. Entsprechend wurden an zwei Terminen Tordalken im Vorhabensgebiet festgestellt (Tab. 70).

Abb. 107: ***Räumliche Verteilung aller im Rahmen von Schiffszählungen im Untersuchungsgebiet verorteten Tordalken (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Tab. 70: ***Bestandsschätzung des Tordalken aufgrund von Schiffszählungen (Monatsmaxima) (Quelle: IFAÖ 2013h)***

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
Oktober 2007	0	0	0	0

Monat	Dichte[1] (Ind. km^{-2})	Bestand im Untersuchungsgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet	Bestand im Vorhabensgebiet mit 2 km Pufferzone
November 2007	0,04	14	0	0
Dezember 2007	0,69	263	0	0
Januar 2008	0,19	73	13	38
März 2008	0	0	0	0
April 2008	0,75	288	32	71
Mai 2008	0,07	28	0	0
Januar 2009	0	0	0	0
Februar 2009	0	0	0	0

[1]-korrigiert nach BUCKLAND et al. (2001)

Gryllteiste

Gryllteisten wurden während der Schiffszählungen nicht beobachtet. Im größeren Untersuchungsgebiet der Flugzeugzählungen konnten im Oktober 2007 fünf Vögel und im November ein Vogel östlich des Vorhabensgebietes einschließlich Puffer erfasst werden (s. Abb. 105). Um den Adlergrund befindet sich der Verbreitungsschwerpunkt der Gryllteiste in deutschen Gewässern (MENDEL et al. 2008). Auch in den Flachwasserbereichen vor der Nordküste Rügens tritt die Art regelmäßig, aber mit geringeren Dichten auf. Das Vorhabensgebiet zählt dagegen nicht zu den bevorzugten Lebensräumen der Art, da sich Gryllteisten gern in Flachwasserbereichen (< 25 m) aufhalten.

Weitere Arten

Aufgrund der Wassertiefe im Untersuchungsgebiet und der Entfernung zur Küste treten die übrigen Arten mit nur wenigen Individuen und dann durchziehend auf.

Vom *Mittelsäger* liegen nur drei Beobachtungen fliegender Vögel im Untersuchungsgebiet vor, die an drei verschiedenen Terminen erfolgten. Maximal waren sieben Individuen anwesend. *Kormorane* wurden dagegen regelmäßig angetroffen. Auch in diesem Fall handelte es sich in der Mehrzahl um fliegende Vögel. Nur an drei Terminen wurden schwimmende Kormorane festgestellt, allerdings außerhalb der Transekte. Der Maximalwert fliegender Vögel wurde im April 2008 mit insgesamt 40 Individuen registriert.

Von Raubmöwen liegen zwei Beobachtungen vor. Ein nicht näher bestimmter Vogel hielt sich Mitte Dezember 2008 im Untersuchungsgebiet auf. Artbestimmt wurde eine schwimmende *Spatelraubmöwe* im April 2008.

Als Ausnahmegast konnte im Januar 2009 ein fliegender *Wellenläufer* im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden.

Vergleich mit Literaturangaben

Nachfolgend werden die Ergebnisse getrennt nach Arten bzw. Artengruppen mit Bestandsschätzungen und Dichtewerten aus anderen Untersuchungen verglichen. Im Untersuchungsgebiet wurden nur wenige Seevogelzählungen durchgeführt, die zum Vergleich mit den Ergebnissen herangezogen werden können (s. Tab. 13). Diese Zählungen erfassten zumeist nur Ausschnitte des im vorliegenden Gutachten untersuchten Gebietes (siehe Karten in SONNTAG et al. 2006, MARKONES & GARTHE 2009, MARKONES & GARTHE 2011). Im vorliegenden Gutachten wurde mit acht Flugzeug- und 12 Schiffszählungen innerhalb eines Jahres auch eine deutlich höhere Untersuchungsdichte als bei früheren Erfassungen erreicht. Die nachfolgend zitierten Dichteangaben sind interpolierte Werte, die sich teilweise auf größere Seegebiete beziehen. Die Dichten wurden kartografischen

Abbildungen entnommen und sind daher als Klassen angegeben. Sie bieten lediglich einen Überblick über die Vorkommen der einzelnen Arten, ohne Bestandshochrechnungen zu ermöglichen.

Seetaucher: MARKONES & GARTHE (2011) beobachteten im Januar 2011 südlich des Vorhabensgebietes in Küstennähe Dichten von >0-1 und >1-2,5 Ind./km². Östlich und westlich des Vorhabensgebiets wurden im Januar 2009 innerhalb der 12-sm-Zone lokale Seetaucherdichten von 0.001-1 und 2.51-5 Ind./km² festgestellt (MARKONES & GARTHE 2009). GARTHE et al. (2004) ermittelten im Winter und Frühjahr Werte von 0-1 Ind./km² u. a. auch im Bereich des Vorhabensgebiets. SONNTAG et al. (2006) geben für Sterntaucher Vorkommen im Arkonabecken im Frühjahr und Winter an. Dabei wurden im Umfeld des Vorhabensgebiets Dichten von 0.01-2.5 Ind./km² beobachtet.

Lappentaucher: Lappentaucher wurden bei früheren Untersuchungen in der Umgebung des Vorhabensgebiets nicht nachgewiesen (GARTHE et al. 2003, 2004, SONNTAG et al. 2006, MARKONES & GARTHE 2011).

Kormoran: GARTHE et al. (2003), SONNTAG et al. (2006) und MARKONES & GARTHE (2011) geben keine Rastvorkommen von Kormoranen im Seegebiet nördlich von Kap Arkona an.

Eisente: Für das Seegebiet nördlich von Rügen wurden im Januar / Februar 2009 lokal Dichten von 0-5 Ind./km² vor dem Kap Arkona und im zentralen Arkonabecken gezählt; jedoch wurde kein Vorkommen im Umfeld des Vorhabensgebiets registriert (MARKONES & GARTHE 2009). Auch bei der Zählung im Januar 2011 wurden keine Eisenten in der Umgebung des Vorhabensgebietes beobachtet (MARKONES & GARTHE 2011). Die Verbreitungskarten in SONNTAG et al. (2006) zeigen, dass nördlich der Halbinsel Wittow im Winter, Herbst und Frühjahr Eisenten in geringen Dichten von 0.01-5 Ind./km² auftreten, tiefere Bereiche des südlichen Arkonabeckens jedoch kaum genutzt werden. Nach Befliegungen von GARTHE et al. (2004) kommen Eisenten im Seegebiet vor Rügen innerhalb der 12-sm-Zone vereinzelt in Dichten von 0-5 Individuen auch im Bereich des Vorhabensgebietes vor. Das dem Vorhabensgebiet nächstgelegene Hauptrastgebiet der Eisente ist die Pommersche Bucht mit Oderbank, Adlergrund und Rønnebank sowie das Seegebiet nördlich von Darß / Zingst (z. B. SONNTAG et al. 2006. GARTHE et al. 2003). Die tieferen Gewässer des Arkonabeckens können von der Eisente nicht zur Nahrungssuche genutzt werden, so dass Beobachtungen der Art in diesen Bereichen nur kurzzeitig zwischenrastende Vögel betreffen können.

Samtente: Nach Untersuchungen verschiedener Autoren ist die Oderbank das Hauptrastgebiet der Samtente in der westlichen Ostsee. Das Seegebiet nördlich von Rügen wird nicht genutzt (vgl. z. B. SONNTAG et al. 2006, GARTHE et al. 2003, MARKONES & GARTHE 2011).

Trauerente: Trauerenten meiden den zentralen Bereich des Arkonabeckens und wurden nur Ausnahmsweise und mit sehr geringen Dichten von 0.01-5 Ind./km² westlich des Vorhabensgebiets nachgewiesen (SONNTAG et al. 2006). Hierbei dürfte es sich um durchziehende Vögel handeln.

Silbermöwe: Nach SONNTAG et al. (2006) und GARTHE et al. (2003) konzentrieren sich Silbermöwen zeitweise am Südrand des Arkonabeckens. Besonders hohe Dichten wurden auch während der fluggestützten Erfassungen im Januar / Februar 2009 nördlich von Rügen und im südlichen Arkonabecken nachgewiesen. Dabei sind im Bereich des Untersuchungsgebietes Werte > 5 Ind./km² ermittelt worden (vgl. MARKONES & GARTHE 2009).

Heringsmöwe: Bei Flugzeugzählungen im März 2002 und April 2003 wurde die Art mit < 0,1-1 Ind./km² im Bereich des Vorhabensgebiets festgestellt (GARTHE et al. 2004).

Mantelmöwe: Mantelmöwen nutzten das Seegebiet nördlich von Rügen im Winter verbreitet. Im Bereich des Vorhabensgebiets kam es dabei zu Dichten von 0.1-1 Ind./km². Ansammlungen von Mantelmöwen wurden südlich des Vorhabensgebietes mit Dichten von 0.01-2.5 Ind./km² festgestellt, wobei die höheren Werte nur im Winterhalbjahr vorlagen (GARTHE et al. 2003, SONNTAG et al. 2006).

Sturmmöwe: Sowohl bei GARTHE et al. (2003) als auch bei SONNTAG et al. (2006) traten Sturmmöwen im Winter und Frühjahr mit Dichten von 0.01- > 5 Ind./km² auf. Dabei sind Werte von 1.01- >5 Ind./km² auch im Bereich des Vorhabensgebiets ermittelt worden. MARKONES & GARTHE (2009) geben für Januar/Februar 2009 Bestandsdichten von 0.01-2,5 Ind./km² im Bereich des Vorhabensgebietes an.

Lachmöwe: Die Art hält sich im Seegebiet nördlich von Rügen nur in sehr geringer Anzahl und dann auf dem Durchzug auf. Sie wurde im Frühjahr lokal auch in tieferen Bereichen des Arkonabeckens mit 0.1-1.0 Ind./km² nachgewiesen (SONNTAG et al. 2006, GARTHE et al. 2004).

Zwergmöwe: Im Frühjahrszug tritt die Zwergmöwe z. T. in größerer Küstenentfernung auch nördlich von Rügen mit lokal hohen Dichten bis zu >5 Ind./km² auf. Diese Werte wurden nordwestlich des Vorhabensgebietes nachgewiesen (vgl. SONNTAG et al. 2006). Auch GARTHE et al. (2004) bestätigt den Durchzug von Zwergmöwen im Offshore-Bereich nördlich von Rügen. Dabei traten Dichten von 0.1-1 Ind./km² u. a. im Bereich des Vorhabensgebiets auf. Der Frühjahrszug erfolgt möglicherweise nicht in jedem Jahr gleich stark oder ist auf wenige Tage beschränkt und dadurch nur schwer zu erfassen.

Trottellumme: Eine aktuelle Befliegung im Januar 2011 ergab ein lokales Vorkommen von Trottellummen mit Dichten von >1 - >5 Ind./km² südöstlich und >1 – 2,5 Ind./km² östlich des Vorhabensgebietes (MARKONES & GARTHE 2011). Im Januar/Februar 2009 wurden Tordalken/Trottellummen mit einer geringen Dichte von 0.01-1 Ind./km² im Seegebiet nördlich von Rügen gesichtet (MARKONES & GARTHE 2009). In der betroffenen Rasterzelle südöstlich des Vorhabensgebietes liegt eine Wassertiefe >40 m vor. Vorkommen im Arkonabecken belaufen sich nach Literaturangaben auf Dichten von 0.1 - >5 Ind./km², wobei die höchsten Werte nördlich vom Vorhabensgebiet festgestellt wurden (GARTHE et al. 2003).

Tordalk: GARTHE et al. (2003) und SONNTAG et al. (2006) geben Vorkommen des Tordalken im südlichen Arkonabecken mit lokalen Dichten zwischen 0.1 und 2.5 Ind./km² im Frühjahr und Winter an. Eine aktuelle Befliegung im Januar 2011 ergab ein lokales Vorkommen von Tordalken östlich des Vorhabensgebietes mit einer Dichte von >1 – 2,5 Ind./km² (MARKONES & GARTHE 2011).

Gryllteiste: Gryllteisten sind nach SONNTAG et al. (2006) nördlich von Kap Arkona nur küstennah und in geringen Dichten von 0.01-1 Ind./km² zu erwarten. GARTHE et al. (2003) ermittelten ebenfalls nur geringe Dichten, jedoch auch lokale Vorkommen im südlichen Arkonabecken, u. a. westlich des Vorhabensgebietes (0.1-1.0 Ind./ km²).

Insgesamt ergaben sich nur geringe Unterschiede zu den publizierten Dichteangaben, die sich im Rahmen der von Jahr zu Jahr zu erwartenden Schwankungen hielten. Sehr gute Übereinstimmungen bestehen bei den Meeresenten, den Möwenarten, bei Trottellumme, Gryllteiste und generell beim Artenspektrum. Die stärksten Abweichungen traten bei Seetauchern (Dichteangabe vom Flugzeug) und Tordalk auf.

Bei den Seetauchern ergaben sich gute Übereinstimmungen zwischen den Erfassungen vom Schiff und den Angaben aus der Literatur. Dagegen weichen die lokalen Dichten der hier durchge-

führten Flugzeugzählungen methodisch bedingt nach oben ab. Die deutlichen Unterschiede ergeben sich aus der Größe der zur Auswertung herangezogenen Rasterzellen. Während für dieses Dokument eine Auflösung von 3 x 3 km gewählt wurde, beziehen sich die Dichtewerte von GARTHE et al. (2003, 2004), SONNTAG et al. (2006) und MARKONES & GARTHE (2009, 2011) auf Zellengrößen von mehreren Seemeilen Kantenlänge. Eine Beobachtung weniger Vögel bewirkt bei seltener auftretenden Arten in den kleinen Rastern eine lokal hohe Dichte, während in ausgedehnten Zellen eine stärkere Mittelung mit Flächen ohne Beobachtung erfolgt. Bezogen auf ein größeres Seegebiet ergeben sich dann aber vergleichbare Bestandshochrechnungen.

Der gleiche Effekt ist bei den Zählungen der Alken aus dem Flugzeug festzustellen. Die lokalen Dichten sind gegenüber den Literaturangaben etwa doppelt so hoch. Bezogen auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes gleichen sich die Bestände aber an, da beim 3 x 3 km Raster entsprechend mehr Zellen ohne Beobachtung entstehen. Beim Tordalk wirkt sich der methodische Unterschied auch bei den Schiffszählungen aus. Da die Art gern in kleinen Trupps auftritt, ergeben sich für die bei dieser Untersuchung verwendeten Raster von 4 km Kantenlänge höhere lokale Dichten je belegte Zelle als für die ca. dreimal größeren Flächen der Literaturwerte (Raster 3 x 5 Seemeilen). Bezogen auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes stehen aber die Ergebnisse der Schiffs- und Flugzeugzählungen mit den Literaturangaben beim Tordalk und generell bei allen auftretenden Arten in Einklang.

Vorbelastungen Rastvögel

Eine der wesentlichen Vorbelastungen im südlichen Arkonabecken ist der Schiffsverkehr. Allerdings befinden sich im Untersuchungsgebiet der schiffsbasierten Vogelzählungen und somit auch im Vorhabensgebiet keine Vorkommen benthophager Meeresenten. Damit treten in diesem Seegebiet keine Arten auf, die aufgrund ihrer Nahrungspräferenz an eine bestimmte Wassertiefe und damit Nahrungsfläche gebunden sind. Vom Schiffsverkehr werden im Untersuchungsgebiet Seetaucher, Alken und Möwen beeinflusst.

Seetaucher reagieren auf Schiffsverkehr mit den höchsten Fluchtdistanzen. Es lassen sich Störwirkungen durch durchfahrende Schiffe auf einer Gesamtbreite von 2 km ableiten. (BELLEBAUM et al. 2006) Diese Fluchtdistanzen und Meidezonen haben unterschiedliche Konsequenzen, die von kurzzeitigen Störungen durch einzelne Schiffe bis zur dauerhaften Meidung von intensiv befahrenen Schifffahrtsrouten reichen. Aufgrund des im Untersuchungsgebiet auftretenden Verkehrs (vgl. Kap. 2.3.1) sind beide Auswirkungen in Teilbereichen zu prognostizieren. In ähnlicher Form ist dies auch für die Alkenvögel zu erwarten. Allerdings liegen für Trottellumme und Tordalk keine konkreten Angaben zu Fluchtdistanzen vor. Nach MENDEL et al. (2008) reagieren beide Arten auf sich nähernde Schiffe durch Abtauchen und gelegentlich durch Auffliegen.

Weitere Gefährdungen durch den Schiffsverkehr gehen von anorganischen Abfällen aus, an denen sich Seevögel lebensgefährlich verletzen können. Zudem sind alle Seevogelarten potenziell der Gefährdung durch Ölverschmutzung ausgesetzt, die als Folge von Havarien auftreten können.

Wie alle Schiffe, haben auch Fischkutter eine Scheuchwirkung auf Seevögel. Neben der Störwirkung beeinflusst die Fischerei aber auch die Mortalität tauchender Vogelarten. Durch intensiv betriebene Stellnetzfischerei ist von regelmäßigen Verlusten bei Seevögeln auszugehen. Seetaucher, Meeresenten und Trottellummen ertrinken nachweislich in großer Zahl in Stellnetzen (OLSSON et al. 2000, SCHIRMEISTER 2003, ŽYDELIS 2002, ŽYDELIS et al. 2009). Im Seegebiet des südlichen Arkonabeckens tritt diese Fischereiform nur vereinzelt auf, so dass hier sich die Problematik kaum stellt. Das Fluguntersuchungsgebiet schließt dagegen auch flachere Gewässer vor Rügen und am südwestlichen Adlergrund ein, die sowohl von der Stellnetzfischerei stärker frequentiert werden, als auch Vorkommen von Meeresenten aufweisen. Die Fischerei ist in diesen Bereichen eine wesentli-

che Vorbelastung für die dort rastenden Seevögel. Die damit einhergehende Verringerung der Überlebenswahrscheinlichkeit mindert den Wert des Gebietes als Winterquartier.

Gegenteilige Reaktionen auf Fischkutter zeigen viele Möwenarten. Das Verteilungsmuster und die hohen Bestände der Silbermöwe im Untersuchungsgebiet sind vor allem durch die intensive Befischung bedingt. Sie nutzt den zurückgeworfenen Beifang (Diskard) als Nahrungsquelle und tritt deshalb häufig in großer Anzahl hinter Fischereifahrzeugen auf. Auch Mantelmöwen und in geringerem Umfang Sturmmöwe und Lachmöwe nutzen diese Nahrungsquelle. Zwergmöwen treten eher als Schiffsfolger auf, indem sie im Schraubenwasser nach Nahrung suchen.

4.7.5.3 Bestandsbewertung Rastvögel

Die Bewertung des Seevogelbestandes erfolgt getrennt anhand der übergeordneten Kriterien: Seltenheit und Gefährdung, Vielfalt und Eigenart sowie Natürlichkeit. Des Weiteren wird eine Bewertung der Bedeutung des Untersuchungsgebietes als Nahrungs- und Rastgebiet vorgenommen.

Bewertungsmethodik Rastvögel

Für die Beurteilung des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung können verschiedene Statusangaben herangezogen werden (IFAÖ 2013h):

- Art nach Art. 4 (1) und (2) der EU-Vogelschutzrichtlinie, es finden insbesondere Arten des Art. 4 (1) Anhang 1 Berücksichtigung,
- Art nach Abkommen über afrikanisch-eurasisch wandernde Wasservögel, kurz AEWA (http://www.unep-aewa.org/documents/agreement_text/german/german.pdf),
- Art mit europäischer Bedeutung (SPEC = Species of European Concern, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004),
- sowie Art der Roten Listen (SÜDBECK et al. 2007) - Kriterium nur anwendbar für Brutvögel.

Die Gefährdungsgrade der Roten Listen sind im vorliegenden Fall nicht anwendbar, da sie sich nur auf Brutvögel beziehen und damit Winterbestände, die überwiegend in anderen Regionen brüten, ausschließen. Die verwendbaren Bewertungsansätze bzgl. des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung sind in Tab. 71 dargestellt (IFAÖ 2013h).

Die Bewertung der Vielfalt und Eigenart bezieht sich auf die Anzahl der regelmäßig auftretenden Seevögel und die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften (Einstufung s. Tab. 71).

Für die Beurteilung des Kriteriums Natürlichkeit wird die Abwesenheit bzw. die Dauer und Intensität von Störungen herangezogen (vgl. Kap. 4.7.5.2 und Tab. 71).

Tab. 71: Ansatz zur Bewertung von Seltenheit und Gefährdung, Vielfalt und Eigenart sowie Natürlichkeit von Rastvögeln

Seltenheit und Gefährdung	Vielfalt und Eigenart	Natürlichkeit	Wertstufe
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „Vorwarnliste“, „potentiell gefährdet“ und „nicht gefährdet“	< 5 regelmäßig vorkommende Seevogelarten werden nachgewiesen	Störungen, die die Eignung des Gebietes für Rastvögel in größerem Umfang oder über längere Zeit herabsetzt	gering
Vorkommen von Arten der Rote-Liste-Kategorien „2“ (stark gefährdet) und „3“ (gefährdet)	5 -10 Seevogelarten treten regelmäßig auf bzw. die dem Lebensraum entsprechenden Arten kommen in untypisch geringen Dichten oder Häufigkeiten vor	deutliche Störungen, die zeitlich begrenzt sind oder eine geringe Intensität aufweisen	mittel
regelmäßiges Vorkommen von	> 10 Seevogelarten treten	keine oder geringe Störun-	hoch

Seltenheit und Gefährdung	Vielfalt und Eigenart	Natürlichkeit	Wertstufe
Arten der Rote-Liste-Kategorien „0“ (ausgestorben / verschollen) und „1“ (vom Aussterben bedroht)	regelmäßig auf bzw. die dem Lebensraum entsprechende Artengemeinschaft wird stetig mit typischen Dichten festgestellt	gen	
Vorkommen von Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie			
Vorkommen von Arten nach AEWA*			

*Abkommen über afrikanisch-eurasisch wandernde Wasservögel

Die Bedeutung des Untersuchungsgebietes als Rastgebiet für Durchzügler und als Überwinterungsgebiet kann anhand der Anteile der erfassten Rastbestände an den biogeographischen Populationen der jeweiligen Arten eingeschätzt werden. Nach der internationalen Feuchtgebietskonvention (Ramsar-Konvention) gilt ein Feuchtgebiet als international bedeutend, wenn es regelmäßig 20.000 Wasservögel oder mindestens 1% einer biogeographischen Population beherbergt (DELANY & SCOTT 2002). Aktuelle Angaben über die Größe der biogeographischen Populationen sowie des 1%-Wertes liegen für alle regelmäßig erfassten Seevögel mit Ausnahme der Alkenvögel vor (WETLANDS INTERNATIONAL 2006). In gleicher Weise lässt sich die Bedeutung als Winterquartier innerhalb der Ostsee einschätzen, indem als Schwelle 1% der Brutbestände der Ostsee nach Schätzungen von DURINCK et al. (1994) zugrunde gelegt wird. Für die Alkenvögel müssen Bestandsgrößen aus der Literatur zusammengestellt und daraus der Herbstbestand sowie das 1%-Kriterium errechnet werden (Tab. 72, siehe auch KLEIN et al. 2004, IFAÖ 2005a). Diese Werte wurden auch von MENDEL et al. (2008) übernommen. Tritt mindestens eine Art mit ≥1% ihrer biogeographischen Population auf, erfolgt eine Bewertung mit **hoch**. Eine Einschätzung der Bedeutung eines Seegebietes lässt sich auf nationaler Ebene über die Anteile an den Rastbeständen der deutschen Ostsee geben. Als Grundlage für diesen Vergleich wurden die Angaben von MENDEL et al. (2008) herangezogen. Werden regelmäßig Anteile >10% des Rastbestandes einer Art in der deutschen Ostsee erreicht, erfolgt eine Einstufung mit **mittlerer** Bedeutung. Alle übrigen Meeresflächen werden als **gering** bewertet (IFAÖ 2013h).

Tab. 72: Bestandsschätzung der biogeographischen Populationen der Alkenvögel für die Ostsee (Quelle: IFAÖ 2013h)

	Trottellumme	Tordalk	Gryllteiste
Anzahl Brutpaare in den Ostseeländern (OLSSON et al. 2000, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004)	15.000	17.000	24.000
Anzahl Altvögel inkl. Nichtbrüter	45.000	50.000	70.000
Anzahl Jungvögel	5.000	5.000	7.000
Herbstbestand (Anzahl Alt- und Jungvögel)	50.000	55.000	75.000
1%-Kriterium	500	550	750

Bewertung Rastvögel

Im Untersuchungsgebiet traten mit Stern- und Prachttaucher sowie Zwergmöwe drei Arten des Anhangs I regelmäßig auf. Ergänzend ist zu berücksichtigen, dass die Mehrzahl der nachgewiesenen Seevogelarten dem AEWA unterliegt, das die Bundesrepublik zu Schutzmaßnahmen für diese Arten verpflichtet (BOYE et al. 2000). Insgesamt hat das Untersuchungsgebiet damit eine **hohe**

Bedeutung hinsichtlich des Kriteriums Seltenheit und Gefährdung. Dies trifft gleichermaßen für das Vorhabensgebiet zu (IFAÖ 2013h).

Das während der Seevogelzählungen ermittelte Artenspektrum umfasste alle wesentlichen Seevogelgruppen (Seetaucher, Meeresenten, Möwen, Alken). Allerdings wurden einige Arten ausschließlich oder überwiegend fliegend beobachtet, so dass z. B die Meeresenten nicht als regelmäßige Rastvögel des Untersuchungsgebietes gelten können (vgl. Tab. 59). Hierbei ist aber gegenüber pelagischen Arten (z. B. Großmöwen) zu unterscheiden, die ihre Nahrung häufig im Flug suchen. Unter Beachtung dieser Differenzierung traten sieben regelmäßige Rastvogelarten im Untersuchungsgebiet auf, was dem Erwartungswert für derartige Tiefenbereiche in der südlichen und westlichen Ostsee entspricht. Dasselbe galt für die im Untersuchungszeitraum ermittelten Bestandsgrößen. Die Vielfalt und Eigenart der Vogelgemeinschaft ist deshalb als **mittel** zu bewerten.

Demgegenüber traten im Vorhabensgebiet nur drei Arten hinreichend häufig auf, sodass es damit nur eine **geringe** Bedeutung besitzt (IFAÖ 2013h).

Im Untersuchungsgebiet treten Störungen durch Schiffsverkehr und Fischerei auf (vgl. Kap. 4.7.5.2). Da sämtliche Einflussfaktoren hinsichtlich ihrer Intensität oder der zeitlichen und räumlichen Ausdehnung begrenzt sind, ist nach dem Kriterium Natürlichkeit eine **mittlere** Bedeutung gegeben. (IFAÖ 2013h).

Eine Nutzung des Untersuchungsgebietes als Nahrungsgebiet von Brutvögeln aus den benachbarten Seevogelkolonien konnte nicht direkt nachgewiesen werden. Im April und Mai wurden Möwen und Alken nur in geringen Beständen festgestellt, was auf die Bindung der Altvögel an die Brutkolonien zurückzuführen ist. Die Bedeutung des Untersuchungsgebietes zur Brutzeit wird deshalb als gering eingeschätzt (IFAÖ 2013h).

Bestandszahlen von internationaler Bedeutung werden von keiner Art weder im Untersuchungsgebiet der Schiffszählungen noch im wesentlich größeren der Flugzeugzählungen erreicht. Erwähnenswerte Anzahlen wurden bei den hier durchgeführten Untersuchungen lediglich für Möwen, Alken und Seetaucher erreicht. Zieht man die Bestandszahlen für die deutsche Ostsee heran, erreichte die Trottellumme lediglich an einem Termin einen Anteil über 10%, der Tordalk dagegen zu keinem Zeitpunkt. Auch die Möwenarten treten nicht mit lokal relevanten Anzahlen auf. Bei den Seetauchern muss zwischen Flugzeugerfassung und der Zählung vom Schiff unterschieden werden. Während die Bestände der Schiffserfassung methodisch bedingt gering ausfallen, erreichen die Hochrechnungen der Artengruppe ca. 200-800 Individuen im Fluguntersuchungsgebiet. An einem Frühjahrstermin wurde der Maximalwert von 1.652 ermittelt (vgl. Tab. 60). Bei deutschen Ostseebeständen von 9.000 Sterntauchern im Frühjahr und 3.200 im Winter sowie 1.900 Prachttauchern im Frühjahr und 2.400 im Winter werden im Untersuchungsgebiet wahrscheinlich mehr als 10% von beiden Arten zeitweise überschritten. Daher besitzt das Untersuchungsgebiet eine **mittlere** Bedeutung als Rastgebiet (IFAÖ 2013h).

Im Vorhabensgebiet wurden keine Rastvogelkonzentrationen festgestellt (Entfernung zu Konzentrationsräumen >20 km). Auch inklusive der 2 km-Pufferzone erreicht keine der aufgeführten Arten bedeutende Bestände, so dass eine **geringe** populationsbiologische Bedeutung des Gebiets vorliegt (IFAÖ 2013h).

In der Gesamtbewertung wird dem Vorhabensgebiet im Rahmen der vorliegenden Untersuchung infolge der bei den meisten Arten geringeren Dichte eine **geringe** Bedeutung für Seevögel zugemessen. Die Bewertungsansätze sind in nachfolgender Tab. 73 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 73: Zusammenfassende Bewertung für Rastvögel

Kriterien der Bestands-bewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Seltenheit und Gefährdung	hoch	Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie oder der Rote-Liste-Kategorien 0 und 1
Vielfalt und Eigenart	gering	nur 3 Arten hinreichend häufig
Natürlichkeit	mittel	Störungen durch Schiffsverkehr und Fischerei
Regionale und Überregionale Bedeutung	gering	keine Rastvogelkonzentrationen feststellbar
Gesamtbewertung	gering	

4.7.6 Zugvögel

4.7.6.1 Daten- und Informationsgrundlagen Zugvögel

Die Darstellung des Bestandes der Zugvögel erfolgt hauptsächlich auf der Grundlage des Zugvogelgutachtens des IFAÖ (2013f). Einen Überblick über die Erfassungsmethodik gibt Kap. 3.2.7, für detaillierte Angaben wird auf das Gutachten verwiesen. Neben der Zugvogelerfassung kann für die Bestandsdarstellung u.a. nachfolgend aufgezählte Literatur verwendet werden.

ALERSTAM, T. (1990):
Bird migration. Cambridge University Press.

BERNDT, R.K. & D. DRENCKHAHN (1990):
Vogelwelt Schleswig-Holsteins. Band 1 – Seetaucher bis Flamingo. Karl Wachholtz-Verlag Neumünster.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004):
Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK.

Für den Kranichzug:

ALERSTAM, T.; BAUER, C.A. & G. ROOS (1974):
Spring migration of eiders Somateria mollissima in southern Scandinavia. Ibis; 116: 194-210.

KARLSSON, J. & T. ALERSTAM (1974):
Flyghöjden hos flyttande tranor Grus grus over sydligaste Skåne - bestämning med hjälp av radar. Vår Fågelvärld 33: 265-269.

LUNDGREN, S. & G. LUNDIN (2003):
Status of the Common Crane (Grus grus) in Sweden at the end of the 20th century. In: SALVI, A. [ed.]: Proceedings 4th European Crane Workshop, Fenetrange. (50.000-60.000 Kraniche).

PRANGE, H. (2001):
Kranichzug, - rast und –schutz 2000. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

WENDELN, H.; BELLEBAUM, J.; KUBE, J.; LIECHTI, F. & H. STARK (2008):
Zugverhalten von Kranichen Grus grus über der Ostsee. Vogelwarte 46, 359-360.

Für den See- und Kleinvogelzug:

ÅKESSON, S. (1993):
Coastal migration and wind drift compensation in nocturnal passerine migrants. Ornis Scand. 24: 87-94.

ALERSTAM, T. (1978):
Analysis and a theory of visible bird migration. Oikos 30: 273-349.

ALERSTAM, T. (1979):
Wind as selective agent in bird migration. Ornis Scand. 10: 76-93.

ALERSTAM, T. & S. ULFSTRAND (1972):
Radar and field observation of diurnal bird migration in South Sweden, Autumn 1971. Ornis Scand. 3: 99-139.

BERTHOLD, P. (2000):
Vogelzug – Eine aktuelle Gesamtübersicht. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt.

BLEW, J.; HOFFMANN, M.; NEHLS, H. & V. HENNING (2008):
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. Part I: Birds. Final Report 2008.

BRUDERER, B. (1997):
The study of bird migration by radar. Part 2: Major Achievements. Naturwissenschaften 84: 45-54.

BRUDERER, B. & F. LIECHTI (2005):
Do nocturnal passerine migrants react as expected? – Autumn flight directions along the western Palearctic flyway. European Science Foundation, Scientific Programme on Optimality in Bird Migration. Final conference “Migration in the life-history of birds”. Wilhelmshaven, Germany 16-20 February 2005.

GREEN, M. (2004):
Flying with the wind – spring migration of Arctic-breeding waders and geese over South Sweden. Ardea 92 (2): 145-160. http://ardeajournal.natuurinfo.nl/ardeapdf/a92-145-159.pdf

GREEN, M. & T. ALERSTAM (2000):
Flight speeds and climb rates of Brent Geese: mass-dependent differences between spring and autumn migration. Journal of Avian Biology 31: 215-225.

HÜPPOP, O.; DIERSCHKE, J. & H. WENDELN (2005):
Zugvögel und Offshore-Windkraftanlagen: Konflikte und Lösungen. Ber. Vogelschutz 41: 127-218.

JELLMANN, J. (1989):
Radarmessungen zur Höhe des nächtlichen Vogelzuges über Nordwestdeutschland im Frühjahr und Hochsommer. Vogelwarte 35: 59-63.

KAHLERT, J.; DESHOLM, M.; PETERSEN, I. & T. FOX (2006):
Data on bird numbers, distribution and flight patterns at the Nysted offshore wind farm 1999-2005. Annual report 2005.

KRÜGER, T. & S. GARTHE (2001):
Flight altitude of coastal birds in relation to wind direction and speed. Atlantic Seabirds 3: 203-216.

KUBE, J. & B. STRUWE (1994):
Die Ergebnisse der Limikolenzählungen an der südwestlichen Ostseeküste 1991. Corax 15, Sonderheft 2: 4-56.

LAUSTEN, M. & P. LYNGS (2004):
Trækfugle på Christiansø 1976-2001. Narayana Press, Gylling.

LIECHTI, F.; KLAASSEN, M. & B. BRUDERER (2000):
Predicting migratory flight altitudes by physiologiscal migration models. The Auk 117: 205-214.

MELTOFTE, H. (2008):
A personal view on how waders migrate using the autumn passage of Northern Dunlins as an example. Wader Study Group Bull. 115 (1): 29-32.

NEHLS, H.W. & Z. ZÖLLICK (1990):
The moult migration of the Common Scoter (*Melanitta nigra*) off the coast of the GDR. Baltic Birds 5 (Proceedings) Vol. 2: 36-46.

ZEHNDER, S.; ÅKESSON, S.; LIECHTI, F. & B. BRUDERER (2001):
Nocturnal autumn bird migration at Falsterbo, South Sweden. J. Avian Biol. 32: 239-248.

4.7.6.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Zugvögel

Die folgende Bestandsdarstellung ist eine Zusammenfassung des Fachgutachtens Vogelzug (IFAÖ 2013f). Für weitere Erläuterungen wird auf das Fachgutachten verwiesen.

Kranichzug

Kraniche aus den verschiedenen Brutgebieten Nordeuropas nutzen unterschiedliche Zugwege in ihr Überwinterungsgebiet. Während die östlichen Populationen (Finnland, Baltikum) in Richtung S / SE ziehen (nach Israel, NW- und Ostafrika), folgen Vögel der schwedischen, polnischen und deutschen Population (sowie ein Teil der finnischen Vögel) der südwestlichen Zugroute nach Frankreich, Spanien und Nord-West-Afrika. Für die westliche Ostsee sind insbesondere die schwedischen Vögel von Interesse, da sie auf dem Zug die Ostsee überqueren müssen. Nach aktuellen Zählungen in Schweden wird die Anzahl der Individuen im Sommer auf 50.000 bis 60.000 Individuen geschätzt (LUNDGREN & LUNDIN 2003). Dazu kommen etwa 5.000 weitere finnische Vögel, so dass insgesamt von 55.000 bis 65.000 Kranichen ausgegangen wird, die auf dem Weg in ihr Winterquartier die Ostsee überqueren. Etwa 40.000 bis 45.000 skandinavische Kraniche überwintern in der Rügen-Bock-Region, welche das wichtigste Überwinterungsgebiet an der Südküste der Ostsee darstellt (PRANGE 2001). Der Kranichzug in diese Region im Herbst erfolgt vermutlich in südlicher Richtung, der Heimzug verläuft in nördlicher Richtung auf direktem Weg über die Ostsee (ALERSTAM 1990).

- Sichtbeobachtungen

Eine Übersicht über die Anzahl beobachteter Kraniche in den verschiedenen Messperioden gibt Tab. 74. Demnach wurden im Herbst zwischen 11.700 (2007) und 16.800 (2005) Kraniche und im Frühjahr 9.400 (2006) bzw. 17.300 (2008) Vögel gezählt. Im Frühjahr zogen die Kraniche in mehr und kleineren Trupps als im Herbst.

Tab. 74: Beobachtungstage und Summen von Kranichindividuen /-trupps nach Beobachtungen und Radarerfassung (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Herbst 2005	Frühjahr 2006	Herbst 2007	Frühjahr 2008 [1)]	Herbst 2008
Einsatz „Superfledermaus“	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
von – bis	16.09. - 22.10.	15.03. - 10.04.	05.09. - 15.10.	20.02. - 27.05.	11.09. - 15.10.
Tage beobachtet	37	27	41	95	35
Beobachtungsstunden	241	123	91	1.221	107
Tage mit Kranichbeobachtungen	17	17	18	55	18

	Herbst 2005	Frühjahr 2006	Herbst 2007	Frühjahr 2008 [1)]	Herbst 2008
Individuen beobachtet, Lancken	14.787	9.408	11.692	7.671	8.559
Individuen beobachtet, Arkona	4.165	k.B.	k.B.	9.653	4.028
Individuen beobachtet, insgesamt	18.952	9.408	11.692	18.798	12.587
Individuen: Doppelzählungen	2.152	-	-	1.474	461
Individuen beob., Doppelz. bereinigt	*16.800*	*9.408*	*11.692*	*17.324*	*12.126*
Kranichtrupps beob., Doppelz. bereinigt	*257*	*334*	*139*	*563*	*295*
Kranichtrupps mit Radar gemessen	191	241	-	-	140
Kranich-Individuen mit Radar gemessen	11.044	6.634	-	-	5.619

[1)] Kranichbeobachtungen im Rahmen der „normalen“ Sichtbeobachtungen über die gesamte Saison; k.B. keine Beobachtungen

Der saisonale Verlauf des Zuggeschehens zeigte in allen Messperioden sehr starke Fluktuationen (Abb. 109). Sowohl im Herbst 2005 als auch im Herbst 2007 gab es lange Phasen komplett ohne Kranichzug, andererseits aber Massenzugtage (15. Oktober 2005, 5. Oktober 2007), an denen an nur einem Tag weit über die Hälfte des gesamten Kranichzuges stattfand. Teilweise wurden auch nachts Kraniche registriert (Radar und Ruferkennung). So lag der Anteil Kraniche, die die Ostsee im Herbst 2005 in der Dunkelheit überquerten bei etwa 10%. Im Herbst 2008 war der Kranichzug etwas gleichmäßiger verteilt. Im Gegensatz zu 2005 und 2007 gab es auch im September „gute“ Kranichzugtage.

Die meisten Kraniche wurden von Lancken aus beobachtet, aber an Tagen mit hoher Zugintensität wurden verstärkt Kraniche von Arkona aus, d. h. weiter östlich, gesehen (z. B. 15. Oktober 2005: ca. 30%; 07. Oktober 2008: ca. 50% aller Kraniche an diesen Tage vom Standort Nordstrand beobachtet).

Im Frühjahr 2006 setzte der Kranichzug sehr spät ein. Vor dem 27. März waren nur wenige Hundert Kraniche abgezogen. Der 28. März war mit ca. 2.600 Individuen der stärkste Zugtag in diesem Frühjahr. Im Frühjahr 2008 wurde von Ende Februar bis Ende Mai beobachtet und es stellte sich heraus, dass der Hauptzug in der Phase von Mitte März bis Mitte April stattfand.

Im Frühjahr 2006 wurde nur von Lancken aus beobachtet, so dass Aussagen zur räumlichen Verteilung des Kranichzuges in diesem Jahr nicht möglich sind. Im Frühjahr 2008 waren die Anteile der beobachteten Kraniche von Lancken und Nordstrand aus etwa vergleichbar (genaue Aufteilung wegen Selektion von Doppelzählungen von Trupps, die zwischen beiden Standorten flogen nicht möglich), was auf einen gleichmäßigeren und auch weiter östlich stattfindenden Zug schließen lässt.

Die Verteilung der Individuenzahlen auf die verschiedenen Truppgrößen unterschied sich zwischen den Messperioden im Herbst und Frühjahr. Während des Frühjahrszuges ergab sich eine sehr gleichmäßige Verteilung der Vögel auf die Truppgrößen, während im Herbst die meisten Vögel entweder in sehr großen Trupps flogen (>100 Ind., Herbst 2005 und 2007) oder einen Schwerpunkt in einer bestimmten Truppgröße aufwiesen (im Herbst 2008 befanden sich z. B. die meisten Individuen in Trupps der Größenklasse 41 bis 60 Vögel, vgl. Abb. 108).

Abb. 108: ***Verteilung der Individuenzahlen auf Truppgrößen in den verschiedenen Untersuchungszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Abb. 109: ***Saisonale Phänologie des Kranichzuges in den verschiedenen Untersuchungszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Der Herbstzug 2005 hatte seinen Schwerpunkt in den Stunden vor Sonnenuntergang, während im Herbst 2007 und 2008 die meisten Vögel früher flogen (Abb. 110; 2008 in der Zeit von 4-6 Stunden vor Sonnenuntergang; 2007: 3-4 Stunden vor Sonnenuntergang). Im Frühjahr 2006 wurden die meisten Kraniche 4 bis 5 Stunden nach Sonnenaufgang gesehen. Der Kranichzug im Frühjahr 2008 zeigte fast den gleichen tageszeitlichen Verlauf, war jedoch tendenziell um eine Stunde nach vorne verschoben.

Abb. 110: ***Tageszeitliche Phänologie des Kranichzuges bezogen auf die Zeit des Sonnenuntergangs (rot) bzw. des Sonnenaufgangs (grün) für die verschiedenen Zeiträume (z. B. 0 = 0-1 Std.; 1 = 1-2 Std. nach Sonnenaufgang). n = Summe der Individuen (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Der Vergleich der Sichtbeobachtungen an Land und auf See im Jahr 2008 zeigt eine höhere Streuung der Ankunftsorte bei Rügen im Herbst im Vergleich zu den Abflugorten im Frühjahr. Bei gleicher Ankerposition des Schiffes während aller Messungen flogen im Frühjahr 82% der Kraniche in zumeist großer Entfernung (66%, >5 km) westlich am Schiff vorbei. Die östlich des Schiffes ziehenden Kraniche bewegten sich fast alle in <1 km Entfernung. Im Herbst 2008 waren östlich des Schiffes deutlich mehr (37%) Vögel zu beobachten als im März. Die Entfernungen betrugen zu 24% 2-5 km und in 13% der Fälle >5 km.

- Radarerfassungen

Die Flughöhen zeigten in jedem Jahr sehr starke Fluktuationen (Abb. 111). Dabei zeigte sich, dass es häufig zeitlich zusammenhängende Phasen gab, in denen alle Trupps sehr tief flogen (z. B. 2005: Tracks 25 bis 60 in Abb. 111), wohingegen in anderen Phasen fast durchgehend sehr hoch geflogen wurde (z. B. Tracks 120 bis 140). Hierfür war maßgeblich das Wetter verantwortlich.

Abb. 111: Flughöhen der einzelnen gemessenen Kranichtrupps (grüne Linie: mittlere Zughöhe über gesamte Saison, rote Linie: 150 m-Höhenlinie entsprechend Höhe von Windrädern; Quelle: IFAÖ 2013f)

Die Höhenverteilung der Tracks / Individuen über Land und über See ist in Abb. 112 dargestellt. Bezogen auf Kranichtrupps unterschieden sich die mittleren Flughöhen über Wasser nicht signifikant zwischen den Untersuchungsperioden. Die mittleren Flughöhen der Kranichtrupps lagen zwischen 296 m und 335 m. Aufgrund hoher mittlerer Flughöhen im Frühjahr 2006 über Land ergaben sich dagegen signifikante Unterschiede in den Flughöhen zwischen dem Frühjahr und den beiden Herbstphasen (auf Basis der Trupps). Im Frühjahr war der Anteil der unterhalb von 100 m fliegenden Vögel sehr gering.

Die meisten Kraniche über See waren im Frühjahr in den Höhenschichten zwischen 100 und 400 m zu finden, während sich im Herbst die Vögel über einen breiteren Höhenbereich verteilten (auch niedriger und höher fliegende Vögel, s. Abb. 112). Der Anteil der unterhalb von 200 m fliegenden Vögel lag etwa zwischen 30 und 40%, der höchste Anteil wurde auf Individuenbasis im Herbst 2008 mit 49% erreicht (Tab. 75).

Abb. 112: ***Flughöhen (in%) von Kranichtrupps (links) und –individuen (rechts) für den Frühjahrs- und Herbstzug (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Tab. 75: ***Anteil von unterhalb von 200 m fliegenden Kranichen über See und über Land bezogen auf Kranichtrupps und Kranichindividuen (Quelle: IFAÖ 2013f)***

	über See		über Land	
	% Trupps	% Individuen	% Trupps	% Individuen
2005	32	32	36	45
2008	38	49	30	19
2006	33	33	17	38

Neben dem Mittel über die gesamte Saison sind auch die Verhältnisse an Massenzugtagen von Bedeutung, die hier für den Massenzugtag 15. Oktober 2005 dargestellt werden. An diesem Tag konnten 89 Kranichtrupps mit 5.871 Vögeln gemessen werden. Die mittlere Flughöhe lag mit 389 m deutlich über dem Durchschnitt der gesamten Saison. Unterhalb von 100 m wurden keine Vögel registriert, und die meisten Individuen (3.460 Ind., d. h. 58,9%) flogen in der Höhenschicht von 300 bis 500 m (11% unterhalb von 200 m). Von den 89 gemessenen Kranichtrupps am 15.10.2005 trafen 11 Trupps nach Sonnenuntergang auf die Küste Rügens. Die Höhenverteilung während dieses Nachtzuges war deutlich nach oben verlagert (Abb. 113). Es flogen keine Kraniche unter-

halb von 200 m, und die mittlere Flughöhe während der Nacht lag über 200 m höher als während des Tagzuges am gleichen Tag (Tab. 76).

Abb. 113: ***Flughöhen über See (in%) von Kranichtrupps am Tag (links) und in der Nacht (rechts) am 15.10.2005 (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Tab. 76: ***Mittlere Flughöhen [m] ± SD, Mediane und Extremwerte am 15.10.2005 während der Hell- und Dunkelphase (nur Tracks über See) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

	Mittelwert	SD	Median	Min.	Max.	Anzahl Trupps
Hellphase	343	142	313	92	808	57
Dunkelphase	534	171	591	263	719	11
Gesamt	389	166	342	103	822	68

Regelmäßig konnte eine kreisende Flugbewegung mit Höhengewinn beobachtet werden, die meist über Land auftrat. Es ist zu vermuten, dass Aufwinde über Wittow genutzt wurden um an Höhe zu gewinnen (vgl. Abb. 114). Das Flugverhalten der Kraniche kann in zwei Strategien unterteilt werden: Geradeausflug ohne Höhenabnahme mit permanentem Flügelschlagen und Höhengewinn durch Kreisen unter Ausnutzung von Wind und anschließendem Segelflug.

Abb. 114: ***Schematische Darstellung eines Kranichtracks (Screenshot des Programms CORAL); pinkfarbene Linie: Flugweg eines Kranichtrupps, blaue Linie:***

Höhenverlauf (die senkrechten Linien geben 20 s Intervalle an) (Quelle: IFAÖ 2013f)

Die mittlere Flugrichtung war im Herbst sehr genau südlich ausgerichtet und im Frühjahr fast exakt entgegengesetzt. Während 2005 überwiegend Rückenwind herrschte, flogen die Kraniche 2006 und 2008 häufiger bei seitlichen Winden und mussten dies aktiv kompensierten, um das anvisierte Ziel zu erreichen.

Als entscheidender Faktor zur Erklärung der saisonalen Variation des Zugverlaufs sind die Windverhältnisse zu nennen. Aus einer Kombination von Windrichtung in Bezug zur Zugrichtung und der Windstärke lässt sich die Rückenwindkomponente (TWC=Tail wind component) errechnen, die Informationen über Windunterstützung (positive TWC) bzw. Gegenwind (negative TWC) gibt. Für die Zugphasen, in denen auch mittels Zielfolgeradar gearbeitet wurde, werden die Wettereinflüsse auf den Verlauf des Kranichzuges betrachtet.

Im Herbst 2005 herrschte in den langen Phasen ohne (18. September bis 2. Oktober) bzw. mit geringem Kranichzug (8. bis 12. Oktober) Windrichtungen um S bis SE vor, die mit Gegenwindsituationen für die ziehenden Kraniche verbunden waren (negative Werte für Rückenwindkomponente; Abb. 115). Am Massenzugtag 15. Oktober 2005 drehte der Wind auf nördliche Richtungen, und die meisten Kraniche überquerten an diesem Tag bei starkem Rückenwind die Ostsee. Der Zug vom 3. bis 7. Oktober 2005 fand ohne ausgeprägte Windunterstützung statt (Rückenwindkomponente um 0, Abb. 115). Offensichtlich brachen nach der sehr langen Phase mit starkem Gegenwind viele Kraniche auch bei suboptimalen Bedingungen auf.

Während des Herbstzuges 2008 gab es bis Ende September immer wieder Tage mit „gutem“ Kranichzug – insgesamt herrschte in dieser Phase Wind aus NE bis E, woraus an den meisten Zugtagen eine positive Rückenwindkomponente resultierte. Am Tag mit der höchsten Zugintensität (07.10.2008; mit ca. 2.900 Kranichen jedoch weit weniger als am Massenzugtag im Herbst 2005 mit fast 10.000 Vögeln) herrschten südliche Winde, d. h. die Vögel flogen bei Gegenwind. Die Gründe hierfür lagen vermutlich v. a. in relativ guten Bedingungen im Aufbruchsgebiet.

Im Frühjahr 2006 setzte der Kranichzug erst sehr spät ein (nur wenige Vögel zogen vor dem 27. März 2006), obwohl im Verlaufe des März die Windbedingungen zeitweise gut waren (d. h. Rückenwind). Dass trotzdem keine Kraniche in Richtung Schweden abzogen, ist mit niedrigen Temperaturen aufgrund eines sehr stabilen kontinentalen Hochdrucksystems zu erklären. Bis Ende März lagen die Temperaturen um Null Grad mit Nachtfrösten und zeitweisem Schneefall und die Brutgebiete in Schweden waren noch vereist. Der Kranichzug setzte dann genau an dem Tag ein, an dem die Temperaturen um fast 10 ° stiegen (27. März 2006), und in den Folgetagen herrschte mit südwestlichen Winden ausschließlich Rückenwind.

Für jede Zugsaison galt, dass an allen Tagen mit stärkerem Kranichzug Sichtweiten von mindestens 20 km herrschten.

Abb. 115: ***Einfluss der Rückenwindkomponente (negativ = Gegenwind, positiv = Rückenwind) sowie Windrichtung /-stärke, Sichtweite und Temperatur auf das Zugaufkommen des Kranichs. (X: keine Beobachtungen/Messungen wegen Regen; Daten von Wetterstation DWD Kap Arkona) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Die Flughöhen zeigten deutliche Abhängigkeiten von der Windrichtung. In jeder Saison unterschieden sich die Flughöhen zwischen den festgelegten Windkategorien (d. h. Windrichtung in Bezug zur Flugrichtung: Gegenwind (TWC < -4), „neutraler“ Wind (-4 ≤ TWC ≤ 4) und Rückenwind (TWC

> 4)). Bei Gegenwind waren in allen Messperioden die geringsten Flughöhen zu verzeichnen. Neben dem Unterschied zwischen den Gruppen lag auch eine signifikante Korrelation zwischen der Rückenwindkomponente und der Flughöhe vor.

Die Höhenverteilungen in 100 m-Intervallen bei verschiedenen Windsituationen und Zeiten sind in Abb. 116 dargestellt. So ist z. B. zu erkennen, dass im Herbst 2005 bei Gegenwind sowohl bezogen auf Trupps als auch auf Individuen, nur ausnahmsweise oberhalb von 200 m geflogen wurde. Insbesondere bei der Betrachtung der Individuen wird auch der Unterschied in der Flughöhe bei Rückenwind zwischen den Herbst-Perioden deutlich: während im Jahr 2005 der Schwerpunkt im Höhenbereich von 300 bis 500 m lag, wurden 2008 die meisten Vögel im Höhenintervall von 200 bis 300 m beobachtet (einige wenige Trupps waren ohne Angabe von Individuen, daher können in Höhenschichten für „Trupps“ Werte auftauchen, in denen auf Individuenebene keine Daten stehen, z. B. Frühjahr 2006 bei Gegen- und Rückenwind).

Abb. 116: ***Flughöhen in Abhängigkeit von Windsituation (nur Tracks über See) dargestellt in Bezug auf Kranichtrupps (oben) und Kranichindividuen (unten) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Einen Eindruck der räumlichen Verteilung der Kranichtracks gibt die Häufigkeit in Bezug zur horizontalen Entfernung vom Radarstandort (Abb. 117). Hierbei wurden für den Herbst das erste 20-Sekunden-Intervall über Wasser, bzw. für das Frühjahr das letzte Intervall über Wasser ausgewählt. Sie geben einen Eindruck, wo die Vögel im Herbst ankamen, bzw. über Wasser abflogen.

Während der Herbstperioden streuten die Kranichtrupps deutlich stärker als im Frühjahr. Im Herbst lag der Schwerpunkt der Kranichtracks etwa gleich verteilt östlich und westlich des Standortes mit einer Häufung innerhalb einer Entfernung von ca. 4 km beiderseits. Im Frühjahr lag der Schwerpunkt dagegen deutlich östlich vom Standort, d. h. bis maximal 8-10 km im Bereich der Halbinsel Wittow. In diesem Bereich scheint also sowohl im Frühjahr als auch im Herbst ein verstärkter Zug (Zugkorridor) vorzuliegen. Ankommende Kraniche setzten grundsätzlich ihren Flug über Land in Richtung Rügen-Bock-Region fort. Oft wurde beobachtet, dass hierzu über Land die Flughöhe durch kreisende Flugbewegungen erhöht wurde (s. Abb. 114).

Abb. 117: Horizontale Entfernung der Kranichtracks vom Radarstandort (x-Achse=0) in West-Ost-Richtung (Datenselektion: s. Text) (Quelle: IFAÖ 2013f)

Für eine Extrapolation des Zugweges in Richtung Vorhabensgebiet bzw. der Insel Bornholm wurden nur Tracks berücksichtigt, in denen keine kreisenden Flugbewegungen vorkamen. Während des Kreisens lassen sich die Kraniche mit dem Wind verdriften, so dass bei mehrfachem Vorkommen dieses Verhaltens eine hohe Parallelverschiebung des Zugweges stattfindet und eine Extrapolation ausgehend von den „Geradeaus-Flugphasen“ keinen Sinn macht. Weiterhin wurde die Flugrichtung des ersten 20-Sekunden-Intervalls im Herbst und des letzten Intervalls im Frühjahr über See verwendet. Unter der Annahme, dass die Kraniche mit gleicher Richtung weiterfliegen (Frühjahr) bzw. geflogen sind (Herbst), läge der Anteil Trupps, die das Vorhabensgebiet streifen,

bei 6,0% im Herbst 2005 und 11,4% im Herbst 2008 (Tab. 77). Im Frühjahr 2006 war der Anteil der Trupps mit 12,5% höher. Der Anteil der Individuen lag dabei im Bereich von 3,7 bis 10,9%.

Im Hinblick auf die Frage, ob die vor Wittow gemessenen Kraniche der Zugpopulation angehören, die über Bornholm die Ostsee überqueren, zeigte die Extrapolation der Zugwege, dass nur sehr geringe Anteile diesen Weg nahmen. Zwischen 1,8 und 3,7% der Trupps bzw. 0,6 bis 2,5% der Individuen kamen aus dieser Richtung bzw. flogen dorthin.

Tab. 77: Anteile von Trupps bzw. Individuen, deren extrapolierte Flugrichtung das Vorhabensgebiet bzw. die Insel Bornholm streifen (Quelle: IFAÖ 2013f)

Jahr	2005	2006	2008
Trupps (%)			
Vorhabensgebiet	6,0	12,5	11,4
Bornholm	3,3	3,7	1,8
n Trupps	166	200	88
Individuen (%)			
Vorhabensgebiet	3,7	9,7	10,9
Bornholm	1,7	2,5	0,6
n Individuen	10.023	5.689	3.346

Seevogel- und Kleinvogelzug

- Sichtbeobachtungen

Beim Vergleich der Artenspektren und Individuenzahlen in den verschiedenen Jahreszeiten und Jahren sind die unterschiedlichen Erfassungszeiträume zu berücksichtigen (vgl. Tab. 14). Im Frühjahr und Herbst 2008 wurde jeweils die gesamte Saison über beobachtet, weshalb diese Daten vergleichbar sind. Neben den Individuenzahlen ist die Zugrate (d. h. Individuen pro Stunde) ein weiterer wichtiger Parameter für den Vergleich zwischen Individuen und Jahren (für ausgewählte Arten: s. Abb. 119). Bei den Beobachtungen lag der Schwerpunkt auf der Erfassung des Zuges von Wasser- und Watvögeln, Limikolen und Greifvögel. Standortbedingt wurde nur der Zug von Nicht-Singvögeln quantitativ erfasst, Singvogelarten wurden qualitativ aufgenommen (s. Kap. 4.7.6.1).

Die auf Artniveau bestimmte Anzahl der Nicht-Singvogel-Arten je Saison schwankte zwischen 84 (Frühjahr 2007) bzw. 89 (Frühjahr 2008; Gesamtzahl Frühjahr: 103 Arten) und 97 (Herbst 2008; Jahr 2005 ausgenommen wegen deutlich geringerer Beobachtungszeiten; Gesamtzahl Herbst: 99 Arten; s. Tab. 78). Die höhere Artenzahl im Herbst im Vergleich zum Frühjahr geht einerseits auf „seltene“ Arten zurück (Eistaucher, Falkenraubmöwe, Dreizehenmöwe) andererseits wurden im Herbst deutlich mehr Limikolenarten registriert als im Frühjahr (nur im Herbst: Knutt, Sanderling, Sichelstrandläufer, Dunkler Wasserläufer, Bekassine). Singvögel wurden am Standort „Nordstrand“ für das Jahr 2008 (Abdeckung der kompletten Zugsaison) nur qualitativ erfasst (Grund: s. Kap. 4.7.6.1). Als Artensummen ergaben sich für das Frühjahr 2008 72 Arten, für den Herbst 2008 62 Arten (Arten mit Brutpaarzahlen in Schweden von > 1.000 BP, s. Kap. 4.7.6.1; Artenzahl für Singvögel insgesamt: 81). Insgesamt konnten somit in einem Jahr mit einer Abdeckung der kompletten Zugzeiten 161 Zugvogelarten im Frühjahr und 163 Arten im Herbst festgestellt werden (Gesamtzeitraum Frühjahr: 103+72=182 Arten; Herbst: 99+62=161 Arten). Für den gesamten Beobachtungszeitraum wurden 115 Nicht-Singvogel-Arten (2005, 2007 und 2008; s. Tab. 78) und 81 Sing-

vogelarten (Frühjahr und Herbst 2008; nur Arten mit >1.000 BP in Schweden) beobachtet (d. h. als Gesamtsumme: 196 Arten).

Bei vielen Arten fiel der Frühjahrszug wesentlich stärker aus als der Herbstzug. Für das Jahr 2008 (komplette Zugsaison abgedeckt) ergaben sich als Summe über alle Arten etwa 2-fach höhere Individuenzahlen als im Herbst (Frühjahr 2008: 320.240 Ind., Herbst 2008: 172.844 Ind.).

Tab. 78: Quantitativ erfasste Nicht-Singvögel am Standort Rügen / Nordstrand für Frühjahr 2007 (FR 07) und 2008 (FR 08) sowie Herbst 2005 (HE 05) und 2008 (HE 08). Stetigkeit:% Tage mit Sichtungen; % „richtige“ Richtung: Richtung entsprechend Jahreszeit (s. Methode) (Quelle: IFAÖ 2013f)

Art	Anzahlen Individuen				Stetigkeit				% „richtige“ Richtung			
	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08
Sterntaucher	2.715	3.233	4	116	92	75	7	27	93	87	100	84
Prachttaucher	921	554	92	503	92	80	30	62	83	81	52	73
Gelbschnabeltaucher	2	1	0	0	2	1	0	0	50	100	0	0
Eistaucher	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
unbest. Seetaucher	769	1.850	6	128	82	83	7	26	83	87	100	82
Summe Seetaucher	**4.407**	**5.638**	**102**	**748**								
Ohrentaucher	33	11	0	8	13	5	0	4	73	100	0	75
Schwarzhalstaucher	2	0	0	1	3	0	0	1	100	0	0	100
Haubentaucher	90	85	11	105	41	28	2	27	84	71	36	73
Rothalstaucher	58	134	2	118	38	42	2	33	84	88	50	51
Lappentaucher	14	22	0	16	10	11	0	7	64	73	0	56
Summe Lappentaucher	**197**	**252**	**13**	**248**								
Basstölpel	5	1	0	3	5	1	0	1	57	100	0	33
Kormoran	1.945	2.583	120	1.923	87	66	14	49	45	55	29	33
Silberreiher	1	3	0	2	2	1	0	0	100	67	0	0
Graureiher	65	76	6	87	28	21	0	13	85	58	0	34
Weissstorch	0	0	1	0	0	0	0	0				
Schwarzstorch	0	1	0	0	0	0	0	0				
Kranich [1)]	3.359	9.279	628	3.875	16	66	52	25				
Summe Reiher/Korm./Tölpel	**5.375**	**11.943**	**755**	**5.890**								
Höckerschwan	214	427	14	152	49	40	7	16	87	71	93	69
Singschwan	353	102	0	0	23	11	0	0	61	75	0	0
Zwergschwan	80	29	10	0	7	5	2	0	100	100	100	0
Schwan spec.	66	266	10	15	10	23	0	1	45	56	0	100
Summe Schwäne	**713**	**824**	**34**	**167**								
Blässgans	869	494	453	299	18	8	9	13	100	93	72	68
Saatgans	43	68	67	47	3	5	5	7	81	76	40	32

Art	Anzahlen Individuen				Stetigkeit				% „richtige“ Richtung			
	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08
Graugans	222	456	0	395	33	29	0	20	78	31	0	41
Kanadagans	390	428	2	459	13	5	0	17	81	50	0	55
Weisswangengans	1.377	1.482	160	1.862	18	12	7	7	91	98	100	100
Ringelgans	12	26	94	502	8	4	9	20	100	58	100	98
Brandgans	50	155	0	21	21	31	0	3	54	63	0	52
Blässgans/Saatgans	4	12	0	0	2	0	0	0	100	0	0	0
Graue Gans	183	3	60	5	7	0	5	2	62	0	62	80
unbest. Gans	149	140	129	46	7	7	7	3	99	59	100	46
unbest. Gans/ Ente	0	19	0	0	0	1	0	0	0	32	0	0
Summe Gänse	**3.299**	**3.283**	**965**	**3.636**								
Stockente	47	118	50	487	11	15	18	46	91	57	92	91
Schnatterente	7	0	0	20	2	0	0	11	43	0	0	100
Spießente	54	26	36	335	16	7	5	35	94	65	100	99
Löffelente	39	164	0	181	11	11	0	28	90	99	0	99
Pfeifente	1.485	795	205	6.592	30	32	23	65	100	96	99	98
Krickente	40	55	5	1.192	15	8	7	66	100	96	100	92
Knäkente	0	0	0	13	0	0	0	5	0	0	0	100
Tafelente	14	78	0	30	5	6	0	4	100	100	0	100
Kolbenente	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	100	0
Reiherente	36	46	0	307	10	17	0	35	97	85	0	69
Bergente	165	1.039	147	525	25	22	16	19	98	100	41	30
Eiderente	7.829	8.305	2.636	22.111	95	96	41	77	85	59	100	98
Prachteiderente	4	3	0	1	3	3	0	1	50	100	0	100
Scheckente	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	100
Trauerente	169.501	264.058	34.822	112.800	100	99	73	100	96	91	99	84
Samtente	636	1.084	65	1.247	72	85	7	66	94	91	38	43
Eisente	10.779	10.331	254	345	89	81	16	15	79	78	58	85
Schellente	77	34	2	56	23	13	2	8	69	76	100	89
Spatelente	0	7	0	3	0	2	0	1	0	100	0	100
Gründelente	0	58	0	1	0	4	0	1	0	100	0	100
unbest. Schwimmente	15	3	23	418	8	2	2	26	100	100	61	93
unbest. Tauchente	98	0	55	14	8	0	2	2	91		55	100
Trauer-/Samtente	0	290	0	73	0	8	0	3	0	54	0	84
Summe Enten	**190.826**	**286.494**	**38.301**	**146.753**								
Zwergsäger	0	18	0	0	0	1	0	0	0	83	0	0
Mittelsäger	1.214	1.358	44	804	92	80	18	39	78	67	52	79

Art	Anzahlen Individuen				Stetigkeit				% „richtige“ Richtung			
	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08
Gänsesäger	94	99	30	82	44	24	16	17	76	70	83	68
unbest. Säger	0	3	0	3	0	2	0	1	0	100	0	33
Summe Säger	**1.308**	**1.478**	**74**	**889**								
Seeadler	13	14		2	8	3		1	k.A.			
Fischadler	19	32		40	8	13		8				
Steinadler	1	0		2	2	0		1				
Schreiadler	0	1		0	0	1		0				
Steppenadler	0	1		0	0	1		0				
Rohrweihe	44	90		18	18	28		1				
Rotmilan	308	255		6	51	32		0				
Schwarzmilan	1	4		0	0	2		0				
Kornweihe	11	20		2	10	8		0				
Wiesenweihe	0	3		0	0	1		0				
Steppenweihe	0	1		0	0	1		0				
Raufußbussard	95	372		6	28	29		0				
Mäusebussard	743	970		150	52	37		10				
Wespenbussard	0	30		81	0	4		3				
Sperber	1.258	1.462		134	66	56		8				
Habicht	1	3		2	0	1		1				
Turmfalke	38	83		35	26	21		1				
Baumfalke	6	12		11	5	5		3				
Wanderfalke	6	5		7	7	3		1				
Merlin	12	25		16	10	12		2				
unbest. Weihe	0	3		1	0	1		0				
unbest. Bussard	0	3		0	0	2		0				
unbest. Falke	0	5		0	0	1		0				
Summe Greife	**2.556**	**3.394**		**513**								
Austernfischer	16	50		267	7	12		14	44	62		99
Säbelschnäbler	0	1		0	0	1		0	0	100		0
Sandregenpfeifer	2	0		4	3	0		4	100	0		100
Flussregenpfeifer	0	2		0	0	1		0	0	50		0
Kiebitzregenpfeifer	0	25		152	0	1		23	0	100		93
Goldregenpfeifer	45	83		6252	3	3		27	18	76		4
Kiebitz	132	186		11	18	7		1	89	25		55
Knutt	0	0		4	0	0		4	0	0		100
Sanderling	0	0		6	0	0		2	0	0		33

Art	Anzahlen Individuen				Stetigkeit				% „richtige“ Richtung			
	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08
Steinwälzer	1	0		42	2	0		1	100	0		2
Alpenstrandläufer	5	0		247	0	0		21	0	0		94
Sichelstrandläufer	0	0		1	0	0		1	0	0		100
Bruchwasserläufer	0	9		15	0	2		2	0	56		13
Flussuferläufer	0	0		14	0	0		3	0	0		29
Waldwasserläufer	18	3		1	2	1		0	11	33		0
Dunkler Wasserläufer	0	0		2	0	0		1	0	0		100
Rotschenkel	2	2		5	0	2		2	0	100		60
Grünschenkel	1	2		15	0	1		3	0	50		80
Pfuhlschnepfe	0	0		65	0	0		7	0	0		98
Uferschnepfe	3	0		9	2	0		1	100	0		100
Großer Brachvogel	42	1.648		101	15	22		10	88	100		96
Regenbrachvogel	3	20		51	2	7		8	100	75		92
Bekassine	0	0		22	0	0		7	0	0		91
Kampfläufer	0	5		7	0	1		3	0	40		57
unbest. Brachvogel	0	48		8	0	2		1	0	100		100
unbest. Limikole	28	1		100	7	0		14	100	0		100
unbest. Strandläufer	0	0		97	0	0		14	0	0		91
Summe Limikolen	**298**	**2.085**	**0**	**7.498**								
Skua	2	0	0	1	2	0	0	0	50	0		0
Spatelraubmöwe	0	1	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0
Schmarotzerraubmöwe	3	7	0	28	5	5	0	11	100	86	0	82
Falkenraubmöwe	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
unbest. Raubmöwe	1	2	3	17	0	2	5	12	0	100	100	76
Summe Raubmöwen	**6**	**10**	**3**	**47**								
Lachmöwe	1.835	2.323	219	1.416	89	73	7	32	83	86	98	80
Sturmmöwe	6.014	653	7	384	92	14	2	21	95	81	100	98
Schwarzkopfmöwe	0	4	0	1	0	2	0	1	0	100	0	100
Mittelmeermöwe	2	0	0	0	2	0	0	0	100	0	0	0
Steppenmöwe	0	2	0	0	0	2	0	0	0	100	0	0
Heringsmöwe	7	7	1	16	11	3	2	4	100	86	100	25
Mantelmöwe	17	5	0	1	3	2	0	1	88	100	0	100
Zwergmöwe	207	469	119	2.076	36	22	16	83	69	98	81	86
Dreizehenmöwe	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0	100	0
Polarmöwe	0	1	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0
unbest. Großmöwe	10	0	0	0	2	0	0	0	100	0	0	0

Art	Anzahlen Individuen				Stetigkeit				% „richtige“ Richtung			
	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08	FR 07	FR 08	HE 05	HE 08
Summe Möwen	**8.092**	**3.464**	**347**	**3.896**								
Zwergseeschwalbe	2	42	0	5	2	11	0	3	100	98	0	100
Brandseeschwalbe	473	345	131	1.102	41	44	39	72	88	90	94	86
Flussseeschwalbe	33	3	31	336	13	3	20	45	97	100	100	89
Küstenseeschwalbe	3	60	11	238	3	14	16	21	100	98	100	92
Raubseeschwalbe	1	2	0	9	2	2	0	4	100	100	0	67
Trauerseeschwalbe	1	19	0	47	2	5	0	13	100	100	0	77
Fluss-/Küstenseeschw.	14	226	15	597	11	25	9	47	93	95	87	90
unbest. Seeschwalbe	53	23	68	36	11	11	23	5	100	96	100	81
Summe Seeschwalben	**580**	**720**	**256**	**2.370**								
Krabbentaucher	5	3	0	0	2	0	0	0	80	0	0	0
Gryllteiste	31	48	2	17	18	15	2	7	61	48	100	65
Trottellumme	124	44	0	34	26	17	0	10	85	66	0	38
Tordalk	130	83	1	20	26	22	0	8	91	43	0	50
Alk	299	503	8	165	49	52	9	28	76	49	63	67
Summe Alken	**589**	**681**	**11**	**236**								
SUMME Anzahlen	**218.240**	**320.240**	**40.858**	**172.844**								
Artenzahl je Saison	**84**	**89**	**38**	**97**								
Artenzahl Früh-jahr/Herbst	**103**		**99**									
Artenzahl gesamt	**115**											

1) weitere Angaben zum Kranichzug enthält Kap. 4.7.6.2

Für die Nicht-Singvogelarten werden im Folgenden die wichtigsten Aspekte der einzelnen Artengruppen vorgestellt.

Seetaucher

Während beim Sterntaucher der Frühjahrszug stark dominierte (z. B. 3.233 Ind. im Frühjahr 2008 gegenüber 116 im Herbst 2008), waren Prachttaucher im Frühjahr und Herbst 2008 in vergleichbaren Anzahlen vorhanden. Bezogen auf den Frühjahrszug war der Sterntaucher dabei die eindeutig dominierende Art (Frühjahr 2008: 3.233 Stern- und 554 Prachttaucher). Obwohl im Frühjahr weitaus weniger Prachttaucher beobachtet wurden, war die Stetigkeit der beiden Arten auf hohem Niveau sehr ähnlich. Im Herbst wurden dagegen an weniger Tagen Seetaucher beobachtet. Zu den auf Artniveau bestimmten Individuen kommt noch eine hohe Anzahl von unbestimmten Seetauchern hinzu, so dass sich die Anzahl von Seetauchern vor der Küste von Kap Arkona im Bereich von ca. 4.500 - 5.500 im Frühjahr und ca. 750 im Herbst bewegt [Anteil gerichteter Zug im Bereich von 73% (Prachttaucher Herbst 2008) bis 93% (Sterntaucher Frühjahr 2007)].

Lappentaucher, Kormoran, Reiher, Schwäne, Kranich

Der Rothalstaucher war die am häufigsten ziehende Lappentaucher-Art (> 100 Ind. im Frühjahr und Herbst), gefolgt vom Haubentaucher. Ohrentaucher und Schwarzhalstaucher stellten dagegen

Ausnahmeerscheinungen dar. Kormorane wurden mit >2.000 Individuen sowohl im Frühjahr als auch im Herbst beobachtet, die Bewegungen waren jedoch wenig gerichtet, so dass hier vermutlich vor allem Nahrungsflüge vorlagen. Basstölpel, Silberreiher, Weiss- und Schwarzstorch sind als seltene Zugvögel zu werten. Ziehende Schwäne waren nur relativ selten zu beobachten (vor allem im Frühjahr: 713 bzw. 824 Ind., im Herbst zogen v. a. Höckerschwäne in geringer Zahl: 167 als Summe mit unbestimmten Schwänen). Zwergschwäne waren im Frühjahr dabei weniger häufig als Höcker- und Singschwäne. Zahlenmäßige Daten zum Kranichzug sind dem gesonderten Abschnitt oben zu entnehmen.

Gänse

Als Summe über alle Gänsearten war das Zugaufkommen im Frühjahr und im Herbst etwa gleich hoch (im Bereich von ca. 3.300 bis 3.600 Ind.). Als häufigste Art war die Weisswangengans zu beobachten, wobei die Herbstzahlen etwas über den Frühjahrszahlen lagen (Herbst 2008: 1.862, Frühjahr 2007: 1.377, 2008: 1.482). Alle anderen Arten traten mit Individuenstärken von weit unter 1.000 Ind. auf. Die Ringelgans kam fast ausschließlich im Herbst vor (502 Individuen, gegenüber 12 und 26 im Frühjahr), während Blässgänse im Frühjahr stärker vertreten waren. Bei Kanada-, Grau- und Saatgans waren die Individuenzahlen im Frühjahr und Herbst vergleichbar. Generell war die Stetigkeit des Gänsezuges sehr gering, d. h. er war nicht kontinuierlich, sondern beschränkte sich auf relativ wenige Tage. Feldgänse (Bläss-, Saat-, Graugans sowie Kanadagans) ziehen auch verstärkt von Schweden / Finnland kommend eher in Richtung N-S, so dass die „richtige“ Zugrichtung (hier dargestellt ist W-E bzw. E-W-Zug) bei diesen Arten anders liegt und die Prozentsätze deshalb oft gering sind.

Meeresenten / sonstige Enten und Säger

Die mit Abstand häufigste Zugvogelart vor der Küste von Kap Arkona war die Trauerente, die mit sehr hoher Stetigkeit (99 / 100%, ohne 2005) beobachtet wurde. Die Zugrichtungen entsprachen mit hohen Prozentsätzen den jahreszeitlich erwarteten Werten (z. B. Jahr 2008: 91% östlich im Frühjahr, 84% westlich im Herbst). Ein Jahreszeitenvergleich für das Jahr 2008 macht deutlich, dass der Trauerentenzug vor Rügen im Frühjahr deutlich stärker ausgeprägt war als im Herbst (240.093 östlich ziehende im Frühjahr 2008, 94.752 westlich ziehende im Herbst 2008). Eiderenten wurden dagegen im Herbst in größeren Anzahlen beobachtet als im Frühjahr (allerdings mit geringerer Stetigkeit). Der Zug im Herbst war dabei sehr gerichtet (98% nach W, 2008), während im Frühjahr auch viele Bewegungen in entgegengesetzte Richtung vorkamen (z. B. nur 59% in Richtung W, 2008), was auf einen hohen Anteil regionaler (Nahrungs-)Flüge hindeutet. Samtenten zeigten dagegen im Herbst wenig gerichtete Zugbewegungen, während im Frühjahr >90% in Richtung E flogen. Zahlenmäßig lagen die Frühjahrs- und Herbstwerte in vergleichbaren Größenordnungen (ca. 600 bis 1.200 Ind.). Eisenten zeigten insbesondere im Frühjahr einen relativ hohen Anteil von „falschen“ Richtungen (ca. 22%), was wahrscheinlich auf lokale Vögel zurückzuführen ist. In Küstennähe waren regelmäßig größere Anzahlen rastender Eisenten zu beobachten. Insgesamt war der Eisentenzug im Frühjahr jedoch deutlich ausgeprägter als im Herbst (>10.000 im Frühjahr; < 400 im Herbst).

Unter den „Nicht-Meeresenten“ dominierte die Pfeifente mit hohen Zahlen im Herbst (2008: 6.592 gegenüber 795 im Frühjahr 2008 / 1.485 Frühjahr 2007) und einem durchweg sehr gerichteten Zug. Als weitere häufige Arten traten Bergenten (gerichteter Zug nur im Frühjahr) und Stockenten auf.

Als Durchzügler kam vor allem im Frühjahr der Mittelsäger vor (>1.200 Ind.); im Herbst lagen die Zahlen mit ca. 800 Ind. im Jahr 2008 deutlich darunter.

Greifvögel

Merklicher Greifvogelzug konnte vor allem im Frühjahr festgestellt werden (z. B. Gesamtsumme im Frühjahr 2008: 3.360 gegenüber 473 Ind. im Herbst des gleichen Jahres). Im Herbst waren lediglich Mäusebussard und Sperber mit Individuenzahlen von >100 vertreten (Jahr 2005 ausgenommen, da hier nur in den Abendstunden beobachtet wurde). Im saisonalen Vergleich machte nur der Wespenbussard eine Ausnahme, der mit 81 Ind. im Herbst 2008 über den Frühjahrswerten lag (30 Ind. im Frühjahr). Im Frühjahr dominierte mit Abstand der Sperber (ca. 1.250 bis 1.450 Ind.) gefolgt vom Mäusebussard (ca. 750 bis 970 Ind.). Bei beiden Arten lag die Stetigkeit bei etwa 40 bis 65%. Bemerkenswert waren ebenfalls relative hohe Individuenzahlen des Rotmilans (308 im Jahr 2007 / 255 in 2008) und des Raufußbussards (max. 372 Ind. im Jahr 2008). Als weitere ziehende Greifvogelarten kamen Seeadler, Rohrweihe, Kornweihe, Turmfalke, Baumfalke und Merlin regelmäßig vor. Steinadler, Schreiadler, Schwarzmilan, Wiesenweihe, Habicht und Wanderfalke waren dagegen Ausnahmeerscheinungen. Richtungsangaben werden bei Greifvögeln nicht gemacht, da der Zug generell in Richtung N-S (bzw. entgegengesetzt) verläuft und vor allem im Frühjahr oft viele Greifvögel in Thermiksäulen über Land segelten und nur selten die konkrete Abflugrichtung bestimmt werden konnte. V. a. Sperber und Rotmilane zogen aber auch küstenparallel, so dass nicht beurteilt werden konnte, ob und wo sie die Ostsee querten.

Limikolen

Goldregenpfeifer waren mit über 6.200 Ind. die häufigste Limikolenart im Herbst 2008. Fast alle Beobachtungen gehen dabei auf den 04.09.2008 zurück, als innerhalb von ca. 2 Stunden im Laufe des Morgens viele Schwärme von Goldregenpfeifern (Truppgrößen bis zu 800 Ind.) aus großer Höhe über Kap Arkona herunterkamen und größtenteils in Höhen von ca. 200 m in Richtung W bis SW weiterflogen (ein geringer Teil landete auch). Neben den direkt ziehenden Individuen rasteten auf der Halbinsel Wittow im Herbst regelmäßig und über einen langen Zeitraum etwa 2.000 bis 3.000 Goldregenpfeifer. Für viele weitere Arten war der Herbstzug deutlich ausgeprägter als der Frühjahrszug: Austernfischer (Herbst 2008: 267 Ind.), Kiebitzregenpfeifer (152 Ind.), Alpenstrandläufer (247 Ind.), Pfuhlschnepfen (65 Ind.), Regenbrachvogel (51 Ind.) und Bekassine (22 Ind.). Eine Ausnahme stellte der Große Brachvogel dar, der hauptsächlich im Frühjahr durchzog. Er wurde vor allem im April 2008 regelmäßig und in Trupps von z. T. > 100 Ind. durchziehend beobachtet (zu 100% in östliche Richtung ziehend; Summe ca. 1.650 Ind.), während im Herbst 2008 lediglich 101 Ind. gezählt wurden. Neben dem Großen Brachvogel traten auch der Kiebitz und Waldwasserläufer mit höheren Anzahlen im Frühjahr im Vergleich zum Herbst auf. Eine Reihe weiterer Limikolenarten wurde in geringen Anzahlen beobachtet, einige dieser Arten kamen ausschließlich im Herbst vor (Knutt, Sanderling, Sichelstrandläufer, Dunkler Wasserläufer, Bekassine).

Möwen und Raubmöwen

Die Schmarotzerraubmöwe war sowohl im Herbst (2008: 28 Ind.) als auch im Frühjahr (2008: 7 Ind.) die häufigste Raubmöwenart. Neben 17 unbestimmten Raubmöwen traten Skua, Spatel- und Falkenraubmöwe nur mit Einzelindividuen auf.

Die Zwergmöwe war die häufigste Möwenart im Herbst (> 2000 Ind.), gefolgt von Lachmöwe (>1.400 Ind.) und Sturmmöwe (ca. 400 Ind.). Sturmmöwenzug im Frühjahr fand vor allem im Jahr 2007 statt (> 6.000 Ind.), im darauf folgenden Jahr lagen die Zahlen dagegen weitaus niedriger (ca. 650 Ind.). Neben den häufigen und durchziehenden Arten wurden als Ausnahmeerscheinungen auch Schwarzkopfmöwe, Mittelmeermöwe, Steppenmöwe, Dreizehenmöwe und eine Polarmöwe gesehen.

Seeschwalben

Vor allem Brandseeschwalben zogen regelmäßig und in Anzahlen von ca. 350 (Frühjahr 2007) / 470 (2008) bzw. 1.100 Ind. (Herbst) durch. Der Zug von Fluss- / Küstenseeschwalben war ebenfalls im Herbst ausgeprägter als im Frühjahr. Oft flogen die Vögel jedoch so weit von der Küste

entfernt, dass eine Artbestimmung nicht möglich war. Die größte Anzahl im Herbst (neben Brandseeschwalben) entfällt somit auf die Kategorie Fluss- / Küstenseeschwalbe (ca. 600 Ind.). Zwerg-, Trauer- und Raubseeschwalben zogen dagegen nur in sehr geringen Individuenzahlen (Zwergseeschwalben v. a. im Frühjahr; Trauer- und Raubseeschwalben im Herbst).

Alken

Generell waren Alken im Frühjahr häufiger zu beobachten als im Herbst (Summen: Frühjahr ca. 600 bis 700 Ind.; Herbst ca. 230 Ind.). Tordalk und Trottellumme waren die häufigsten bestimmten Arten, die in vergleichbaren Größenordnungen vorkamen (Tendenz: Tordalk im Frühjahr häufiger als Trottellumme; im Herbst Trottellumme häufiger als Tordalk). Gryllteisten wurden ebenfalls häufiger im Frühjahr beobachtet als im Herbst und alle acht Krabbentaucher stammen aus Frühjahrsbeobachtungen.

Der Frühjahrs-Durchzug der Wasservögel konzentrierte sich auf die Monate März und April (vgl. Abb. 118). Im Mai (2008) wurden vor allem Weisswangengänse beobachtet. Im Februar fand für alle betrachteten Arten (-gruppen; Trauerente ausgenommen) nur geringer Zug statt. Eine Konzentration auf einen bestimmten Monat fand im Frühjahr nur bei der Gruppe der Limikolen statt (April 2008), wobei die hohen Zahlen des Großen Brachvogels hierfür primär verantwortlich waren. Im Herbst zeigte sich dagegen eine starke Konzentration des Eiderentenzuges auf den Monat Oktober (2008). Auch Weisswangen- und übrige Gänse wurden im Oktober in höchsten Anzahlen beobachtet. Die hohen Limikolenzahlen im September 2008 gehen fast ausschließlich auf Goldregenpfeifer zurück (s.o.), aber auch im August zogen viele Limikolen aus verschiedensten Arten (-gruppen).

Der Trauerentenzug im Frühjahr fand ebenfalls vor allem im März und April statt, im Jahr 2008 zogen aber auch schon im Februar beträchtliche Anzahlen (ca. 40.000). Der Herbstzug war mit jeweils 30.000 bis 40.000 Vögeln weitgehend gleichmäßig auf Juli bis September verteilt, während im Oktober deutlich weniger Trauerenten zogen (<8.000).

Abb. 118: ***Zugaufkommen verschiedener Wasservögel (bzw. –gruppen) als Monatssummen über die Jahre 2005 (* nicht ganztags beobachtet; v. a. Trauerentenzug-Erfassung vor Sonnenuntergang), 2007 und 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Für ausgewählte Arten wird die Zugphänologie als Zugrate (MTR=migration traffic rate; d. h. Vögel pro Stunde) auf Tagesbasis für die einzelnen Untersuchungszeiträume in Abb. 119 dargestellt. Die Skalen sind jeweils für die einzelnen Abbildungen optimiert (bei Vergleich zu beachten), und es sind nur Vögel berücksichtigt, die entsprechend der Jahreszeit der „richtigen“ Zugrichtung folgten. Im Folgenden werden einzelne Aspekte der Zugphänologien erläutert.

In der Zeit um den 1. April zogen die meisten Sterntaucher (mit maximalem Wert von ca. 28 Vögeln je Stunde am 26.03.2008; insgesamt 344 Ind.). Ab Mitte April (2007) bzw. Anfang Mai (2008) zogen nur noch sehr wenige (bzw. gar keine) Sterntaucher. Prachttaucher waren dagegen auch noch bis Ende Mai zu sehen (für das Frühjahr 2008 sogar mit vergleichsweise hohen Zugraten). Bei beiden Arten zeigte sich ein deutlicher Zugpeak in der zweiten Oktoberhälfte, davor waren Prachttaucher auch im Juli / August mit geringen Zugraten vertreten, während die ersten Sterntaucher erst in Mitte September auftauchten.

Abb. 119: ***Zugphänologien (MTR= migration traffic rate, Vögel *h^{-1}) ausgewählter Arten auf Tagebasis (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Pfeifenten hatten einen sehr engen Durchzugspeak von nur 2 Tagen im Frühjahr 2007 (29. / 30.03.). Für alle Meeresenten (Eider-, Trauer-, Samt- und Eisente) war um den 1. April 2007 ein deutlicher Durchzugspeak zu erkennen, Samt- und Trauerenten zeigten auch in der ersten Märzhälfte hohe Durchzugsraten. Im Jahr 2008 wurde bereits im Februar beobachtet, so dass hier vor allem starker Durchzug von Trauerenten (max. Wert: 1.243 Vögel pro Stunde, Tagessumme: 13.598 Vögel am 28.02.2008) und Samtenten erfasst werden konnte. Die beiden stärksten Trauerenten-Zugtage im Jahr 2008 lagen (sehr ähnlich wie im Vorjahr) Mitte März (14.03.: 2.409 Vögel je Stunde, Tagessumme: 22.936 Ind.) und Anfang April (06.04.: 1.932 Vögel pro Stunde; Tagessumme: 21.769 Ind.). Im Gegensatz zur Samtente fand im Mai so gut wie kein Trauerentenzug mehr statt.

Im Herbst 2007 lagen die mittleren Tagesraten der Trauerente oft über denen von 2008. Der Grund hierfür ist vor allem in der Konzentration der Beobachtungszeit auf die Abendstunden (d. h. zur Hauptzugzeit der Trauerenten im Herbst) zu sehen. Ziehende Eisenten wurden im Herbst in beiden Jahren nur in der zweiten Oktoberhälfte beobachtet.

Brandseeschwalben tauchten im Frühjahr in beiden Jahren etwa Mitte April auf und zeigten dann relativ durchgehend konstante Zugraten (2007 auf deutlich höherem Niveau als im Folgejahr). Der Wegzug im Herbst setzte bereits Ende Juli ein, erreichte 2008 in der zweiten Augusthälfte seinen Höhepunkt und setzte sich bis in den Oktober hinein fort.

Die Zugphänologie der Alken-Arten zeigte keine grundsätzlichen Unterschiede, so dass sie hier als Arten-Gruppe dargestellt werden. Während im Frühjahr 2008 Anfang März beginnend relativ kontinuierlich Alken bis Ende Mai zogen (höchsten Werten in zweiten März-Hälfte), war im Jahr zuvor ein deutlicher Durchzugspeak um den 25. März zu erkennen (8,5 Vögel pro Stunde, Tagessumme: 110 Ind.). Der Herbstzug fand vor allem im Oktober statt, aber auch Ende Juli (2008) wurden bereits ziehende Alken beobachtet (24.07.: 0,8 Vögel pro Stunde, Tagessumme: 10 Ind.).

Während des Frühjahrszuges lag bei fast allen häufigen Arten (mit Ausnahme der Greifvögel) der Schwerpunkt des Durchzuges in den ersten Stunden nach Sonnenaufgang (IFAÖ 2013f). Oft fanden jedoch auch im Verlaufe der Mittags- und Nachmittagsstunden Zugbewegungen auf geringem Niveau statt, nur bei Pfeif- und Eisenten sowie Zwergmöwen endeten die Zugbewegungen um die Mittagszeit. Eine Ausnahme bei diesen drei Arten stellten dabei Zwergmöwen dar: entgegen allen anderen Tagen zogen am 28.4.2007 76 Ind. innerhalb einer halben Stunde in den sehr späten Nachmittagsstunden durch und verursachen damit einen deutlichen Peak etwa 1 Stunde vor Sonnenuntergang. Bei Sperbern und Mäusebussarden setzte der Zug erst im Verlaufe des Vormittags ein und erreichte in den späten Vormittagsstunden bzw. etwa um die Mittagszeit ihre höchsten Werte.

Als Hauptunterschied des Herbstzuges (2008) zum tageszeitlichen Zugverlauf im Frühjahr können folgende Punkte angesehen werden:

- Trauerenten zogen im Herbst konzentriert vor Sonnenuntergang. Die Zugraten waren mittags am geringsten und morgens deutlich geringer als am Abend.
- Viele Arten, die im Frühjahr einen deutlich ausgeprägten Zuggipfel in den frühen Morgenstunden hatten, zogen im Herbst eher gleichmäßig verteilt über den ganzen Tag (z. B. Sterntaucher, Pfeifenten, Samtenten, Eisenten, Zwergmöwen, Brandseeschwalben).
- Bei Mäusebussarden, die im Herbst die Ostsee in N-S-Richtung überqueren, setzte der Zug an der Küste Rügens etwa 1-2 Stunden später ein als im Frühjahr. Bei Sperbern war der Verlauf vergleichbar (IFAÖ 2013f).

In Abb. 120 sind die Höhenverteilungen von Vogelgruppen beruhend auf Trupps dargestellt, wobei die Jahreszeiten aus den verschiedenen Untersuchungsjahren zusammengefasst werden.

Alken und Meeresenten waren die Artengruppen, die zu einem sehr hohen Anteil in einer Höhenschicht unterhalb von 10 m flogen (Alken fast zu 100%). Trotz relativ geringer Unterschiede in den Höhenverteilungen waren die Unterschiede aufgrund des hohen Stichprobenumfanges signifikant (d. h. Alken flogen im Frühjahr tiefer als im Herbst; Meeresenten im Herbst tiefer als im Frühjahr). Neben Meeresenten war der Anteil unterhalb von 10 m fliegenden Vögeln auch bei Seetauchern, Möwen und Seeschwalben im Herbst höher als im Frühjahr. Insbesondere bei Möwen und Seeschwalben nahm der Anteil der Kategorie 10 – 50 m im Frühjahr deutlich zu.

Abb. 120: Flughöhenverteilung verschiedener Artengruppen nach Sichtbeobachtungen im Frühjahr und Herbst. In Klammern: Anzahl Trupps im Frühjahr / Herbst; Chi-Quadrat-Test: *** p<0,001, ns: nicht signifikant (Quelle: IFAÖ 2013f)

Gänse waren die einzige Vogelgruppe, bei der sich die Flughöhen zwischen Frühjahr und Herbst nicht unterschieden. Etwa 50% der Trupps flogen unterhalb von 10 m und jeweils etwa 20 – 25% in den Höhenstufen darüber. Bei Limikolen war die Höhenverteilung vergleichbar mit der der Gänse, wobei im Herbst mehr Vögel die unterste Höhenschicht nutzten als im Frühjahr. Greifvögel waren die einzige Artengruppe mit einem Höhenschwerpunkt oberhalb von 10 m (Herbst höherer Anteil >50 m als im Frühjahr).

Alken, Meeresenten und Seetaucher zogen nur zu einem sehr geringen Prozentsatz in Entfernungen von unterhalb von 2 km von der Küstenlinie (Abb. 121; Seetaucher innerhalb dieser Gruppen am häufigsten). Die häufigste Entfernungsklasse lag bei 2 bis 5 Kilometern, wobei berücksichtigt werden muss, dass in der Entfernungsklasse >5 km die Erfassung aufgrund der großen Entfernung erschwert ist und hier wahrscheinlich mehr Vögel fliegen, als von Land aus gezählt werden können. Jahresunterschiede waren vor allem wegen der hohen Stichprobenumfänge signifikant - vor allem Alken und Seetaucher zeigten im Herbst einen hohen Anteil in der Entfernungsklasse > 5 km. Möwen kamen auch bis an die Küstenlinie heran, die Entfernungsverteilung bei dieser Artengruppe war im Frühjahr deutlich in Richtung Küstenlinie verschoben. Seeschwalben und Li-

mikolen kamen bis in 5 km Entfernung in relativ gleichmäßiger Häufigkeit vor. Bei der Erfassung der Flugentfernung zur Küste ist generell zu berücksichtigen, dass in der Kategorie >5 km die Erfassungswahrscheinlichkeit, die Genauigkeit der Artbestimmung sowie die Genauigkeit der Erfassung der Truppgröße abnimmt. Greifvögel wurden im Herbst oft schon in größeren Entfernungen von der Küste entdeckt, während im Frühjahr oft von der Küste abfliegende Vögel erfasst wurden.

Abb. 121: Flugdistanzen als Entfernung zur Küstenlinie für verschiedene Artengruppen im Frühjahr und Herbst (alle Erfassungsjahre); in Klammern: Anzahl Trupps im Frühjahr / Herbst; Chi-Quadrat-Test: *** p<0,001 (Quelle: IFAÖ 2013f)

Bei der Korrelation der Zugrate von Trauerenten mit verschiedenen Wetterparametern zeigt sich nur für die Rückenwindkomponente (TWC = tail wind component) in allen Zugperioden ein deutlicher positiver Zusammenhang (hohe Zugraten waren mit hohen TWC, d. h. mit Rückenwind verbunden; vgl. Tab. 79). Für die anderen Parameter gab es zwar teilweise auch signifikante Zusammenhänge, diese waren jedoch z. T. nicht einheitlich (z. B. Wolkenbedeckung sowohl positive als auch negative Korrelation) bzw. der ursächliche Zusammenhang ist nicht gegeben (z. B. Temperatur im Frühjahr: geringe Zugraten im Mai bei höheren Temperaturen).

Tab. 79: Korrelation zwischen den Zugraten der Trauerente und verschiedenen Wetterparametern in den verschiedenen Jahreszeiten (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Frühjahr 2007 n=61 Tage	Frühjahr 2008 n=97 Tage	Herbst 2008 n=100 Tage
Sichtweite	-0,146 ns	-0,178 ns	0,251 *
Wolkenbedeckung	0,198 ns	0,379 ***	-0,307 **
Windgeschwindigkeit	0,170 ns	0,260 *	-0,216 *
Temperatur	-0,248 *	-0,576 ***	0,168 ns
TWC	0,377 ***	0,321 ***	0,691 ***

(TWC = Rückenwindkomponente; Spearman Rang-Korrelation, * p<0,05; ** 0.05>p>0,001, *** p<0,001)

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Einfluss des Windes und der Flughöhe zeigte für alle Arten eine Verlagerung der Flughöhe in geringere Tiefen bei Gegenwind.

Im Arkonabecken wurden an 16 Tagen im Frühjahr 2008 und 19 Tagen im Herbst 2008 vom Schiff aus 43 (Frühjahr) bzw. 59 (Herbst) Nicht-Singvogelarten beobachtet (daneben im Frühjahr 30 bzw. im Herbst 28 Singvogelarten). Im gleichen Zeitraum (d. h. gleiche Beobachtungstage bei Berücksichtigung des exakt identischen täglichen synchronen Beobachtungsaufwandes), wurden von Land aus im Frühjahr 63 Arten und im Herbst 56 Arten beobachtet.

Ein Vergleich der synchron beobachteten Individuenzahlen zwischen der Küste vor Rügen und der Arkonasee erlaubt eine Beurteilung, ob das Zuggeschehen eher gebündelt küstennah (vor Rügen > Arkonasee), küstenfern (vor Rügen < Arkonasee) oder eher flächenmäßig verläuft (vergleichbare Individuenzahlen an beiden Standorten). Für diesen Vergleich wurden nur die Beobachtungen gewertet, die entsprechend der Jahreszeit der „richtigen“ Zugrichtung entsprechen (relevant sind hierbei die typischen W-E-Zieher; d. h. Frühjahr: NE, E, SE; Herbst: NW, W, SW).

Für Seetaucher, Trauer-, Samt- und Eisenten wurde in der Arkonasee nur ein vergleichsweise geringer Anteil der Rügen-Zahlen erreicht (vgl. Tab. 80). Dies lässt darauf schließen, dass bei diesen Arten der Frühjahrszug (der generell deutlich stärker ausgeprägt was als der Herbstzug) relativ stark gebündelt küstennah verläuft. Die Aprilzahlen des Seetauchers in der Arkonasee erreichten dabei etwa ein Drittel der Rügenzahlen, während die Anteile bei den anderen genannten Arten bei ca. 5-15% lagen (z. B. 14% von 19.216 Trauerenten im März). Kormorane und Alken waren dagegen im Arkonabecken häufiger als vor Rügen. Im April wurden vor Rügen nur 2 Alken gesehen, während im Arkonabecken 20 Individuen registriert wurden. Eiderentenzug fand im März im Arkonabecken mit ähnlicher Intensität statt, wohingegen im April nur etwa die Hälfte der auf See festgestellten Individuen vor Rügen erreicht wurde.

Tab. 80: Vergleich von beobachteten Individuen für ausgewählte Arten im Frühjahr 2008 zwischen der Küste vor Rügen (Anzahl Individuen) und der Arkonasee (dargestellt in% der Anzahl Ind. vor Rügen; für Kranich: Individuenzahlen) (Quelle: IfAÖ 2013f)

	März (9 Tage)		April (7 Tage)	
	n Rügen	% Arkonasee	n Rügen	% Arkonasee
Seetaucher	622	8	186	28
Kormoran	83	176	78	87
Eiderente	429	89	131	52
Trauerente	19.216	14	4.040	15
Samtente	90	10	56	14
Eisente	950	5	1.211	13
Mittelsäger	152	14	31	35
Lachmöwe	311	3	168	04
Alken	19	168	2	1.000

Tab. 81: Vergleich von beobachteten Individuen im Herbst 2008 zwischen der Küste vor Rügen (Anzahl Individuen) und der Arkonasee (dargestellt in% der Anzahl Ind. vor Rügen) (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Juli (5 Tage)		August (8 Tage)		September (2 Tage)		Oktober (4 Tage)	
	n Rügen	% Arkonasee	n Rügen	% Arkonasee	n Rügen	% Arkonasee	n Rügen	% Arkonasee
Seetaucher					6	33	18	22
Eiderente			18	17	50	238	205	37
Trauerente	547	228	381	138	1.096	26	548	269
Samtente					1	500	8	275
Zwergmöwe	2	100	31	100	9	44	6	50
Fluss-/ Küstenseeschwalbe	4	200	58	40	5	20		
Alken	3	567					2	200

Bei insgesamt deutlich geringeren Individuenzahlen bei vielen Arten im Vergleich zum Frühjahrszug zeigte sich im Herbst oft ein anderes Bild. Während im September an zwei „guten“ Trauerenten-Zugtagen (vor Rügen MTR: ca. 350 Ind. pro Stunde) etwa ein Viertel der Vögel vor Rügen auch im Arkonabecken gesehen wurden, lagen die Zahlen im Juli und Oktober im Arkonabecken etwa 2 bis 2,5-fach höher als vor Rügen. Insgesamt gab es keine Häufung des Vorkommens von Trauerenten an beiden Standorten, so dass der Herbstzug der Trauerente in diesem Bereich eher großflächig verteilt verläuft. Auch Samtenten waren im Arkonabecken häufiger als vor Rügen. Seetaucher waren küstennah häufiger als küstenfern (jedoch insgesamt wenige Individuen) und die Werte waren vergleichbar mit den April-Werten des Frühjahres. Alken wurden insgesamt nur wenige beobachtet, im Arkonabecken häufiger als vor Rügen.

- Radarerfassungen

Die Zugrate unterlag im Verlaufe der Messzeiträume starken Schwankungen (vgl. Abb. 122). Bei der Beurteilung der Zugraten am Standort Rügen in den verschiedenen Jahren und Jahreszeiten ist zu berücksichtigen, dass bis auf das Jahr 2008 nur in ausgewählten Zeiten innerhalb der Zugsaison gemessen wurde und somit immer nur ein Ausschnitt des gesamten Zuggeschehens dargestellt wird. Die mittleren Zugraten sowie weitere Kennwerte des Vogelzugs für jede Zugsaison sind auf Monatsbasis in Tab. 82 dargestellt.

Abb. 122: ***Mittlere nächtliche Zugintensität (Echos*h^{-1}*km^{-1}) in den vier Untersuchungsjahren; Rot: Tage ohne Messungen (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Im Gesamtvergleich von Frühjahr und Herbst lag die Zugrate im Frühjahr mit durchschnittlich 455 Vögeln pro Stunde und Kilometer über der Zugrate im Herbst (420 Vögel *h^{-1}*km^{-1}; Tab. 82). Dieser Unterschied blieb in ähnlicher Größenordnung bestehen, wenn man nur das Jahr 2008 vergleicht, in dem zu beiden Jahreszeiten komplett und kontinuierlich gemessen wurde (Frühjahr 437, Herbst 410 Vögel *h^{-1}*km^{-1}). Ein auf Rangzahlen basierender Vergleich (Daten nicht normalverteilt; KS-Test: z=3,279, p<0,001) weist jedoch keinen signifikanten Unterschied in der Zugrate zwischen Frühjahr und Herbst 2008 auf (Mann-Whitney U-Test: Z=-0,424; p=0,672, N=195 Nächte). Im Frühjahr war der April der Monat mit den höchsten Zugraten in beiden Jahren (2006 und 2008), wobei insbesondere im Jahr 2008 durchgehend im März sehr niedrige Zugraten gemessen wurden. Die Maximalwerte lagen im Herbst mit ca. 4.000 Vögeln je Stunde und Kilometer über der stärksten Zugnacht im Frühjahr (3.135 Vögel *h^{-1}*km^{-1}), bezogen auf die stündlichen Maximalwerte wurden dagegen im Frühjahr die höchsten Werte erreicht (ca. 1.000 Vögel je Stunde und Kilometer mehr im Frühjahr im Vergleich zum Herbst).

Tab. 82: ***Kennwerte der Zugintensität (Mean Traffic Rate; MTR: Echos*h^{-1}*km^{-1}) für einzelne Monate und Zugperioden von 2005 bis 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f)***

	mw	sd	Median	max./ Nacht	min./ Nacht	n Original-echos	Max./h	n Nächte
Frühjahr 2006								
März	420	754	76	2.864	7	9.427	4.666	18
April	716	719	370	2.045	183	7.551	4.347	9
Gesamt Frühjahr 06	518	742	208	2.864	6	16.978	4.666	27
Frühjahr 2008								
Februar	36	33	22	93	4	807	222	11
März	99	105	51	410	0	6.899	770	31
April	933	845	509	3.135	8	47.836	7.473	29

	mw	sd	Median	max./ Nacht	min./ Nacht	n Original-echos	Max./h	n Nächte
Mai	567	255	538	1.419	177	27.294	4.998	26
Gesamt Frühjahr 08	437	580	221	3.135	0	82.936	7.473	97
Gesamt Frühjahr	**455**	**616**	**213**	**3.135**	**0**	**99.007**	**7.473**	**124**
Herbst 2005								
September	247	175	231	568	50	1.339	1.109	8
Oktober	535	531	320	2.272	42	15.382	4.926	21
Gesamt Herbst 05	455	475	267	2.272	42	16.721	4.926	29
Herbst 2007 [1)]								
September	822	947	494	3.804	94	7.081	4.541	15
Oktober	710	815	311	2.516	32	12.203	4.610	22
Gesamt Herbst 07	756	860	464	3.803	32	19.284	4.610	37
Herbst 2008								
August	315	441	135	2.248	10	20.969	6.323	30
September	355	294	288	1.161	29	23.727	3.168	29
Oktober	569	917	123	4.070	16	45.593	6.525	30
November	347	281	325	1.029	53	10.749	2.117	9
Gesamt Herbst 08	410	594	208	4.070	10	101.038	6.525	98
Gesamt Herbst (ohne 2007 [1)])	**420**	**568**	**223**	**4.070**	**10**	**120.322**	**6.525**	**127**

[1)] 2007 nur bis Mitternacht gemessen

Im Herbst 2005 und 2008 waren im Monat Oktober die höchsten Zugraten zu verzeichnen (Tab. 82). Die Werte aus dem Jahr 2007 sind nicht direkt mit den Zugraten aus anderen Jahren vergleichbar, weil in diesem Jahr nur von Sonnenuntergang bis Mitternacht gemessen wurde (technisch bedingte Begrenzung der Messzeiten) und somit die erste Nachthälfte mit den vergleichsweise hohen Zugraten die mittleren Zugraten für die Nacht anhebt (MTR im Mittel um ca. 300 höher als in Vergleichsjahren). Der Herbst 2008 macht deutlich, das auch außerhalb der allgemein angenommenen „Hauptzugmonate“ September und Oktober im August und bis in den November hinein regelmäßiger Vogelzug in hohen Intensitäten vorkommt.

Da im Jahr 2008 sowohl im Frühjahr als auch im Herbst kontinuierlich und nahezu während der gesamten Zugperioden (und während der gesamten Nachtphase) gemessen wurde, kann man als Annäherung zur Bestimmung des gesamten Zugvolumens in diesem Jahr die auf Stundenbasis erfassten Vögel je Kilometer über die Saison aufsummieren. An diesem Standort erlangt man auf diesem Wege ein Zugvolumen von 405.709 Vögeln pro Kilometer im Frühjahr und 484.555 Vögeln pro Kilometer im Herbst.

Der grundlegende Unterschied im nächtlichen Verlauf der Zugraten zwischen Frühjahr und Herbst liegt in hohen Zugraten bereits in der zweiten Stunde nach Sonnenuntergang im Frühjahr, wogegen in der Zeit bis 2 Stunden nach Sonnenuntergang im Herbst die Zugraten noch sehr niedrig waren (Abb. 123). Der weitere Verlauf der Zugrate im Frühjahr steigerte sich bis 4 Stunden nach Sonnenuntergang in beiden untersuchten Jahren und nahm im Verlauf der zweiten Nachthälfte kontinuierlich ab. Im Herbst unterschieden sich die Jahre 2005 und 2008 in der Weise, dass 2008

bereits in der dritten und vierten Stunde nach Sonnenuntergang Maximalwerte erreicht wurden, während im Jahr 2005 die maximalen Zugraten erst weitaus später in der Nacht erreicht wurden (Abb. 123).

Abb. 123: ***Mittlere Zugintensität (MTR=migration traffic rate) im Frühjahr (oben) und Herbst (unten) im Bezug zum Sonnenuntergang (1= Stunde 0 bis 1 nach Sonnenuntergang); angegeben sind Mittelwerte für die jeweils fünf stärksten Zugnächte je Saison und Jahr (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Im Frühjahr starten die Vögel in unmittelbarer Umgebung der Mess-Station auf Rügen, während im Herbst eine Zeitspanne von 1-2 Stunden für die Ostseeüberquerung benötigt wird. Das sehr frühe Maximum der Zugrate in den fünf stärksten Zugnächten im Herbst 2008 könnte mit Zugstaus erklärt werden: in den Nächten vor den starken Zugnächten waren kaum Vögel gezogen, so dass man davon ausgehen kann, dass sich viele Vögel direkt in Küstennähe in Südschweden aufhielten und somit gemeinsam die Ostseeüberquerung nach Sonnenuntergang starteten.

Die Höhenverteilungen im Vergleich verschiedener Jahre war für den Herbstzug nahezu identisch (Abb. 124; Herbst 2005 nicht berücksichtigt, da vornehmlich mit 10kW-Radar gemessen wurde, welches nur bis 900 m Höhe quantitativ messen kann). Etwa 40% der Echos wurden in Höhen unterhalb von 200 m registriert (2007 und 2008). Mit zunehmender Höhe nahm die Zugrate relativ gleichförmig ab. Im Frühjahr gab es Unterschiede zwischen den Jahren 2006 und 2008 (Abb. 124). Während im Jahr 2006 etwa 40% unterhalb von 200 m flogen, lag dieser Wert zwei Jahre später bei etwas über 25%. Während 2008 die Zugraten mit zunehmender Höhe relativ kontinuierlich abnahmen, waren im Jahr 2006 auch in größeren Höhen noch hohe Zugraten vorhanden. Ein Vergleich von Frühjahrs- und Herbstzug im Jahr 2008 (kontinuierliche Messungen über gesamte Saison) ergab niedrigere Flughöhen im Herbst als im Frühjahr (Herbst: 39% unterhalb von 200 m, im Frühjahr 26,5%).

Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass im Jahr 2006 nur etwa 4 Wochen von Mitte März bis Mitte April gemessen wurde, zwei Jahre später jedoch während der ganzen Frühjahrssaison, wobei der größte Teil des Zuggeschehens nach Mitte April stattfand (s. Abb. 122).

Abb. 124: Prozentuale Verteilung der Zugraten auf Höhenstufen als Mittel über die Saison für den Frühjahrs- und Herbstzug in verschiedenen Jahren (Quelle: IFAÖ 2013f)

Entsprechend der Darstellung der aufsummierten Zugraten über die gesamte Saison für das Jahr 2008 lassen sich die Gesamt-Zugraten auch für einzelne Höhenstufen darstellen (Abb. 125). Die Höhenverteilung entspricht generell der als Mittel über einzelne Nächte dargestellten Flughöhen (s. Abb. 124) und die unterhalb von 200 m fliegenden Individuen entsprechen bei dieser Berechnung 26,8% (Frühjahr 2008) bzw. 39,8% (Herbst 2008). Im Frühjahr handelt es sich hierbei um ca. 108.900 Individuen, im Herbst um ca. 192.900 Vögel, die je Kilometer an diesem Standort im Verlaufe der gesamten Saison unterhalb einer Flughöhe von 200 Metern passieren.

Abb. 125: ***Summe aller je Stunde und Kilometer registrierten Vogelechos für einzelne Höhenklassen über die gesamte Frühjahrs- und Herbstsaison 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Die höchsten Flughöhen wurden in der ersten Nachthälfte erreicht, wobei die Maxima im Frühjahr bereits in der zweiten und dritten Stunde nach Sonnenuntergang lagen, im Herbst dagegen einige Stunden später (vgl. Abb. 126). Generell war ein Zusammenhang mit der Zugintensität erkennbar (vgl. Abb. 123), d. h. die hohen Zugraten im Frühjahr kurz nach Sonnenuntergang waren mit hohen Flughöhen verbunden, während im Herbst der später einsetzende Zug in größeren Flughöhen erst 3-4 Stunden nach Sonnenuntergang einsetzte. Sowohl im Frühjahr als auch im Herbst nahm die mittlere Flughöhe im Verlauf der zweiten Nachthälfte ab.

Abb. 126: ***Mittlere Flughöhen im Verlaufe der Nacht (Bezug auf Sonnenuntergang: 1=0-1 Stunde nach Sonnenuntergang) für das Jahr 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Der Vergleich der Zugraten zwischen Rügen (Lancken) und FINO im Frühjahr 2008 weist eine signifikante Korrelation auf. Insbesondere in den letzten Märztagen mit den höchsten Zugraten zeigte sich bei FINO jedoch ein deutlich höheres Zugaufkommen als auf Rügen (ca. Faktor 2, s. Abb. 127). Die mittleren Zugraten lagen demnach mit 135 Vögeln je Stunde und Kilometer über denen auf Rügen (91 Vögel je Stunde und Kilometer). In der Zeit vor dem 28. März waren keine deutlichen Unterschiede zu sehen (allerdings bei insgesamt sehr geringer Zugaktivität). Für eine abschließende Beurteilung der Bedingungen im Frühjahr sind weitere Messungen während der Hauptzugphasen erforderlich.

Abb. 127: Vergleich von nächtlichen Zugintensitäten zwischen Rügen und FINO im Frühjahr und Herbst 2008 (Quelle: IFAÖ 2013f)

Im Herbst wurde über einen längeren Zeitraum parallel gemessen (s. Abb. 127). Trotz einiger Streuung und etwas höheren mittleren Zugraten auf Rügen, waren die Raten hochsignifikant korreliert.

Für die Darstellung der Zugintensität im Verlaufe der Nacht wurden für Frühjahr und Herbst 2008 einige synchrone Nächte mit hohem Zugaufkommen ausgewählt. In den weniger starken Zugnächten im März 2008 (v. a. 08. und 10. März) setzte der Zug erwartungsgemäß auf Rügen früher ein als bei FINO, da die aus Süden kommenden Vögel den Landstandort zuerst erreichten, bzw. in Küstennähe nach Sonnenuntergang starteten. Die Zugraten im Verlauf der Nacht waren dabei an beiden Standorten sehr ähnlich (hohe Zugraten in der ersten Nachthälfte, abnehmende Raten in der zweiten Nachthälfte). Die stärkere Zugperiode Ende März / Anfang April zeichnete sich durch generell deutlich höhere Zugraten bei FINO aus (vgl. Abb. 127), der generelle Verlauf war dabei z. T. jedoch sehr ähnlich (z. B. 28.03.; 03.04.). Der zweite Durchzugspeak bei FINO in der zweiten

Nachthälfte vom 31. März auf den 04. April war dagegen auf Rügen nicht vorhanden. Die dargestellten Zeiten im Frühjahr sind nur ein kleiner Ausschnitt aus der gesamten Frühjahrs-Zugzeit und enthalten keine Massenzugereignisse (keine synchronen Messungen ab Anfang April), so dass der zeitliche Ablauf des Zuges im Verlaufe der Nacht nicht abschließend beurteilt werden kann.

Abb. 128: ***Zugraten (Skalen für jeweilige Nacht optimiert) im Verlaufe von einzelnen Nächten auf der Basis von 30 Minuten Intervallen im Vergleich der Standorte FINO und Rügen für den Frühjahrszug (oberen 6 Grafiken) und den Herbstzug (untere 6 Grafiken); in Klammern: Gesamt-MTR je Nacht für die Standorte FINO/Rügen) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Für den Herbstzug kann generell gesagt werden, dass der zeitliche Verlauf des Zuges bei FINO und bei Rügen nahezu synchron verlief, wobei bei FINO in allen dargestellten Nächten die Zugraten etwa 30 Minuten bis zu eine Stunde früher anstiegen als auf Rügen (entsprechend dem Nord-Süd-Verlauf der Zuggeschehens). Insbesondere auch an Massenzugtagen (wie z. B. in der Nacht vom 06. auf den 07. Oktober, oder vom 09. auf den 10. Oktober) war der Zug in Verlauf und Größenordnung nahezu identisch (mit höheren Werten auf FINO zu Beginn der Nacht, da die Vögel hier früher ankommen), oder insgesamt zeitlich um etwa eine Stunde versetzt (29.08.; 12.10.). Mitte August waren in einigen Nächten bei FINO generell höhere Zugraten zu verzeichnen als auf

Rügen, der Verlauf war jedoch sehr synchron (z. B. zwei Durchzugspeaks am 24. August an beiden Standorten).

Der Vergleich von Flughöhen zwischen den Standorten Rügen (Küstenstandort) und FINO (Offshore) gibt Hinweise über Verhaltensweisen der Vögel bei der Überquerung der Ostsee (Flughöhen küstennah und offshore). Generell war die Verteilung der Flughöhen bei Rügen und bei FINO im Frühjahr sehr ähnlich (z. B. relativ gleichmäßige Verteilungen der Zugraten bis in große Höhen am 28. und 31. März bzw. tiefer Zug am 03. April an beiden Standorten). Ein einheitliches Bild einer Höhenänderung der Vögel, die von Süden kommend das Festland verlassen und sich über See begeben, war nicht zu erkennen. In einigen Nächten war der Anteil tief fliegender Vögel bei FINO höher als bei Rügen (z. B. 08.03., 23.03), in den übrigen betrachteten Nächten lag der Anteil der unterhalb von 200 m fliegenden Vögel dagegen etwas über den Werten bei FINO. Ein ähnliches Bild ergab sich für den Herbstzug. In zwei Nächten (inklusive der Massenzugnacht am 06.10., sowie am 18.08.) lag der Anteil unterhalb von 200 m fliegender Vögel bei FINO deutlich über dem Wert von Rügen, wogegen z. B. am 09. und 12. Oktober ein hoher Anteil tief fliegender Vögel bei Rügen gemessen wurde. Generell galt auch für den Herbst, dass die Höhenverteilungen im Vergleich von Rügen und FINO sehr ähnlich waren und kein einheitliches Muster einer Höhenänderung bei Annäherung an die Küstenlinie von Rügen zu erkennen war.

Zur Beschreibung des Einflusses von Wetterfaktoren auf die Zugintensität werden zunächst einzelne Wetterparameter mit den nächtlichen Zugintensitäten korreliert (Tab. 83). Die Sichtweite zeigte nur während des Herbstzuges (in den Jahren 2007 und 2008) eine positive Korrelation mit der Zugintensität (hohe Zugintensitäten bei hohen Sichtweiten), in allen anderen Jahren war nur eine entsprechende Tendenz vorhanden. Ein negativer Zusammenhang bestand dagegen mit dem Grad der Wolkenbedeckung (d. h. geringe Zugintensität bei starker Wolkenbedeckung), der allerdings nur im Frühjahr 2008 und im Herbst 2007 signifikant war. Hohe Windstärken minderten das Zugaufkommen in allen Perioden (bis auf Frühjahr 2006). Regenereignisse sind im Verlaufe der Saison eher unregelmäßig vorhanden (d. h. die meisten Nächte waren ohne Regen), so dass eine reine Korrelation relativ wenig aussagekräftig ist. Tendenziell war in den meisten Erfassungszeiten jedoch nächtlicher Regen mit geringem Zugaufkommen verbunden (v. a. auch im Jahr 2008) – im Frühjahr 2006 war dieser Zusammenhang jedoch entgegengesetzt. In die Rückenwindkomponente (TWC – tail wind component) ist neben der Windstärke auch die Windrichtung in Bezug zur Zugrichtung des Vogels mit eingerechnet und gibt damit Auskunft über die Windunterstützung (positive Werte=Rückenwind; negative Werte=Gegenwind). Bis auf das Frühjahr 2008 war die Zugintensität hochsignifikant mit der Rückenwindkomponente korreliert. Hohes Zugaufkommen wurde also vor allem bei Rückenwind beobachtet.

Tab. 83: Korrelation zwischen Zugintensität (Echos*h^{-1}*km^{-1}) und verschiedenen Wetterparametern an verschiedenen Orten und Jahreszeiten (r: Korrelationskoeffizient nach Spearman; p: Signifikanzwahrscheinlichkeit) (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Sichtweite		Wolkenbed.		Windstärke		Regen		TWC		n
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	Nächte
Frühjahr 2006	0,064	0,750	-0,229	0,250	-0,137	0,494	0,524	**0,005**	0,741	**0,000**	27
Frühjahr 2008	0,176	0,085	-0,415	**0,000**	-0,570	**0,000**	-0,496	**0,000**	-0,314	**0,002**	97
Herbst 2005	0,116	0,550	-0,314	0,097	-0,528	**0,003**	-0,277	0,146	0,726	**0,000**	29
Herbst 2007	0,443	**0,006**	-0,331	**0,045**	-0,382	**0,020**	-0,165	0,329	0,452	**0,005**	37
Herbst 2008	0,198	**0,050**	-0,189	0,062	-0,461	**0,000**	-0,231	**0,022**	0,708	**0,000**	98

Insgesamt wird das Zugaufkommen im Herbst besser durch die verschiedenen Wetterparameter erklärt als der Frühjahrszug. Insbesondere durch den unterschiedlichen Einfluss der Rückenwindkomponente in den beiden Frühjahren wird der Gesamteinfluss dieser Variable gemindert, während sie im Herbst den höchsten Einfluss zeigte. Auch die Wolkenbedeckung zeigte in dieser Gesamtbetrachtung nur im Herbst einen signifikanten Einfluss auf die Zugrate.

Eine genauere Darstellung von Zugraten und Regenereignissen zeigt, dass zwar oft in Nächten mit Regen geringer Vogelzug herrschte (z. B. in allen Herbstperioden; Abb. 129), in einer der stärksten Zugnächte im Frühjahr 2006 (27.03.) fielen jedoch über 20 mm Niederschlag. Dieses Beispiel zeigt, dass auch bei Regen starker Vogelzug vorkommen kann. Die hochsignifikante Korrelation zwischen TWC und Zugintensität findet sich auch in der konkreten Darstellung beider Parameter wieder (Beispiel Herbst 2008: die einzelnen Zuggipfel sind sehr oft jeweils mit einer Verbesserung der Windverhältnisse verbunden, d. h. Zunahme der TWC). Dabei ist das Zusammenspiel von artspezifischer saisonaler Zugbereitschaft und den Wetterverhältnissen von großer Bedeutung. So herrschten im Frühjahr 2008 bis Ende März zwar sehr gute Zugbedingungen (fast durchgehend Rückenwind), es fand jedoch mangels zugbereiter Vögel kaum Vogelzug statt. Bei sehr tiefen Temperaturen in dieser Phase sind die Brutbedingungen in Skandinavien für die meisten Arten nicht gegeben. Hierdurch kommt für das Frühjahr 2008 eine negative Korrelation zustande, die den anderen Ergebnissen auf den ersten Blick widerspricht bzw. den Gesamt-Einfluss des TWC während der Frühjahrsperioden aufhebt (s. Tab. 83). Neben reinen mathematischen Berechnungen sind also immer eine sorgfältige Datensichtung, eine Betrachtung des Zusammenspiels verschiedener Faktoren und ein Hinterfragen der biologischen Aussagen wichtig. Die Anzahl zugbereiter Vögel spielt auch nach Massenzugereignissen eine Rolle. So waren z. B. die Zugbedingungen in der Zeit nach der starken Zugnacht 15./16.10.2005 noch sehr gut (hoher positiver TWC), die Zugrate war jedoch vergleichsweise niedrig, da in den Vortagen mit hohem Zugaufkommen die meisten Vögel bereits ihr Brutgebiet verlassen hatten. Andererseits kann auch bei suboptimalen Bedingungen starker Vogelzug stattfinden. So fand z. B. die Massenzugnacht am 06.10.2008 bei leichtem Gegenwind statt. Hierbei ist zu bedenken, dass die Zeit Ende September / Anfang Oktober für viele Arten die Hauptzugperiode darstellt, d. h. in der Regel ein sehr hohes Aufkommen zugbereiter Individuen vorherrscht. Da in den ca. 10 Tagen vor dem 6. Oktober sehr starker Gegenwind herrschte (und es zudem oft regnete) und deshalb kaum Vogelzug zu beobachten war, fand der Massenzug unter hohem Zugdruck bei einer Verbesserung der Windverhältnisse statt, in diesem Falle bei weniger starkem Gegenwind. Auch dieses Beispiel macht deutlich, dass für die Beurteilung des aktuellen Vogelzugaufkommens die Gesamtverhältnisse über einen längeren Zeitraum betrachtet werden müssen.

Abb. 129: ***Zugraten im Verlauf der Messperioden (schwarze Balken) und TWC (rote Linie) und Regenereignisse (blaue Balken) (Quelle: IFAÖ 2013f)***

Vorbelastungen Zugvögel

Die beteiligten Vogelpopulationen unterliegen in ihrem Lebensraum einer Vielzahl anthropogener Belastungen. Diese betreffen einerseits Verluste von Brut-, Rast- und Überwinterungsgebieten durch unterschiedlichste menschliche Aktivitäten sowie langfristig auch Klimaveränderungen. Daneben kommt jährlich aber auch eine große Zahl von Vögeln unmittelbar durch menschliche Einflüsse zu Tode. Allein in Skandinavien und im Ostseegebiet sterben alljährlich mehr als 100 Mio. Vögel durch Kollisionen, Jagd, Fischerei oder Umweltverschmutzung (Tab. 84). Neben diesen Todesursachen kommen weitere Verluste hinzu, die auf Katzen, Stromschlag und Landwirtschaft zurückzuführen sind.

Tab. 84: Schätzung der jährlichen, anthropogen bedingten Vogelverluste in Skandinavien / im Ostseeraum (verändert nach KUBE 2002)

Anthropogene Todesursache	Betroffene Vögel	Todesrate (Ind. a^{-1})
Anflug an Glasscheiben	Landvögel	100.000
Anflug an Leuchttürmen, Sendemasten und Hochspannungsleitungen, etc.	Landvögel	100.000
Anflug an Kfz	Landvögel	10.000.000
Anflug an Eisenbahn und Flugzeugen	Landvögel	1.000
Anflug an Schiffen	Landvögel	100.000
Jagd (vgl. Tab. 85)	Wasservögel	1.000.000
Fischerei (Beifang)	Wasservögel	100.000
Ölverschmutzung	Wasservögel	10.000

Ringfundanalysen von auf Helgoland beringten Vögeln zeigen, dass im Laufe des letzten Jahrhunderts anthropogen bedingte Todesursachen deutlich anstiegen, insbesondere durch den Straßenverkehr und durch Anflüge an Gebäuden („passive Todesursache“, 14% aller Totfunde in den letzten zwei Jahrzehnten, 49% bei Greifvögeln und Eulen; HÜPPOP & HÜPPOP 2002).

Während des nächtlichen Zuges stellen bei schlechten Witterungsbedingungen Schiffe eine gewisse Kollisionsgefahr dar (Tab. 84). Da sich das Schiffsaufkommen im relevanten Gebiet mittelfristig kaum bedeutend ändern wird, ist eine Änderung dieser Vorbelastung nicht zu erwarten.

Insgesamt 60 der nachgewiesenen Arten sind in Anhang II/1 bzw. II/2 der EU-Vogelschutz-RL aufgeführt und unterliegen zumindest in einem Teil ihres Jahreslebensraums der Bejagung. Von der Jagd sind insbesondere nahezu alle ziehenden Entenvögel (Schwäne, Gänse, Enten) im Ostseeraum betroffen (vgl. Tab. 85). Im westlichen Mittelmeerraum, einem bedeutenden Winterquartier skandinavischer Mittelstreckenzieher, werden nach wie vor jedes Jahr im Herbst > 100 Millionen durchziehender Singvögel geschossen bzw. gefangen (BERTHOLD 2000). Zu den regierungsamtlichen Angaben ist dabei noch eine nicht unerhebliche Dunkelziffer nicht gemeldeter Abschüsse und Fänge anzunehmen.

Tab. 85: Mittlere jährliche Abschusszahlen ausgewählter Zugvögel des Ostseeraumes (Quelle: IFAÖ 2013f)

Art	Dänemark	Norwegen	Schweden	Finnland	Litauen	Deutschland
Kormoran	3.520	10.400	6.000	–	k.A.	k.A.
Graureiher	1.833			–	k.A.	k.A.
Gänse	5.400	12.420	73.200	12.000	212	30.810
Enten	916.000	53.700	117.000	573.500	10.750	555.400
Waldschnepfe	28.440		10.000	3.800	2.950	8.100
Möwen	40.300	21.100	33.000	–	k.A.	21.305
Tauben	284.600	37.060	50.000	k.A.	k.A.	769.300
Stare	3.600			–		–

Dänemark: 1995/96-2000/01, nach ASFERG 2002, Norwegen: nach Angaben von Statistics Norway (www.ssb.no), Schweden: geschätzt nach Angaben in www.jagareforbundet.se/forsk/viltrapporteringen/, Finn-

land: nach www.rktl.fi und www.riista.fi, Litauen: 1997/98-2000/01, nach Statistics Lithuania in lit., Deutschland: nach www.jagd-online.de HIRSCHFELD & HEYD 2005.

In der Ostsee wird intensive Fischerei mit Stellnetzen betrieben, in denen v. a. Seetaucher und Meeresenten in größerer Zahl verenden. Im Seegebiet östlich von Rügen verenden in einem Winter schätzungsweise 10.000-50.000 Seevögel in Stellnetzen (LEIPE, KUBE & SKOV unpubl.).

Eine weitere Todesursache mit z. T. erheblichem Einfluss auf die Populationen von Meeresenten und Alkenvögeln ist Ölverschmutzung durch Schiffsverkehr und Havarien. Für die Ostsee wird von 20.000-30.000 Ölopfern pro Jahr ausgegangen (SKOV mdl. Mitt.). Jüngstes Beispiel für die Auswirkung von Ölunfällen in der Ostsee ist die Schiffskollision am 31.5.2003 vor Bornholm. Das ausgetretene Schweröl trieb direkt zur Insel Græsholm, der einzigen Seevogelkolonie der südlichen Ostsee. Bis Ende Juni 2003 verendeten dort ca. 1.500 Seevögel (darunter 250 Tordalken und 750 Trottellummen). Da es sich bei diesen um Brutvögel handelte, ist davon auszugehen, dass diese Schiffskatastrophe trotz der vergleichsweise geringen ausgetretenen Ölmenge langfristig extrem negative Auswirkungen auf das einzige Seevogelbrutgebiet in der südlichen Ostsee haben wird.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mittelfristig bei keiner der erwähnten anthropogenen Todesursachen mit einer Entlastung zu rechnen ist. Das Gegenteil ist wahrscheinlicher (HÜPPOP & HÜPPOP 2002).

4.7.6.3 Bestandsbewertung Zugvögel

Für die Bewertung der Zugvögel werden die Kriterien Leitlinien und Konzentrationsbereiche, Intensität des Zuggeschehens und Artenzahl verwandt (s. Tab. 86).

Bewertungsmethodik Zugvögel

Die Definition von Konzentrationsbereichen und Leitlinien für den Vogelzug ist in Offshore-Arealen aufgrund fehlender Strukturen nicht kleinräumig zu sehen, sondern eine Bewertung dieses Kriteriums muss den großräumigen Verlauf des Vogelzuges in der westlichen Ostsee berücksichtigen. Insbesondere der nächtliche Zug von Landvögeln zwischen Mitteleuropa und Südschweden findet grundsätzlich auf breiter Front statt (z. B. BERTHOLD 2000). Auf die westliche Ostsee bezogen bedeutet dies, dass es (mit Ausnahme einer gewissen Zugkonzentration entlang der Vogelfluglinie auch in der Nacht) keinen signifikanten Gradienten in der Zugintensität in West-Ost-Richtung zwischen der Ostküste Schleswig-Holsteins und der schwedischen Insel Öland gibt. Auf Grund des Breitfrontenzuges dieser Vögel existiert auch kein großräumiger Gradient in Richtung „Land-See“ (IFAÖ 2013f).

Konzentrationsbereiche und Leitlinien des Vogelzuges sind in der westlichen Ostsee vor allem bei Tagziehern gegeben. Greifvögel und andere tagziehende Landvögel ziehen vorzugsweise entlang der „Vogelfluglinie“. Östlich dieser Hauptroute ziehen Vögel am Tage in wesentlich geringerer Dichte. Diese Aussagen treffen vor allem für den sichtbaren Zug in geringer Höhe (<200 m) zu, der hauptsächlich bei Gegenwind stattfindet und bezüglich möglicher Auswirkungen von Offshore-Windparks relevant ist. Kleinvogelzug am Tag findet aber auch weitgehend unabhängig von Leitlinien in großer Höhe und in breiter Front statt (IFAÖ 2013f).

Bei Wasser- und Watvögeln findet im Verlauf des Zugweges nordischer und sibirischer Populationen eine zunehmende Konzentration des Vogelzuges in der westlichen Ostsee statt, die letztlich in einen sehr stark gebündelten Zugkorridor im Bereich des Fehmarnbelts mündet (z. B. SKOV et al. 1998). Viele Wasser- und Watvogelarten folgen bei ihrem Zug dem Küstenverlauf entlang der Südküste der Ostsee (oder entlang der südschwedischen Küste), Limikolen ziehen aber vermutlich hauptsächlich in breiter Front und großer Höhe (MELTOFTE 2008). Großmöwen und Alken sind da-

gegen weniger an Küstenstrukturen gebunden und ziehen auch küstenfern, in geringer Höhe und in breiter Front (IFAÖ 2013f).

Vor dem Hintergrund der möglichen unterschiedlichen Ausprägungen des Zuggeschehens über der Ostsee werden nachfolgend drei Kategorien für die Bewertung von Seegebieten im Bereich der Deutschen Ostsee definiert. Neben den beschriebenen räumlich-quantitativen Aspekten kann als qualitatives Kriterium die Artenzahl der Vogelgemeinschaft ergänzend herangezogen werden, wobei der Gefährdungsstatus der beteiligten Arten mit einzubeziehen ist (IFAÖ 2013f).

Tab. 86: Ansatz zur Bestandsbewertung der Zugvögel über die Bewertungskriterien Leitlinien und Konzentrationsbereichen, Intensität des Zuggeschehens und Artenzahl

Leitlinien und Konzentrationsbereiche	Intensität des Zuggeschehens	Artenzahl	Wertstufe
Gebiet weist keine Leitlinien und Konzentrationsbereiche auf	unregelmäßiges Zuggeschehen mit geringer Intensität	geringe Artenzahl (< 100 Arten)	gering
Gebiet weist keine Leitlinien oder Konzentrationsbereiche auf	regelmäßiges Zuggeschehen mit geringen Intensitäten am Tag und mittleren bis hohen Intensitäten nachts (Massenzug)	mittlere Artenzahl (100-200 Arten)	mittel
Gebiet weist Leitlinien für das Zuggeschehen auf; bestimmte Taxa kommen in hohen Konzentrationen vor	regelmäßiges Zuggeschehen mit hohen bis sehr hohen Intensitäten des Tages- und Nachtzuges (Massenzug)	hohe bis sehr hohe Artenzahl (> 200 Arten)	hoch

Bewertung Zugvögel

Im gesamten Beobachtungszeitraum wurden während des Frühjahrszuges 182 Arten und während des Herbstzuges 161 Zugvogelarten nachgewiesen, von denen insgesamt 43 Arten im Anhang I der EU-Vogelschutz-RL geführt werden (Arten, für deren Erhaltung besondere Schutzmaßnahmen in deren Verbreitungsgebiet erforderlich sind; BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) (s. Tab. 87). Von einigen dieser Arten wurden jedoch nur wenige Individuen nachgewiesen. Da es für den Kleinvogelzug v. a. um die Ostseequerung in N-S-Richtung ging, wurden weiterhin eine Reihe von Arten nicht gewertet, die in Schweden nur geringe Brutpaarzahlen haben und das Zugaufkommen dieser Arten über der Ostsee als gering angenommen werden kann (oft nur wenige Individuen beobachtet, z. B. Bienenfresser, Wiedehopf). Steppenweihe (in Deutschland wie in Schweden eine Ausnahmeerscheinung) und Seeadler werden in der SPEC-Kategorie 1 geführt, d. h. sie sind europäische Arten, die auf globaler Ebene gefährdet sind. Weiterhin wurden 18 Vogelarten der SPEC-Kategorie 2 festgestellt (vgl. Tab. 87). Für diese Arten, die mit >50% ihres Weltbestandes in Europa auftreten und deren Erhaltungsstatus unbefriedigend ist, besteht eine besondere Verantwortlichkeit Europas (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Weitere 42 Arten gehören den Kategorien SPEC 3 und 4 an, für die eine geringere europäische Verantwortlichkeit besteht (IFAÖ 2013f).

Neben den auf Europäischer Ebene geltenden Gefährdungskategorien sind für die Beurteilung des Gefährdungsgrades ebenfalls Trends in den Anzahlen ziehender Vögel zu berücksichtigen. Hierbei sind für die westliche Ostsee vor allem die langjährigen systematischen Zählungen ziehender Vögel bei Falsterbo (Südschweden) wichtig. Hier wird nach standardisierter Methode seit 1973 der Vogelzug erfasst (Daten bis einschließlich 2008). Vor allem für Nachtzieher sind Trends in den Fangzahlen ein weiterer wichtiger Hinweis für Veränderungen in den Populationen (s. dazu IFAÖ 2013F, KARLSSON et al. 2005) (IFAÖ 2013f).

Tab. 87: Schutzkategorien der beobachteten Arten (nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004)

	Anhang EU-Vogelschutz-RL	SPEC-Kategorie	AEWA
Seetaucher			
Sterntaucher *Gavia stellata*	**I**	**3**	**X**
Prachttaucher *Gavia arctica*	**I**	**3**	**X**
Gelbschnabeltaucher *Gavia adamsii*			**X**
Eistaucher *Gavia immer*	**I**		**X**
Lappentaucher			
Ohrentaucher *Podiceps auritus*	**I**	**3**	**X**
Rothalstaucher *Podiceps grisegena*			**X**
Reiher / Kormorane / Tölpel			
Silberreiher *Egretta alba*	**I**		**X**
Weißstorch *Ciconia ciconio*	**I**	**2**	**X**
Schwarzstorch *Ciconia nigra*	**I**	**2**	**X**
Schwäne			
Höckerschwan *Cygnus olor*	**II/2**		**X**
Singschwan *Cygnus cygnus*	**I**		**X**
Zwergschwan *Cygnus bewickii*	**I**	**3W**	**X**
Gänse			
Graugans *Anser anser*	**II/1; III/2**		**X**
Blässgans *Anser albifrons*	**I - II/2 – III/1**		**X**
Saatgans *Anser fabilis*	**II/1**		**X**
Kanadagans *Branta canadensis*	**II/1**		
Weisswangengans *Branta leucopsis*	**I**		**X**
Ringelgans *Branta bernicla*	**II/2**	**3W**	**X**
Brandgans *Tadorna tadorna*			**X**
Enten			
Stockente *Anas platyrhynchos*	**II/1; III/1**		**X**
Schnatterente *Anas strepera*	**II/1**	**3**	**X**
Spießente *Anas acuta*	**II/1; III/2**	**3**	**X**
Löffelente *Anas clypeata*	**II/1 – III/2**	**3**	**X**
Pfeifente *Anas penelope*	**II/1 – III/2**		**X**
Krickente *Anas crecca*	**II/1 – III/2**		**X**
Knäkente *Anas querquedula*	**II/1**	**3**	**X**
Tafelente *Aythya ferina*	**II/1 – III/2**	**2**	**X**
Kolbenente *Netta rufina*	**II/2**		**X**
Reiherente *Aythya fuligula*	**II/1 – III/2**		**X**
Bergente *Aythya marila*	**II/2 – III/2**	**3W**	**X**

	Anhang EU-Vogelschutz-RL	SPEC-Kategorie	AEWA
Eiderente *Somateria mollissima*	**II/2 – III/2**		**X**
Prachteiderente *Somateria spectabilis*			**X**
Scheckente *Polysticta stelleri*	**I**	**3W**	**X**
Trauerente *Melanitta nigra*	**II/2 – III/2**		**X**
Samtente *Melanitta fusca*	**II/2**	**3**	**X**
Eisente *Clangula hyemalis*	**II/2**		**X**
Schellente *Bucephala clangula*	**II/2**		**X**
Spatelente *Bucephala islandica*		**3**	
Säger			
Zwergsäger *Mergus albellus*	**I**	**3**	**X**
Mittelsäger *Mergus serrator*	**II/2**		**X**
Gänsesäger *Mergus merganser*	**II/2**		**X**
Greife			
Seeadler *Haliaeetus albicilla*	**I**	**1**	
Fischadler *Pandion haliaetus*	**I**	**3**	
Steinadler *Aquila chrysaetos*	**I**	**3**	
Schreiadler *Aquila pomarina*	**I**	**2**	
Steppenadler *Aquila nipalensis*		**3**	
Rohrweihe *Circus aeruginosus*	**I**		
Rotmilan *Milvus milvus*	**I**	**2**	
Schwarzmilan *Milvus migrans*	**I**	**3**	
Kornweihe *Circus cyaneus*	**I**	**3**	
Wiesenweihe *Circus pygargus*	**I**		
Steppenweihe *Circus macrourus*	**I**	**1**	
Wespenbussard *Pernis apivorus*	**I**		
Turmfalke *Falco tinnunculus*		**3**	
Wanderfalke *Falco peregrinus*	**I**		
Merlin *Falco columbarius*	**I**		
Kraniche			
Kranich *Grus grus*	**I**	**2**	**X**
Limikolen			
Austernfischer *Haematopus ostralegus*	**II/2**		
Säbelschnäbler *Recurvirostra avosetta*	**I**		**X**
Sandregenpfeifer *Charadrius hiaticula*			**X**
Flussregenpfeifer *Charadrius dubius*			**X**
Kiebitzregenpfeifer *Pluvialis squatarola*	**II/2**		**X**
Goldregenpfeifer *Pluvialis apricaria*	**I, II/2, III/2**		**X**

	Anhang EU-Vogelschutz-RL	SPEC-Kategorie	AEWA
Kiebitz *Vanellus vanellus*	**II/2**	**2**	**X**
Knutt *Calidris canutus*	**II/2**	**3W**	**X**
Sanderling *Calidris alba*			**X**
Steinwälzer *Arenaria interpres*			**X**
Alpenstrandläufer *Calidris alpina*	**I** ***C.a. schinzii***	**3**	**X**
Sichelstrandläufer *Calidris ferruginea*			**X**
Bruchwasserläufer *Tringa glareola*	**I**	**3**	**X**
Flussuferläufer *Actitis hypoleucos*		**3**	**X**
Waldwasserläufer *Tringa ochropus*			**X**
Rotschenkel *Tringa totanus*	**II/2**	**2**	**X**
Dunkler Wasserläufer *Tringa erythropus*	**II/2**	**3**	**X**
Grünschenkel *Tringa nebularia*	**II/2**	**-**	**X**
Pfuhlschnepfe *Limosa lapponica*	**I, II/2**		**X**
Uferschnepfe *Limosa limosa*	**II/2**	**2**	**X**
Großer Brachvogel *Numenius arquata*	**II/2**	**2**	**X**
Regenbrachvogel *Numenius phaeopus*	**II/2**		**X**
Bekassine *Gallinago gallinago*	**II/1, III/2**	**3**	**X**
Kampfläufer *Philomachus pugnax*	**I, II/2**	**2**	**X**
Möwen			
Lachmöwe *Larus ridibundus*	**II/2**		
Sturmmöwe *Larus canus*	**II/2**	**2**	
Schwarzkopfmöwe *Larus melanocephalus*	**I**		**X**
Mittelmeermöwe *Larus michahellis*	**II/2**		
Steppenmöwe *Larus cachinnans*	**II/2**		
Heringsmöwe *Larus fuscus*	**II/2**		
Mantelmöwe *Larus marinus*	**II/2**		
Zwergmöwe *Larus minutus*	**I**	**3**	
Seeschwalben			
Zwergseeschwalbe *Sterna albifrons*	**I**	**3**	**X**
Brandseeschwalbe *Sterna sandvicensis*	**I**	**2**	**X**
Flussseeschwalbe *Sterna hirundo*	**I**	**-**	**X**
Küstenseeschwalbe *Sterna paradisaea*	**I**	**-**	**X**
Raubseeschwalbe *Sterna caspia*	**I**	**3**	**X**
Trauerseeschwalbe *Chlidonias niger*	**I**	**3**	**X**
Alken			
Gryllteiste *Cepphus grylle*		**2**	
Tauben			

	Anhang EU-Vogelschutz-RL	SPEC-Kategorie	AEWA
Hohltaube *Columba oenas*	**II/2**		
Ringeltaube *Columba palumbus*	**II/1, III/1**		
Türkentaube *Streptopelia decaocto*	**II/2**		
Eulen			
Sumpfohreule *Asio flammeus*	**I**	**3**	
Spechte			
Wendehals *Jynx torquilla*		**3**	
Lerchen			
Feldlerche *Alauda arvensis*	**II/2**	**3**	
Heidelerche *Lulula arborea*	**I**	**2**	
Schwalben			
Uferschwalbe *Riparia riparia*		**3**	
Rauchschwalbe *Hirundo rustica*		**3**	
Fliegenschnäpper			
Gartenrotschwanz *Phoenicurus phoenicurus*		**2**	
Steinschmätzer *Oenanthe oenanthe*		**3**	
Grauschnäpper *Muscicapa striata*		**3**	
Halsbandschnäpper *Ficedula albicollis*	**I**		
Drosseln			
Singdrossel *Turdus philomelos*	**II/2**		
Rotdrossel *Turdus iliacus*	**II/2**		
Misteldrossel *Turdus viscivorus*	**II/2**		
Wacholderdrossel *Turdus pilaris*	**II/2**		
Amsel *Turdus merula*	**II/2**		
Grasmückenartige			
Waldlaubsänger *Phylloscopus sibilatrix*		**2**	
Meisen			
Sumpfmeise *Parus palustris*		**3**	
Würger			
Neuntöter *Lanius collurio*	**I**	**3**	
Raubwürger *Lanius excubitor*		**3**	
Rabenvögel			
Elster *Pica pica*	**II/2**		
Eichelhäher *Garrulus glandarius*	**II/2**		
Dohle *Corvus monedula*	**II/2**		
Saatkrähe *Corvus frugilegus*	**II/2**	**4**	
Nebelkrähe *Corvus c. coronex*	**II/2**		

	Anhang EU-Vogelschutz-RL	SPEC-Kategorie	AEWA
Rabenkrähe *Corvus c. cornix*	**II/2**		
Stare			
Star *Sturnus vulgaris*	**II/2**	**3**	
Sperlinge			
Haussperling *Passer domesticus*		**3**	
Feldsperling *Passer montanus*		**3**	
Finken			
Bluthänfling *Carduelis cannabina*		**2**	

Anhänge der EU-Vogelschutz-RL

I: Art, für die besonderen Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind

II/1 und II/2: Art unterliegt in der gesamten EU oder einzelnen Mitgliedsstaaten der Bejagung

III/1 und III/2: Verbot des Handels in Mitgliedstaaten bzw. Handel erlaubt

Species of European Concern (SPEC; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) geben die Gefährdung und die Verantwortlichkeit für den Schutz einer Art bezogen auf Europa an. Abhängig vom Gefährdungsstatus und dem Anteil Europas am Weltbestand einer Art gibt es vier Kategorien:

SPEC 1 Weltweit gefährdete bzw. schutzbedürftige Arten (einschließlich Arten mit unsicherer Datenlage)

SPEC 2 Ungünstiger Erhaltungszustand in Europa (europaweit gefährdete Arten einschließlich Arten mit kleinen Populationen oder unsicherer Datenlage), mit mehr als 50% des Weltbestandes in Europa konzentriert

SPEC 3 Ungünstiger Erhaltungszustand in Europa, nicht in Europa konzentriert

SPEC 4 Günstiger Erhaltungszustand in Europa, mit mehr als 50% des Weltbestandes in Europa konzentriert

Im folgenden Text wird der Gefährdungsstatus einiger relevanter Arten genauer dargestellt sowie für die einzelnen Vogelgruppen die zu erwartende Häufigkeit des Auftretens im Vorhabensgebiet diskutiert. Für die Beurteilung des Vorkommens im Vorhabensgebiet ist zu berücksichtigen, dass bis auf zeitlich begrenzte Vergleichsuntersuchungen vom Schiff aus die Datenerfassung nicht direkt am Vorhabensgebiet auf See sondern von Land aus stattfand. Die relativ geringe Entfernung zwischen Vorhabensgebiet und dem Beobachtungsort bei Kap Arkona von ca. 20 km lässt aber in Verbindung mit den synchronen Vergleichsuntersuchungen Rückschlüsse auf das Vorkommen auch auf See zu (IFAÖ 2013f).

- Wasservögel

Der Gefährdungsgrad der *Ringelgans* wird auf europäischer Ebene in die Kategorie SPEC 3 eingeordnet und ist jagdbares Wild in Mitgliedsstaaten (EU-Vogelschutzrichtlinie, Annex II/2), während die *Weisswangengans* im Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie steht. Beide Arten folgen grundsätzlich auf ihrem Wegzug im Herbst von den sibirischen Brutgebieten zu den Winterquartieren dem sich trichterförmig verengenden Verlauf der Ostsee und treten somit auch im Seegebiet nördlich Rügens auf. Für beide Arten gilt jedoch, dass die Hauptzugrouten im Herbst deutlich weiter nördlich verlaufen. In den Tagen der Beobachtungen im Vorhabensgebiet wurden die beiden Arten weder auf See noch von Land aus beobachtet. Grundsätzlich sind beide Arten während des Herbstzuges auch im Bereich des Vorhabensgebietes zu erwarten; die Gesamtzahlen sind im Verhältnis zu den relevanten Populationen (jeweils ca. 300.000 Individuen, MADSEN et al. 1999) jedoch

als gering zu bewerten. Der Frühjahrszug verläuft konzentriert entlang der südschwedischen Küste bzw. bei der Ringelgans auch über das Festland (GREEN 1998), so dass weniger Vögel weiter südlich zu erwarten sind. Mit ca. 1.400 Individuen wurden Weisswangengänse jedoch auch im Frühjahr vor Rügen regelmäßig gesehen (auch hier: sehr geringer Anteil an Gesamtpopulation), Ringelgänse dagegen nur sehr selten. Beide Arten zeigen in den letzten Jahrzehnten stetig ansteigende Bestände und zunehmende Anzahlen während des Zuges (IFAÖ 2013f).

Meeresenten sind in den Mitgliedsstaaten des EU-Vogelschutzabkommens als jagdbares Wild eingestuft (Trauer-, Eider-, Samt- und Eisente: Kategorie II/2) bzw. es kann mit ihnen Handel betrieben werden (Eider- und Trauerente: Kategorie III/2). Nur die Samtente wird in der SPEC-Kategorie 3 eingestuft. Für Meeresenten stellt die südliche und westliche Ostsee ein wichtiges Durchzugsgebiet zu den Überwinterungsplätzen in der Nordsee und dem nördlichen Kattegat dar (Trauer- und Eiderente; auch Mauserzug). Obwohl der größte Teil des Zuges eher in Küstennähe verläuft (z. B. fliegen Trauerenten meist in Sichtweite zu Landstrukturen), findet Meeresentenzug auch auf der offenen See statt. Nur die Trauerente zeigte in den letzten 35 Jahren zunehmende Anzahlen ziehender Individuen vor Falsterbo (v. a. Anfang der 1990er Jahre mit starken jährlichen Schwankungen). Bei Eiderenten wurde eine starke Abnahme der Gesamtpopulation in der Nord- und Ostsee festgestellt (von ca. 1,2 Mio. im Jahr 1990 auf ca. 760.000 Ind. im Jahr 2000; DESHOLM et al. 2002). Für die anderen Entenarten sind keine signifikanten Abnahmen zu erkennen (IFAÖ 2013f).

Eiderenten zeigen im Frühjahr einen sehr konzentrierten Zug entlang der Küste Südschwedens (ALERSTAM et al. 1974), während im Herbst die Zugrouten weiter streuen können. Vor Rügen wurden dementsprechend im Herbst auch etwa 3-fach mehr Eiderenten beobachtet als im Frühjahr. Die Gesamtzahlen von ca. 7.000 Ind. im Frühjahr und ca. 22.000 Ind. im Herbst machen jedoch nur einen sehr geringen Anteil am Gesamt-Zugvolumen aus (0,9 bzw. 2,9% von 760.000). Vor Falsterbo wurden im gleichen Zeitraum (Herbst 2008) etwa 4,4-fach mehr Eiderenten gesehen als vor Rügen. An synchronen Beobachtungstagen wurden im Vergleich zu Rügen sowohl im Herbst als auch im Frühjahr relativ viele Eiderenten auch in der Nähe des Vorhabensgebietes beobachtet, wobei insgesamt jedoch geringer Eiderentenzug an den Tagen der Beobachtungen vom Schiff aus herrschte (IFAÖ 2013f).

Für die *Trauerente* zeigte sich vor Rügen ein sehr starker Frühjahrszug – 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 relativ nah umfliegen (IFAÖ 2003) und weiter östlich ebenfalls in geringer Entfernung vor Hiddensee (GARTHE et al. 2003) und vor Rügen auftauchen (NEHLS & ZÖLLICK 1990). Im Frühjahr 2008 wurden mit ca. 240.000 Trauerenten (Richtung E ziehend) etwa 15% der biogeographischen Population (1,6 Mio. Ind., DELANY & SCOTT 2002) festgestellt. Bezogen auf den Winterbestand an der deutschen Ostseeküste westlich des Darßer Ortes und entlang der deutschen und niederländischen Nordseeküste (ca. 300.000 Ind., SKOV et al. 1995), der durch die südliche Ostsee zieht, entsprach die Anzahl der Frühjahrsdurchzügler ca. 80%. An den Tagen mit synchronen Beobachtungen im Vorhabensgebiet des Windparks „ARCADIS Ost 1“ herrschte im Frühjahr „guter“ Trauerentenzug (ca. 23.000 Ind. vor Rügen in 16 Tagen), so dass eine Beurteilung des Vorkommens von Trauerenten auf einem guten Datensatz basiert. Mit ca. 15% Trauerenten im Bereich des Vorhabensgebietes im Vergleich zu den von Land aus gezählten Individuen vor Rügen kann geschlossen werden, dass der Frühjahrszug sehr küstennah geschieht und der Anteil Individuen am Vorhabensgebiet im Vergleich zum gesamten Zugvolumen eher gering war (hochgerechnet etwa 35.000 Ind.). Für den Herbst ist die Beurteilung schwieriger, da insgesamt deutlich weniger Trauerenten gesehen wurden (etwa die Hälfte der Individuen vom Frühjahr), die dann aber weiter auf See zu einem hohen Anteil auch in der Nähe des Vorhabensgebietes vorbeiflogen (IFAÖ 2013f).

Bei den *Samtenten* war der Frühjahrs- und Herbstzug etwa gleich stark ausgeprägt. Die Gesamtzahl von ca. 1.100 bzw. 1.200 Ind. macht dabei <0,2% der Gesamtpopulation aus (DELANY & SCOTT 2002). Ähnlich der Trauerente sind Samtenten im Frühjahr küstenfern in geringeren Anzahlen zu finden als küstennah. Die Anteile beobachteter Samtenten in der Nähe des Vorhabensgebietes im Vergleich zu den Beobachtungen von Land aus lagen im Bereich von 10 bis 14%. Die Rastbestände im Kattegat, die bis zu 150.000 Ind. im Herbst umfassen (SKOV et al. 1995), ziehen offenbar nicht durch die südliche Ostsee (IFAÖ 2013f).

Eisenten wurden vor allem im Frühjahr in größerer Anzahl beobachtet (im Herbst nahezu kein Eisentenzug), wobei im Vergleich zu den Beobachtungen von Land aus im Bereich des Vorhabensgebietes etwa 5 bis 13% der Vögel gesehen wurden. Dies spricht, ähnlich wie bei der Trauerente und der Samtente, für eine Konzentration der Eisente küstennah nördlich von Kap Arkona während des Frühjahrszuges. Die Gesamtzahl von ca. 11.000 Ind. macht dabei nur etwa 0,2% der Gesamtpopulation von 4,6 Mio. Vögeln aus (DELANY & SCOTT 2002). Bezogen auf den Winterbestand in der Ostsee westlich des Darßer Ortes bis zum Kattegat (ca. 200.000 Ind., DURINCK et al. 1994), wurden vor Rügen etwa 5% beobachtet (IFAÖ 2013f).

Stern- und Prachttaucher gehören beide in die Kategorie SPEC 3 und stehen in Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie. Sie durchqueren bei ihrem Zug in die Nordsee (Sterntaucher) bzw. zum Schwarzen Meer (Prachttaucher) die südliche Ostsee und tangieren dabei auch das Vorhabensgebiet. Daten über genaue Zugrouten in diesem Bereich liegen jedoch bislang kaum vor (IFAÖ 2013f).

Beim *Sterntaucher* war bemerkenswert, dass im Herbst kaum Zugbewegungen registriert wurden, der Frühjahrszug dagegen sehr intensiv war. Nicht artbestimmte Seetaucher zeigten eine sehr ähnlich Zugphänologie wie Sterntaucher und können folglich größtenteils als Sterntaucher gewertet werden, so dass insgesamt im Frühjahr (2008) etwa 5.000 Individuen vor Rügen vorbeizogen. Ähnlich wie bei den Trauerenten war das Zugaufkommen im Frühjahr bei den synchronen Beobachtungen auf See im Bereich desVorhabensgebietes mit 8% (März 2008, „guter“ Zug an Beobachtungstagen) bzw. 28% (April 2008) der Seetaucher vor Rügen deutlich geringer. Hieraus kann geschlossen werden, dass der Großteil der Seetaucher im Frühjahr relativ küstennah vor Rügen vorbeifliegen. Das Vorhabensgebiet bildet damit zwar keine wichtige Zugschneise, ziehende Seetaucher sind hier im Frühjahr jedoch regelmäßig zu erwarten. Mit insgesamt ca. 750 Seetauchern im Herbst 2008 gegenüber ca. 5.600 Ind. im Frühjahr 2008 ist der Verlauf des Herbstzuges, derzeit nicht zu beurteilen (andere, weiter nördlich gelegene Zugroute, Nachtzug?). An den synchronen Beobachtungstagen im Herbst zogen nur wenige Seetaucher (insgesamt 24 Ind. an 19 Tagen), die meisten von ihnen küstennah. Das Verhältnis von Pracht- zu Sterntauchern lag im Frühjahr (2008) etwa zwischen 1:6 und 1:9 (unbestimmte Seetaucher aufgrund der ähnlichen Zugphänologie zu den Sterntauchern gerechnet), letztere Art ist dementsprechend häufiger zu erwarten (IFAÖ 2013f).

Insgesamt wird dem Seegebiet vor Rügen für ziehende Wasservögel eine <u>hohe Bedeutung</u> zugeordnet. Diese begründet sich in der Kombination der vorhandenen Literaturdaten (westliche Ostsee liegt generell im Verlauf des Zugweges ziehender arktischer Wasservögel) und den eigenen Sichtbeobachtungen (Vorhabensgebiet liegt am Rande wichtiger Durchzugsschneisen für viele Arten). Bei den meisten Arten scheint ein Großteil des Frühjahrszuges küstennah abzulaufen (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: aktive Ruderflieger / Nachtzieher

Die Bewertung des Vorhabensgebietes für nachts ziehende Landvögel kann vornehmlich anhand der Radardaten vorgenommen werden, wobei keine Arten direkt angesprochen werden können. Bei Nachtziehern handelt es sich jedoch vornehmlich um Langstreckenzieher, während tagsüber

ziehende Arten meist Kurz- und Mittelstreckenzieher sind (z. B. BERTHOLD 2000, GATTER 2000). Innerhalb der Singvögel sind Nachtzieher den Tagziehern zahlenmäßig deutlich überlegen (s. Tab. 88). Die an den verschiedenen Fangstationen an der westlichen Ostsee festgestellten Bestandsabnahmen vor allem von Langstreckenziehern (IFAÖ 2013f, KARLSSON et al. 2005) stehen in Übereinstimmung mit einem generellen Trend in Europa, der mit der globalen Erwärmung der Erdatmosphäre in Zusammenhang gebracht wird (JENNI & KÉRY 2003, SUDFELDT et al. 2008).

Tab. 88: Bestandsschätzungen für Zugvögel verschiedenen Flugtyps im südlichen Ostseeraum (Angaben gelten nur für die Herbstsaison; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004 und SKOV et al. 1998)

Zugtyp	Artengruppen	Herbstbestand
Wasservögel	Seetaucher, Lappentaucher, Ruderfüßer, Enten, Gänse, Säger, Watvögel, Möwen, Seeschwalben, Alken	10-20 Mio.
Landvögel: Thermiksegler	Greifvögel	< 0,5 Mio.
	Kraniche	60.000
Landvögel: Ruderflieger	Nachtzieher	200-250 Mio.
	Tag/Nachtzieher, reine Tagzieher	150-200 Mio.

Bei der Beurteilung der Bedeutung des Vorhabensgebietes für nachts ziehende Landvögel sind in Bezug auf Individuenzahlen und Zugverhalten unterschiedliche Bedingungen während des Frühjahrs- und des Herbstzuges zu berücksichtigen. Im Herbst kann man davon ausgehen, dass aufgrund fehlender Leitlinien der Vogelzug im untersuchten Bereich als Breitfrontenzug stattfindet. Effekte von Leitlinien an der schwedischen Küste sind im Vorhabensgebiet oder vor Rügen nicht mehr zu erwarten. Die nahezu identischen Zugintensitäten bei der Forschungsplattform FINO 2 (am Kriegers Flak) und auf Rügen im Herbst unterstützen diese Annahme. Anhand der zu erwartenden Zugvolumen (Brutbestände in Skandinavien) und den Zugstrecken lässt sich für das Vorhabensgebiet das theoretische Zugaufkommen ableiten. Für diesen Ansatz wird davon ausgegangen, dass während des Herbstzuges alle ziehenden Arten regelmäßig und entsprechend ihrer Populationsstärken in variierenden Anzahlen im Untersuchungsgebiet anzutreffen sind. Wenn man davon ausgeht, dass die relevanten Populationen generell in dem Bereich zwischen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste und Bornholm die Ostsee im Breitfrontenzug überqueren (Strecke ca. 300 km), so entfallen auf das Vorhabensgebiet des Windparks „ARCADIS Ost 1“ mit einer Ausdehnung von ca. 15 km senkrecht zur Hauptzugrichtung (210° im Herbst, s. IFAÖ 2013f) etwa 5% der zu passierenden Strecke. Demnach müssten unter den angenommenen Voraussetzungen auch etwa 5% der Populationen aller nachts ziehenden Arten auf das Untersuchungsgebiet treffen. Bei einer angenommenen Individuenzahl von ca. 200 - 250 Mio. nachts ziehender Landvögel im Herbst (vgl. Tab. 88) würden somit etwa 10 – 12,5 Mio. Vögel das Vorhabensgebiet überfliegen. Durch eine Zugbündelung über der Vogelfluglinie würde das Zugvolumen weiter östlich ziehender Vögel geringer sein als es bei einem kompletten Breitfrontenzug angenommen wird. Bei einer bedeutenden Zugkonzentration über der Vogelfluglinie würden sich die hier dargestellten theoretisch berechneten Vogelzahlen im Seegebiet nördlich Rügen mindern. Hinweise für eine Bündelung des nächtlichen Vogelzuges im Bereich der Vogelfluglinie liegen vor: Synchrone Messungen des nächtlichen Vogelzuges zeigten Zugraten auf Fehmarn, die um einen Faktor 2 bis 2,5 über den Werten auf Rügen liegen (IfAÖ unpubl.). Auch die Messungen bei Falsterbo mittels Infrarotkamera ergaben im Vergleich ca. 2,5-fach höhere Raten als auf Rügen (allerdings unterschiedliche Methoden und Jahre). Im Jahr 2008 wurde im Herbst ohne Unterbrechungen während der gesamten Zugsaison gemessen. Hieraus ergab sich ein aufsummiertes Zugvolumen von 484.555 Vögeln je Kilometer.

Bei einer angenommenen Breite des Windparks von 15 km senkrecht zur Zugrichtung ergeben sich ca. 7,3 Mio. Vögel, die das Vorhabensgebiet im Herbst überfliegen. Dieser Wert liegt um einen Faktor von 1,4 bis 1,7 unter den theoretisch berechneten Werten und spiegelt somit sehr gut den mittels Radar gemessenen Unterschied in den Zugraten von Fehmarn (= Vogelfluglinie) und Rügen wieder. Der mittels Radar auf Rügen gemessene Wert (d. h. aufsummierte Zugvolumen über die komplette Herbstsaison 2008) kann demnach als realistisch eingestuft werden und stellt die Basis für die weiteren Berechnungen dar. Unabhängig vom Gesamtvolumen des Vogelzuges, lässt die Konzentration des Zuggeschehens auf wenige starke Zugnächte vermuten, dass auch im Vorhabensgebiet zeitweise sehr hohe Anzahlen von Vögeln vorhanden sind (IFAÖ 2013f).

Im Herbst ist aufgrund des hohen Jungvogelanteils mit deutlich höherem Zugvolumen zu rechnen als im Frühjahr. Die mittleren Zugraten lagen im Vergleich von Frühjahr und Herbst jedoch im gleichen Größenbereich und auch das aufsummierte Zugaufkommen lag im Herbst „nur“ ca. 19% über dem Zugaufkommen im Frühjahr (aufgrund des hohen Jungvogelanteils wäre ein höherer Wert zu erwarten). Diese Messungen lassen auf eine Zugbündelung im Bereich Rügens im Frühjahr schließen. Insbesondere im Frühjahr ist deshalb mit einem höheren Aufkommen an Zugvögeln zu rechnen als es ein Breitfrontenzug vermuten ließe. Entsprechend den kontinuierlichen Messungen im Frühjahr 2008 ergaben sich je Kilometer 405.709 Vögel, was auf die Ausdehnung des geplanten Windparks einem jährlichen Zugaufkommen im Frühjahr von ca. 6,1 Mio. Individuen entspricht (IFAÖ 2013f).

Die Bewertung des Vorhabensgebietes für nachts ziehende Landvögel wird aufgrund der hohen zu erwartenden Individuenzahlen und dem bedeutenden Anteil gefährdeter Arten als hoch eingestuft (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: aktive Ruderflieger / Tagzieher

Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich bei Tagziehern um Kurz- und Mittelstreckenzieher, die im Vergleich zu Langstreckenziehern generell weniger bestandsgefährdet sind (s. voriges Kapitel). Von den qualitativ erfassten tagziehenden Singvögeln gehört nur der Bluthänfling zur SPEC-Kategorie 2 (ungünstiger Erhaltungszustand in Europa, in Europa konzentriert), wogegen weitere 5 Arten (Feldlerche, Uferschwalbe, Rauchschwalbe, Saatkrähe und Star) der SPEC-Kategorie 3 zugeordnet werden (ungünstiger Erhaltungszustand in Europa, nicht in Europa konzentriert). 9 Arten werden in der EU-VRL im Anhang II/2 geführt und gehören somit in einigen Mitgliedsstaaten zu den jagdbaren Vogelarten (Ringeltaube, Feldlerche, Elster, Eichelhäher, Dohle, Saatkrähe, Nebelkrähe, Rabenkrähe, Star). Von den 32 tagziehenden Arten zeigten 17 Arten negative Bestandstrends in Schweden, 6 Arten zeigten Zunahmen und bei 9 Arten waren die Bestände stabil (Grenzen: Abnahme: Bestandsänderung in den Jahren 1990-2000 / 2002 <-10%, Zunahme: Bestandsänderung >+10%, stabil: Werte dazwischen; Grobe Angabe mit eingeschränkter Aussagekraft, da auch eine geringe, aber kontinuierliche Bestandsabnahme von unter 10% bei einer großen Population ebenfalls starke Auswirkungen haben kann; nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) (IFAÖ 2013f).

Bei Tagziehern spielen Leitlinien eine wichtige Rolle, weshalb bezogen auf den sichtbaren Teil des Zuggeschehens ein relativ hoher Anteil der relevanten Populationen über die „Vogelfluglinie“ zieht. Ein Vergleich der theoretischen Zugvolumen anhand von Vogelpopulationen in Skandinavien und dem sichtbaren Anteil (unter Einbeziehung der Vogelfluglinie, Beobachtungen in Falsterbo- und Zugraten auf See) lässt vermuten, dass nur etwa 5-10% des Zuges im sichtbaren Bereich stattfindet (KUBE et al. 2005). Radarmessungen in Schweden (ALERSTAM & ULFSTRAND 1972) und auf Rügen (IfAÖ unpubl.) zeigten, dass am Tage vor allem bei Rückenwind starker Vogelzug über der Ostsee in großen Höhen stattfindet (bis >1.000 m, visuell nicht erfassbar), während bei Gegenwind die Flughöhe deutlich niedriger lag. Auch bei Gegenwind sind viele Vögel visuell kaum zu erfassen, sofern sie sich in Höhen von über 100-200 m bewegen. Diese Zugbewegungen verlaufen nicht in

der generell für viele Arten angenommenen SW-Richtung, sondern direkt in Richtung Süd. Ein zahlenmäßiger Vergleich des Zugaufkommens mit anderen Beobachtungsstationen (z. B. Falsterbo) ist aufgrund der fehlenden quantitativen Angaben nicht möglich. Dass auch auf See im sichtbaren Bereich Vogelzug am Tage vorkommt, zeigen die Beobachtungen vom Schiff aus im Bereich des Vorhabensgebietes (IFAÖ 2013f).

Für tagziehende Landvögel wird dem Vorhabensgebiet eine mittlere Bedeutung zugeordnet, da viele Vögel sich über der Vogelfluglinie bewegen bzw. im Breitfrontenzug in großer Höhe ziehen (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: Thermiksegler Greifvögel und Kraniche

Die meisten *Greifvögel* zählen zu den Thermikseglern (Ausnahmen z. B. Sperber, Fischadler, Falken). Von den 20 beobachteten Greifvogelarten stehen 14 Arten im Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie (Arten, für deren Erhaltung besondere Schutzmaßnahmen in deren Verbreitungsgebiet erforderlich sind; BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Seeadler und Steppenweihe werden in der SPEC-Kategorie 1 geführt (globale Gefährdung), und für Schreiadler und Rotmilan besteht eine besondere Verantwortlichkeit Europas (SPEC 2: > 50% ihres Weltbestandes in Europa mit unbefriedigendem Erhaltungsstatus, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Seeadler zeigen in Schweden und Deutschland jedoch aufgrund erfolgreicher Schutzmaßnahmen deutliche Bestandszunahmen. Der Rotmilan ist in Schweden nach Sichtbeobachtungen bei Falsterbo die Art mit dem höchsten Populationsanstieg. Insgesamt besitzen somit viele Greifvogelarten einen hohen Schutzstatus (IFAÖ 2013f).

Systematische Herbst-Beobachtungen in Falsterbo (hier Vergleichsjahre 2007 und 2008) ermöglichen einen Vergleich der über der „Vogelfluglinie“ ziehenden Greifvögel mit den Beobachtungen auf Rügen. Der Vergleich mit dem Frühjahrszug zeigt, dass bei einigen Arten auf Rügen regelmäßig Anteile vorkommen, die über 10% des Herbst-Zugaufkommens von Falsterbo liegen. Dies war vor allem bei Rotmilan, Rohrweihe, Raufußbussard, Fischadler und Baumfalke der Fall. Die relativ hohen Individuenzahlen von Sperber und Mäusebussard auf Rügen im Frühjahr standen dabei Beobachtungszahlen in Falsterbo von ca. 27.000 bzw. 37.000 gegenüber und bildeten somit trotz der hohen Individuenzahlen eher geringe Prozentsätze von etwa 3-5%. Beim Vergleich des Frühjahrszuges auf Rügen mit dem Herbstzug bei Falsterbo ist noch zu berücksichtigen, dass im Herbst durch einen hohen Jungvogelanteil das Zugaufkommen generell höher ist als im Frühjahr (hohe Jungvogelmortalität im ersten Jahr). Im Herbst waren die auf Rügen beobachteten Anteil am Zug auf Falsterbo bei allen Arten bis auf den Fischadler sehr gering (meist <5%; hohe Werte auch beim Baumfalken, von dem jedoch insgesamt nur wenige Vögel ziehen) (IFAÖ 2013f).

Bei einer nördlich ausgerichteten Abflugrichtung im Herbst von der Halbinsel Wittow würden die hier startenden Greifvögel westlich am Vorhabensgebiet vorbeifliegen. Synchrone Beobachtungen auf See und auf Rügen bestätigen diese Annahme: Es war deutlich zu erkennen, dass im Frühjahr die meisten der von Rügen von der Halbinsel Wittow abfliegenden Greifvögel nicht am Vorhabensgebiet gesehen wurden (höchste Anzahl beim Sperber), während im Herbst oft sogar mehr Greifvögel auf See beobachtet wurden als vor Rügen (s. Tab. 89; häufiger auf See: Fischadler, Merlin, Sperber, Wespenbussard). Als Grund ist der Einfluss von Wind zu vermuten, der im Herbst nach der langen Ostseeüberquerung für eine breitere Streuung der Zugwege verantwortlich ist. Im Frühjahr starten die Greifvögel dagegen konzentriert an einem Punkt und die eingeschlagene Flugrichtung kann während des Beginns der Ostseeüberquerung offensichtlich noch gut eingehalten werden (IFAÖ 2013f).

Tab. 89: Vergleich des Greifvogelzuges (Anzahl Individuen) auf See am Vorhabensgebiet und auf Rügen für den Frühjahrs- und Herbstzug 2008 (synchrone Beobachtungszeiten) (Quelle: IFAÖ 2013f)

Art	Frühjahr 2008		Herbst 2008	
	Anzahl Vorhabensgebiet	Anzahl Rügen	Anzahl Vorhabensgebiet	Anzahl Rügen
Fischadler	1	4	7	4
Habicht	0	1	0	0
Kornweihe	0	4	2	
Mäusebussard	1	75	1	14
Merlin	1	3	3	2
Raufußbussard	1	28	5	
Rotmilan	3	47	0	2
Seeadler	0	6	0	0
Sperber	29	308	30	13
Turmfalke	1	11	5	3
Wanderfalke	0	1	0	1
Wespenbussard	0	0	43	31

Durch dieses Verhalten ist das gesamte Zugaufkommen im Frühjahr zwar höher als im Herbst, die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Greifvögeln auf See am Vorhabensgebiet ist jedoch im Herbst höher als im Frühjahr (IFAÖ 2013f).

Die europäische Population des *Grauen Kranichs* (*Grus grus*) zeigt seit vielen Jahren deutlich zunehmende Bestände (PRANGE 2001, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Die Schutzbemühungen aufgrund des hohen Schutzstatus’ haben somit Erfolg gezeigt (SPEC-Kategorie 2; Anhang I der EU-Vogelschutzrichtlinie; AEWA-Kategorie) (IFAÖ 2013f).

Ausgehend von den berechneten Flugrichtungen im Bezug zum Vorhabensgebiet und den Höhenverteilungen ergibt sich für 2 bis 3% der Kraniche die Situation, dass sie sich auf Kollisionskurs mit dem geplanten Windpark befanden (Tab. 90, d. h. Flughöhe unterhalb von 200 m; kritische Höhe aufgrund von Nachlaufströmungen über der maximalen Höhe der Windenergieanlagen). Durch seitliche Drift beim Kreisen oder durch Richtungsänderungen über See können die realen Anzahlen von Kranichen von diesen Werten abweichen (d. h. sich erhöhen oder vermindern). Weiterhin gelten diese Zahlen nur für die hier dargestellte Stichprobe des Kranichzuges. Generell weiter östlich ziehende Kraniche (z. B. im Frühjahr 2008 ca. 18% der vom Schiff aus beobachteten Kraniche im Bereich des Vorhabensgebietes) würden auch bei der gemessenen direkten N-S-Ausrichtung das Vorhabensgebiet kreuzen. Insgesamt deuten die Daten jedoch darauf hin, dass die Hauptzugschneise für den Kranichzug weiter westlich im Bereich der Halbinsel Wittow verläuft. Trotz weitestgehender Kompensation von Winddrift hängt der konkrete Verlauf des Zuges auch vom Wind ab. Insbesondere während der kreisenden Flugbewegungen findet Winddrift statt, so dass bei Westwind der Zug weiter östlich verläuft (IFAÖ 2013f).

Tab. 90: Anteile des Kranichzuges, der auf Kollisionskurs mit geplantem Windpark liegt (Quelle: IFAÖ 2013f)

	Jahr	2005	2006	2008
a	n Individuen mit berechneter Flugrichtung (s. Tab. 77)	9.505	5.705	4.610
b	% aus Richtung Vorhabensgebiet (s. Tab. 77)	6,3	9	5,8
c	Individuen aus Richtung Vorhabensgebiet (% b von a)	599	513	267
d	Höhenverteilung:% <200 m bezogen auf Individuen (Tab. 75)	32	33	49
e	Individuen aus Richtung Vorhabensgebiet und <200 m Flughöhe („Kollisionskurs“); (% d von c)	192	169	131
f	% Kollisionskurs von n Individuen (% e von a)	2,0	3,0	2,8

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass im Herbst ein nicht unbeträchtlicher Teil des Kranichzuges über der Ostsee auch in der Nacht stattfindet, wenn aufgrund eingeschränkter Sichtbeobachtungen ein erhöhtes Kollisionsrisiko besteht. Da der Nachtzug im Herbst 2005 jedoch ausschließlich in Höhen von über 200 m stattfand (mit deutlichem Schwerpunkt über 600 m), ist das Kollisionsrisiko in der Nacht als gering einzustufen. Der Vergleich mit den Zughöhen in der Hellphase am gleichen Tag (15. Oktober 2005) zeigt, dass diese großen Zughöhen nicht durch die Windbedingungen bedingt waren, sondern aktiv aufgesucht wurden. Nicht bekannt ist allerdings, wie Kraniche in der Nacht auf Beleuchtungen der Windparks reagieren und ob sich hieraus Konfliktsituationen ergeben können (IFAÖ 2013f).

Nach vorliegenden Erkenntnissen kommt dem Vorhabensgebiet für den Greifvogel- und Kranichzug eine mittlere Bedeutung zu. Dies begründet sich aus dem generell hohen Schutzstatus von Greifvögeln und von Kranichen sowie der geringen bis mittleren Häufigkeit dieser Artengruppe am Vorhabensgebiet (IFAÖ 2013f).

In der folgenden Tab. 91 ist die Bedeutung der jeweiligen Bewertungskriterien zusammenfassend dargestellt. Insgesamt wird die Zugvögel mit **hoch** bewertet.

Tab. 91: Zusammenfassende Bestandsbewertung für die Zugvögel

Kriterien der Bestandsbewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Leitlinien und Konzentrationsbereiche	hoch	ein Großteil der schwedischen und finnischen nachts ziehenden Landvögel überquert die Ostsee im Breitfrontenzug zwischen Schleswig-Holstein und Bornholm; darunter viele Singvögel mit hohen Gefährdungsgraden; westliche Ostsee mit hoher Bedeutung für den Zug nordischer Meeresenten, Seetaucher, Limikolen, Weisswangen- und Ringelgänse; Vorhabensgebiet liegt am Rand einer konzentrierten Flugschneise v. a. von Seetauchern und Trauerenten während des Frühjahrszuges
Zuggeschehen und Intensität	mittel bis hoch	im Frühjahr hohe, im Herbst mittlere Intensitäten von Meeresenten und Seetauchern vor Rügen, mittlere Intensitäten von Greifvögeln und Kranichen; Zugbewegungen in starken Zugnächten mit sehr hohen Werten
Artenzahl	hoch	bisher Beobachtung von 196 Arten; unter Beachtung einer Reihe von nachts ziehenden skandinavischen Kleinvögeln, die visuell nicht erfasst wurden >200 Arten im Untersuchungsgebiet;

		Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie
Gesamtbewertung	hoch	

4.7.7 Fledermäuse

4.7.7.1 Daten- und Informationsgrundlagen Fledermäuse

Im Zuge der Basisuntersuchung für den OWP „ARCADIS Ost 1“ wurden keine Fledermäuse untersucht. Es muss für diese Unterlage demnach mit worst-case-Annahmen, beruhend auf Literaturangaben, gearbeitet werden, welche die wichtigsten überfliegenden Arten berücksichtigen.

Folgende Literatur kann genutzt werden:

AHLÉN, I. (1997):
Migratory behaviour of bats at South Swedish coasts. Zeitschrift für Säugetierkunde 62: 375-380.

AHLÉN, I. (2002):
Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna och Flora 97 (3): 14-22.

AHLÉN, I.; BACH, L.; BAAGØE, H.J. & J. PETTERSSON (2007):
Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report 5571. July 2007.

AHLÉN, I.; BAAGØE, H.J. & L. BACH (2009):
Behaviour of scandinavian bats during migration and foraging at sea. Journal of Mammalogy, 90 (6): 1318-1323.

BSH (2009a):
Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) der Ostsee. Stand: 31.10.2009.

http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/Dokumente_05_01_2010/Umweltbericht_Ostsee.pdf.

PETERSONS, G. (2004):
Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius’ bat Pipistrellus nathusii (Criroptera). Myotis Vol. 41/42: 29-56.

WALTER, G.; MATTHES, H. & M. JOOST (2005):
Fledermauszug über Nord- und Ostsee. Natur und Landschaft 41: 12-21.

WALTER, G.; MATTHES, H. & M. JOOST (2007):
Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. Nyctalus (N.F.) 12: 221-233.

EUROBATS (2012):
17th Meeting of the Advisory Committee, Dublin, Ireland, 15 – 17 May 2012. Record of the Meeting. Doc. EUROBATS.AC17.Record.

RYDELL, J.; BACH, L.; DUBOURG-SAVAGE, M.-J.; GREEN, M.; RODRIGUES, L. & M. HEDENSTRÖM (2010): Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal Wildlife Research (2010), S. 823-827.

SEEBENS, A. (2010): Informationen zum White-Nose Syndrome (WNS), online verfügbar unter: http://www.nachtforscher.de/index.php/service/wns

4.7.7.2 Bestandsdarstellung, einschließlich bestehender Vorbelastungen Fledermäuse

Der Vorhabensträger hat zur Ausräumung der im Raumordnungsverfahren zu Tage getretenen Erkenntnislücken zum Fledermauszug im betrachteten Seegebiet freiwillig Erfassungen der Fledermäuse mittels einer Horchbox auf der Forschungsplattform FINO II zwischen April und September 2012 (Geräteausfall zwischen 10.08.2012 und 21.08.2012) durchgeführt. Hierbei wurden jedoch keine Fledermausrufe registriert.

Über den Zug der Fledermäuse über die Ostsee ist noch relativ wenig bekannt, vorrangig weil geeignete Erfassungsmethoden fehlen. Eine Zusammenstellung der Kenntnisse ist in BSH (2009a) enthalten. Folgende Informationen wurden dort zusammengetragen: „Durch Beringungsfunde ist derzeit ... bekannt, dass Fledermäuse aus Skandinavien und Lettland nach Deutschland gelangen. Eine Reihe Beobachtungen führt zudem zur Annahme, dass Fledermäuse die Ostsee, während saisonaler Wanderungen, regelmäßig überqueren (WALTER et al. 2005). Nach Beobachtungen von Fledermauskonzentrationen an verschiedenen Küstenorten in Südschweden (u. a. Falsterbo, Ottenby) von AHLÉN (1997 und 2002) wandern mindestens vier von 18 in Schweden vorkommenden Fledermausarten nach Süden. Beobachtungen von Individuen, die das Land Richtung Meer verlassen haben liegen für Rauhautfledermaus, Großen Abendsegler und Zweifarbfledermaus vor. Allerdings liegen nur von der Rauhautfledermaus und dem Großen Abendsegler Winterfunde in Deutschland vor von Tieren, die in Schweden beringt wurden.“ (BSH 2009a) In Südschweden starten die ziehenden Fledermäuse im Herbst von bestimmten Orten konzentriert, zerstreuen sich aber auf dem Weg nach Süden durch Winddrift und leicht unterschiedliche Zugrichtungen (S – SW). Im Frühjahr kommen die Tiere sehr verstreut entlang der gesamten Küste Südschwedens an (AHLÉN et al. 2007).

Weiterhin wird in BSH (2009a) angegeben: „Erste Erkenntnisse zum Fledermauszug über der Ostsee liefern Funde von Tieren in Deutschland, die in Lettland (PETERSONS 2004) bzw. in Schweden beringt wurden (AHLÉN 1997, 2002).“ In der Studie von PETERSONS (2004) wurde das Zugverhalten der Rauhautfledermaus auf der Basis von Beringungsfunden untersucht. Die in den Sommermonaten in Lettland rastenden Fledermäuse suchen Überwinterungsquartiere im westlichen, zentralen und südlichen Europa auf. Der Herbstzug wird dabei überwiegend in der zweiten Augusthälfte und Anfang September in Lettland angetreten. Dies trifft insbesondere für Weibchen zu. Bei Männchen scheint der Beginn des Herbstzugs länger und zwar bis Ende Oktober anzudauern. Die durchschnittliche Entfernung aller Funde betrug 1.365,5 km bei Männchen und 1.216,5 km bei Weibchen, wobei maximale Entfernungen von 1.905 km registriert wurden. Die errechnete mittlere Zuggeschwindigkeit der Rauhhautfledermaus lag bei etwa 47,8 km pro Nacht. Beringte Fledermäuse wurden unter anderem in Rasthabitaten im Norden und Nordosten Deutschlands, in den Niederlanden und Frankreich gefunden. Über die Flug- und Zughöhen der Fledermäuse ist wenig bekannt. Auf Nahrungssuche (Insekten) fliegt der Große Abendsegler in 500 m Höhe. In Falsterbo wurden sogar Höhen von 1.200 m beobachtet (AHLÉN 1997). Der Große Abendsegler ist zudem als tagziehende Art bekannt (EKLÖF 2003). Es wird angenommen, dass Zugbewegungen bei Tageslicht bevorzugt in Höhen von mehr als 500 m stattfinden, um der Jagd durch Raubvögel zu entkommen.

In WALTER et al. (2007) wird als weitere Art, mit gerichteten Bewegungen über längere Distanzen (Wanderungen) die Teichfledermaus aufgeführt. Eine weitere in Skandinavien bedeutsame Art, die Wanderungen über eine längere Distanz ohne Vorzugsrichtungen durchführt, ist das Braune Langohr (WALTER et al. 2007).

AHLÉN et al. (2007) führten 2005 und 2006 Untersuchungen zum Einfluss von Offshore-Windenergieanlagen auf das Verhalten vorbeifliegender Fledermäuse im Kalmarsund und im Öre-

sund durch. Die Untersuchungszeiträume lagen zwischen Mitte Juli und Anfang November. Es kamen Ultraschalldetektoren auf Booten sowie Geräte zur automatischen Registrierung von Ultraschall, die an Windenergieanlagen und Booten befestigt waren, und ein Radargerät zum Einsatz. Es wurden 10 Arten über dem offenen Meer und 13 an Land detektiert. Von insgesamt mehr als 12.300 registrierten Fledermäusen befanden sich etwa 3.800 auf See. Darunter waren mit höchsten Anzahlen Mückenfledermaus, Großer Abendsegler und Rauhautfledermaus. Auch nicht-ziehende Arten, wie Wasserfledermaus und Teichfledermaus wurden in höheren Anzahlen bis zu 10 km von der Küste entfernt beobachtet. Alle Arten jagten Insekten, wobei Individuen der ziehenden Arten ihren Flug danach in die vorher eingeschlagene Richtung fortsetzten. Viele Fledermäuse (auch nicht-ziehende Arten) wurden beobachtet, wie sie regelmäßig aufs Meer flogen um dort zu jagen. Bevorzugte Wetterverhältnisse waren dabei wenig bis kein Wind (meist <5 m/s). Zu diesen Zeitpunkten wurden die meisten Insekten festgestellt. Bei Gewitter, starkem Wind (>10 m/s), Niederschlag und Nebel wurde nicht gejagt. Auch ein Gewitter viele Kilometer von der Küste entfernt brachte alle Aktivitäten zum Erliegen, obwohl an der Küste gutes Wetter herrschte. Die Flüge zur Nahrungssuche auf dem Meer fanden bereits im Sommer statt, intensivierten sich Ende des Sommers und dauerten bis Oktober an.

AHLÉN et al. (2007) konnten keine Meidung von Windenergieanlagen durch vorbeiziehende Fledermäuse beobachten. Im Gegenteil, Individuen wurden angezogen, jagten eine Weile in der Nähe der Turbinen und zwischen den rotierenden Blättern und setzten ihren Flug anschließend in die gleiche Richtung fort. In Zusammenhang mit der erhöhten Anzahl an Insekten in der Nähe der Turbinen wurde abgeleitet, dass Windenergieanlagen Insekten und damit jagende Fledermäuse anlocken. Dabei wird sowohl auf Höhe der Turbinen und Rotorblätter als auch direkt über der Wasseroberfläche gejagt. Durch Beobachtungen von Mückenfledermäusen, die Revierrufe ausstießen, und Großen Abendseglern, die Rastplätze auf Turbinen suchten, wurde die These untermauert, dass Windenergieanlagen von Fledermäusen auch als Rastplätze genutzt werden.

AHLÉN et al. (2009) beobachteten 11 der insgesamt 18 für den Untersuchungsraum bekannten Arten auf See. Von diesen gelten drei als nicht ziehend, zwei wurden als Teilzieher eingestuft (Tab. 92), die übrigen sind Wanderarten. Letztere sammeln sich in der Migrationszeit im Herbst, insbesondere nach schlechten Wetterperioden, zahlreich an bestimmten Abflugpunkten entlang der südschwedischen Küste und brechen dann einzeln oder in kleinen Gruppen aus 2- 3 Tieren zu den Winterquartieren in Richtung Süden bzw. Südwesten auf. Bei der Meeresüberquerung ändern die Tiere zuweilen die Richtung (u. a. Winddrift, Jagdflüge), so dass die Flugkorridore mit Entfernung vom Abflugpunkt breiter werden. Im Frühjahr kehren die Fledermäuse noch verstreuter als beim Herbstzug wieder zurück. Sie wurden entlang der gesamten Küste Südschwedens beobachtet. Gemäß den vorliegenden Studien flogen die meisten beobachteten Fledermäuse über dem Wasser nicht höher als 10 m. In einigen Fällen wurden Höhen von >40 m beobachtet, dies jedoch nur bei dem gewöhnlich noch höher fliegenden Großen Abendsegler. In Abhängigkeit des Vorkommens von Nahrung (hier überwiegend marine Zuckmücken, aber auch angedriftete bzw. -geflogene landlebende Insekten) an den OWEA flogen die Fledermäuse an den Anlagen auch sehr viel höher. Beobachtungen zufolge wurden Fledermäuse auch an den Gondeln von OWEA gesichtet. Es wird davon ausgegangen, dass die Fledermäuse hier Insekten (Motten) von der Gondel absammelten. RYDELL et al. (2010) sehen ebenfalls einen direkten Zusammenhang zwischen Fledermäusen und migrierender Insekten. Der Jäger folgt seiner Beute so weit er kommt, an Windenergieanlagen z. B. noch bis in Höhen von 1200 m (Abendsegler).

Als problematisch im Hinblick auf Kontakte mit OWEA wird also überwiegend die anziehende Wirkung der OWEA als Nahrungsquelle gesehen, nicht nur für wandernde Arten sondern auch für Arten, die von der Küste aus längere Wege z. B. für eine reichhaltige (sicherere) Nahrungsquelle

über See in Kauf nehmen. Die Hypothese, dass die OWEA als Schlafplatz und auch Paarungsort genutzt werden (CRYAN 2008), konnte bislang nicht bestätigt werden (RYDELL et al. 2010).

Weiterhin ist nicht auszuschließen, dass OWEA ähnlich wie auch Inseln, als Zwischenstation auf dem langen Zugweg genutzt werden. Untersuchungen auf der Greifswalder Oie im Jahr 2011 ergaben ein Vorkommen von wandernden Fledermausarten, die die Insel als Zwischenquartier nutzten (Großer Abendsegler, Rauhhautfledermaus, Kleiner Abendsegler). Während der Migrationszeit wurde zudem eine auffällig große Anzahl an Fledermäusen festgestellt. Die Insel Bornholm wird wahrscheinlich ebenfalls als Zwischenstation genutzt, um wieder neue Energie für den Weiterflug zu tanken (POMMERANZ et al. 2012).

Sichtungen von Fledermäusen vom Schiff oder von Plattformen aus wurden von WALTER et al. (2005) zusammengefasst. Im Laufe der zweijährigen Basisaufnahmen für Offshore-Windparkprojekte in der deutschen AWZ der Ostsee wurden ebenfalls Sichtungen von Fledermäusen registriert. In der Pommerschen Bucht wurden nachts mittels eines Bat-Detektors Fledermäuse registriert (Zeitraum 11.05.-20.05.02). In der Nacht zum 13.05.02 wurden dabei 37, in der Nacht des 15.05.02 13 Fledermauslaute registriert. Von letzteren wurden sechs als Rauhautfledermaus und zwei als Großer Abendsegler identifiziert. Die Anzahl der erfassten Rufe kann allerdings aufgrund von technischen Unsicherheiten des Detektors durch Doppelerfassungen verfälscht sein. Außerdem wurden in der Nacht zum 14.05.02 zwei kleine Fledermäuse gesichtet und während weiterer Schiffsausfahrten wurden zweimal einzelne Exemplare beobachtet. Bei den Untersuchungen zum Offshore-Windpark „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“ (ehemals „Ventotec Ost 2“) gesichtet. Zudem wurde im Juli und September 2003 je ein Exemplar einer unbestimmten Art im Windpark-Gebiet „Baltic 2“ (ehemals „Kriegers Flak“) gesehen. Einige dieser Sichtungen fanden sogar tagsüber statt (BSH 2009a).

Aus der Literaturstudie über den Fledermauszug in Europa, die auf Beringungsdaten und Literaturquellen basiert (HUTTERER et al. 2005) wurde entnommen, dass dort lediglich zwei Ringwiederfunde in Deutschland von in Schweden beringten Abendseglern belegen, dass Fledermäuse zumindest Teile der Ostsee überqueren (HARRJE 1994, PETERS et al. 2008).

Für die Ostsee wurde weiterhin von mehreren Autoren festgestellt, dass eine größere Zahl von Fledermäusen im Spätsommer/Herbst Schweden von mehreren Stellen aus verlassend, in Richtung Süden und Südwesten ziehen (vgl. AHLÉN et al. 2002, BACH et al. 2005, BARRE & BACH 2004). Bei HEDDERGOTT & VON RÖNN (2002) sind „Nachweise von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) auf der Greifswalder Oie“ dokumentiert. Diese Arten müssen teilweise den Greifswalder Bodden überflogen haben.

Zu den Bedingungen, die den Zug begünstigen oder sogar ermöglichen, liegen ebenfalls nur Hinweise vor. So scheint ruhiges Wetter und günstiger, leichter Wind das Antreten von Langstrecken-Wanderungen in Küstenregionen zu beeinflussen (PETERSONS 2004).

Zusammenfassend wird laut BSH (2009a) angenommen: „Beobachtungen und Beringungsfunde weisen daraufhin, dass einige Arten wie Großer Abendsegler, Rauhautfledermaus, Zweifarbfledermaus, Zwergfledermaus, Mückenfledermaus und Nordfledermaus über die Ostsee ziehen. Es wird angenommen, dass ein Breitfront-Zug entlang von markanten Landschaftselementen wie Küstenlinien stattfindet.“ Die Fledermausuntersuchungen auf der Offshore-Plattform FINO 1 (BEOFINO) haben keine belastbaren Erkenntnisse zum Fledermauszug über das offene Meer erbracht. Ursache ist, dass Fledermäuse sowohl zeitlich als auch hinsichtlich ihrer Anzahl nicht so konzentriert ziehen wie Rastvögel.

Tab. 92: Über offener See beobachtete Fledermausarten im Ostseeraum (Quelle: AHLÉN et al. 2009)

Art	Art (deutsch)	Beobachtete Anzahl	Wandernd, nicht-ziehend
Myotis daubentonii	Wasserfledermaus	93	nichtziehend
Myotis dasycneme	Teichfledermaus	118	wandernd
Pipistrellus nathusii	Rauhhautfledermaus	112	wandernd
Pipistrellus pipistrellus	Zwergfledermaus	5	wandernd
Pipistrellus pygmaeus	Mückenfledermaus	179	Teilzügler
Nyctalus leisleri	Kleiner Abendsegler	12	wandernd
Nyctalus noctula	Großer Abendsegler	277 + 2.989 mit Radar erfasst	wandernd
Eptesicus nilssonii	Nordfledermaus	112	nichtziehend
Eptesicus serotinus	Breitflügelfledermaus	113	Teilzügler?
Vespertilio murinus	Zweifarbfledermaus	40	wandernd
Plecotus auritus	Braunes Langohr	1	nichtziehend

Vorbelastungen Fledermäuse

Vorbelastungen für Fledermäuse sind im Vorhabensgebiet durch den Schiffsverkehr gegeben. Nach Funden auf Schiffen (WALTER et al. 2005) kann angenommen werden, dass Fledermäuse durch Schiffe angelockt werden oder diese zum Rasten aufsuchen. Deutliche Beeinträchtigungen für Fledermäuse sind im Vorhabensgebiet jedoch nicht gegeben.

Beeinträchtigungen durch anthropogene Ursachen ergeben sich für Fledermäuse durch die Abholzung alter Baumbestände und die Renovierung von Altbauten (Schließen von Rissen, Holzschutzmittel). Diese führen zum Verlust von geeigneten Fortpflanzungs-, Rast- und Überwinterungsplätzen. Ebenfalls negativ wirken sich die Intensivierung der Landwirtschaft (Verlust von Quartieren, Anreicherung von Schadstoffen in der Nahrungskette), Klimaveränderung (Verlust von Rastplätzen, Dezimierung von Fortpflanzungsstätten, und Veränderungen des Nahrungsangebotes) sowie hohe Gebäude und Windräder (Kollisionsgefahr und Barriere-Wirkung) aus (BSH 2009a).

Bekannt sind weiterhin Ereignisse, welche die Sterberate und damit auch die Populationsgröße von Fledermäusen nicht unerheblich mit bestimmen können, z. B. Krankheiten, wie das White Nose Syndrom“ (Pilzkrankheit) in den USA, tritt aber auch in Europa unregelmäßig im Spätwinter auf (SEEBENS 2010).

4.7.7.3 Bestandsbewertung Fledermäuse

Die Bedeutung des Vorhabensgebietes für Fledermäuse ist gering, da keine Konzentrationsbereiche im betrachteten Seegebiet bekannt sind. Bisherige Untersuchungen weisen darauf hin, dass Fledermäuse über die Ostsee ziehen und Flüge zur Nahrungssuche auf das offene Meer unternommen werden (BSH 2009a, AHLÉN et al. 2007). Es kann angenommen werden, dass das Vorhabensgebiet im Frühjahr und Herbst möglicherweise von wandernden Fledermäusen überflogen wird. Der Zug könnte jedoch sehr verstreut stattfinden, so dass nur wenige Tiere über das Vorhabensgebiet ziehen (vgl. AHLÉN et al. 2007).

In Tab. 93 ist der Schutzstatus einiger potenziell ziehender Fledermausarten dargestellt. Rauhautfledermaus und Großer Abendsegler werden zudem im Anhang II des Übereinkommens zum Schutz wandernder Tierarten (CMS) aufgeführt.

Tab. 93: Übersicht über die international und national geschützten Fledermausarten nach FFH-RL, VRL und BArtSchV

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	FFH-RL/ VSRL Anhang	nach BArtSchV besonders geschützt	nach BArtSchV streng geschützt
Zwergfledermaus	*Pipistrellus pipistrellus*	IV	ja	ja
Rauhautfledermaus	*Pipistrellus nathusii*	IV	ja	ja
Mückenfledermaus	*Pipistrellus pygmaeus*	IV	ja	ja
Großer Abendsegler	*Nyctalus noctula*	IV	ja	ja
Nordfledermaus	*Eptesicus nilssonii*	IV	ja	ja
Zweifarbfledermaus	*Vespertilio murinus*	IV	ja	ja

Wissenschaftlicher Artname grau: Arten mit internationalem Schutzstatus

4.7.8 Meeressäuger

4.7.8.1 Daten- und Informationsgrundlagen Meeressäuger

Die Bestandsdarstellung wird anhand vorhandener Daten und Informationen vorgenommen. Folgende Informationen zum Vorkommen von Meeressäugern in der westlichen Ostsee sind nutzbar:

- Datensammlung im Rahmen der ESAS- bzw. SAS-Datenbank seit Anfang der 80er Jahre
- mehrere Projekte mit Erhebungen per Transektbefliegung und Schiffsbeobachtung insbesondere zum Schweinswal und Datenhaltung in der MAS-Datenbank (mammals at sea) des FTZ Westküste bzw. Aufbereitung in der MINOS-Datenbank:
  - EMSON-Erfassung durch Transektbefliegung (2002-2005)
  - BLE / BMVEL-Projektes zum Monitoring der Abundanz von Schweinswalen (2004-2006)
  - MINOS / MINOS+-Projekt (SCHEIDAT et al 2003, SCHEIDAT et al 2004), ICES WKFMMPA REPORT 2008 (ICES 2008) zu Konflikten Meeressäuger-Fischerei (2002-2007)
- Robbenmonitoring in Mecklenburg-Vorpommern 2006-2012 (LUNG M-V 2012b)
- Flugzeugzählungen des IfAÖ (2002-2005) in Teilgebieten
- Untersuchungen der räumlichen Verteilung von Schweinswalen mit Hilfe von Klickdetektoren (PODs) durch das Meeresmuseum Stralsund (VERFUß et al. 2004a, b, 2007a, b)
- Ermittlung der Schweinswaldichten im Rahmen der internationalen Studie SCANS im Sommer (HAMMOND et al. 2002)
- akustische Surveys der SOTW vom Zeitraum Juni bis August 2002 des Forschungssegelschiffs “Song of the Whale” in der Ostsee (GILLESPIE et al. 2002).
- Veröffentlichungen zu Datensammlungen hinsichtlich historischer und aktueller Daten zu Sichtungen, Strandungen und Fängen, zufälligen Sichtungen von Meeressäugern (z. B. HARDER 1996, HARDER et al. 2007, HERRMANN et al. 2007)
- Datenbank mit zufälligen Sichtungen auf der Grundlage ausgefüllter Sichtungsblätter am FTZ Westküste bzw. der Gesellschaft zum Schutz für Meeressäugetiere (GSM)

- Zufallssichtungen und Totfund-Datenbanken (FTZ Westküste, Deutsches Meeresmuseum Stralsund)
- Wiederansiedlungsprojekt für die Ostseekegelrobbe an der deutschen Ostseeküste (SCHWARZ et al. 2003)
- DIETZ et al. (2003) untersuchten die Wanderbewegungen von Kegelrobben des Rødsand bei Gedser (Dänemark)
- Dänische Untersuchungen an Robbenliegeplätzen in der westlichen Ostsee

Im Rahmen des SAMBAH-Projekts (Statisches, akustisches Monitoring des Ostsee- Schweinswals) werden von Mai 2011 bis Mai 2013 300 Klickdetektoren in der Zentralen Ostsee ausgebracht, um die Dichte, Häufigkeit und Verteilung der Schweinswalpopulation zu ermitteln. Des Weiteren sollen für Schweinswale bevorzugte Lebensräume und Gebiete mit höherem Konfliktrisiko aufgrund menschlicher Aktivitäten identifiziert werden. Ein weiteres Ziel ist es eine gute Methode zu finden um Schweinswale kostengünstig in einem großen Gebiet zu überwachen (Quelle: http://www.meeresmuseum.de/wissenschaft/forschungsprojekte/sambah.html). Daten aus dem Projekt sind noch nicht verfügbar, da bis Mai 2013 die Datenaufnahme geplant ist und im Anschluss die Auswertung erfolgt (http://www.sambah.org/index.html; Abfrage: 09.11.2012).

Auswahl Meeressäuger-Literatur:

ASCOBANS (2002):
Draft Recovery Plan for Baltic Harbour Porpoises (Jastarnia Plan). Bonn, 7 May 2002. 38 pp.

BENKE, H.; HONNEF, C.G.; VERFUß, U.; MEDING, A. & M. DÄHNE (2006):
Erfassung von Schweinswalen in der deutschen AWZ der Ostsee mittels Porpoise-Detektoren. FKZ: 802 85 260. Endbericht im Auftrag des BfN.

BOEDEKER, D., H. BENKE, O. N. ANDERSEN & R. STEMPEL (2002):
Marine mammals. In: HELCOM 2002: Environment of the Baltic Sea area 1994-1998. Baltic Sea Environment Proceedings 82B: 171-173.

DIETZ, R.; TEILMANN, J. & O.D. HENRIKSEN (2003):
Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. NERI Technical Report No. 429.

DÄHNE, M.; HARDER, K. & H. BENKE (2011):
Ergebnisse des Totfundmonitorings von Schweinswalen (Phocoena phocoena) an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns im Zeitraum 1990 – 2010. Deutsches Meeresmuseum Stralsund. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG MV): 46 S.

GILLES, A.; HERR, H.; LEHNERT, K.; SCHEIDAT, M.; KASCHNER, K.; SUNDERMEYER, J.; WESTERBERG, U. & U. SIEBERT (2008):
MINOS 2 - Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen (MINOS plus), Teilvorhaben 2 – „Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (Phocoena phocoena) in der deutschen Nord- und Ostsee“. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Büsum, Dezember 2007.

GILLESPIE, D.; BROWN, S.; LEWIS, T.; MATTHEWS, J.; MCLANAGHAN, R. & A. MOSCROP (2002):
Preliminary results from acoustic and visual surveys for harbour porpoises (Phocoena phocoena) in German, Danish, Swedish and Polish waters during summer 2002. IFAW ‘Quick Look’ Report (unpublished). Song of the Whale Research Team, International Fund for Animal Welfare, 87-90 Albert Embankment, London SE1 7UD, UK.

HARDER, K. (1996):
Zur Situation der Robbenbestände. **In**: LOZÁN, J. L.; LAMPE, R.; MATTHÄUS, W.; RACHOR, E.; RUMOHR, H. & H. V. WESTERNHAGEN: Warnsignale aus der Ostsee. Parey Buchverlag Berlin: 236-242.

HARDER, K.; SCHULTZ, P. & P. BORKENHAGEN (1995):
Zum Vorkommen von Robben (Pinnipedia) an der deutschen Ostseeküste. Säugetierkundliche Informationen; **4**, H.**19**: 3-21.

HARDER, K.; G. SCHULZE & F. TESSENDORF (2005):
Robben, Wale und Fischotter im Strelasund und Kubitzer Bodden. In: Strelasund und Kubitzer Bodden. Meer und Museum. Band 18. Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums. 125-136.

HARDER, K.; SIEBERT, U. &. P. WOLF (2007):
Untersuchungen von Meeressäuger-Totfunden an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns zur Ermittlung der Todesursachen. Naturschutzarbeit in M-V; **50/1**: 18-29.

HASSELMEIER, I.; GILLES, A.; HERR, H.; DÄHNE, M.; BENKE, H. & U. SIEBERT (2011):
Bestandserhebung und Totfundmonitoring von Schweinswalen in der Ostsee. In: BENKE, H. (Hrsg.): Wale und Robben in der Ostsee. Schriftenreihe Meer und Museum, Deutsches Meeresmuseum Stralsund; 23: 113 – 120.

HERRMANN, C.; HARDER, K. & H. SCHNICK (2007):
Robben an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns: Ergebnisse des Monitorings vom Februar 2007 bis Mai 2008. Naturschutzarbeit in M-V; 50; 56-70.

IFAÖ (2013F):
Fachgutachten Vogelzug zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“. Institut für Angewandte Ökolosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, September 2010.

KELLERMANN, A. - Projektltr. (2004):
Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich. Endbericht. Verbundvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit FKZ 0327520. Tönning Oktober 2004.

REID, J.B.; EVANS, P.G.H. & S.P. NORTHRIDGHE (2003):
Atlas of Ceteraceans Distribution in North-West European Waters. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough.

SCHEIDAT, M.; GILLES, A. & U. SIEBERT (2004):
Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee – Teilprojekt 3. In: Endbericht Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee – Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ: 0327520): 114 S.

SCHWARZ, J.; HARDER, K.; NORDHEIM, H. VON & W. DINTER (2003):
Wiederansiedlung der Ostseekegelrobbe (*Halichoerus grypus balticus*) an der deutschen Ostseeküste. Angewandte Landschaftsökologie; 54: 196 S.

VERFUß, U.; HONNEF, C.G. & H. BENKE (2004a):
Seasonal and geographical variation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) habitat use in the German Baltic Sea monitored by passive acoustic methods (PODs). Paper presented at the ASCOBANS 11th Advisory Committee Meeting, Jastrzebia Góra, Poland, 27 - 29 April 2004. www.ascobans.org

VERFUß, U.; HONNEF, C.G. & H. BENKE (2004b):
Untersuchungen zur Raumnutzung durch Schweinswale in der Nord- und Ostsee mit Hilfe akustischer Methoden (PODs) – Teilprojekt 3. In: Endbericht Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee – Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ: 0327520): 114 S.

VERFUß, U.; JABBUSCH, M.; DÄHNE, M. & H. BENKE (2005):
TP3-Untersuchungen zur Raumnutzung durch Schweinswale in der Nord- und Ostsee mit Hilfe akustischer Methoden (PODs). Deutsches Meeresmuseum, Stralsund. Zwischenbericht 2005.

VERFUß, U.K.; HONNEF, C.G.; MEDING, A.; DÄHNE, M.; MUNDRY, R. & H. BENKE (2007a):
Geographical and seasonal variation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) presence in the German Baltic Sea revealed by passive acoustic monitoring. J. Mar. Biol. Ass. U.K.; 87: 165-176.

VERFUß, U. K.; DÄHNE, M.; MEDING, A.; HONNEF, C.G.; JABBUSCH, M.; ADLER, S.; MUNDRY, R.; HANSEN RYE, J.; CHARWAT, H. & H. BENKE (2007B):
Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen (MINOS Plus). Teilprojekt 3, Untersuchungen zur Raumnutzung durch Schweinswale in der Nord- und Ostsee mit Hilfe akustischer Methoden (PODs). FKZ0329946C, MINOS 2, Schlussbericht an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, November 2007.

Die unter Daten- und Informationsgrundlagen aufgeführten Literaturquellen werden für das Verfahren nach BImSchG ausgewertet.

4.7.8.2 Bestandsdarstellung einschließlich bestehender Vorbelastungen Meeressäuger

Schweinswal (Phocoena phocoena)

Der Schweinswal ist in Deutschland die einzige heimische, sich reproduzierende Walart (SCHULZE 1996). Sein Vorkommen in heimischen Gewässern erstreckt sich über die gesamte Nordsee (HAMMOND et al. 2002) und vom Kattegat bis in die westliche und mittlere Ostsee (KOSCHINSKI 2002). Im Kattegat und in der Beltsee einschließlich der Mecklenburger Bucht gibt es einen relativ großen Schweinswalbestand mit 5.000-10.000 Individuen (HAMMOND et al. 2002, TEILMANN et al. 2004). Ergebnisse aus neueren dänischen Satellitentelemetriestudien belegen, dass Schweinswale aus dänischen Gewässern zwar weit überwiegend westlich der Darßer und Limhamn-Schwelle verbleiben, aber in Einzelfällen auch in Bereiche östlich der Darßer Schwelle vordringen (TEILMANN et al. 2004, Abb. 130, Abb. 131, später bestätigt durch SVEEGAARD 2006). Die meisten der in Nord- und Ostsee lebenden Schweinswale führen regelmäßige oder unregelmäßige Wanderungen durch (SCHULZE 1996). Für den Bereich der Ostsee wird insbesondere eine Wanderung durch den Großen und Kleinen Belt beschrieben (z. B. DUDOK VAN HEEL 1962). Demnach folgten die Schweinswale bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts im Frühjahr den Laichwanderungen der Heringe in die südliche Ostsee und verließen diesen Bereich im Herbst vor der Bildung von See-Eis. In den Wintermonaten werden im Bereich der Darßer Schwelle deutlich weniger Schweinswale nachgewiesen als im Sommer (vgl. Abb. 132, Abb. 133) (VERFUß et al. 2007b).

Abb. 130: ***Ergebnisse der Satellitentelemetrie dänischer Schweinswale (TEILMANN et al. 2004)***

Abb. 131: ***Wanderungen eines männlichen Schweinswals 1999 / 2000 (TEILMANN et al. 2004)***

- **Sichtnachweise**

In den Jahren 2007 und 2008 wurden durch das IfAÖ bei Vogelzug-Planbeobachtungen westlich von Kap Arkona auf Rügen im Spätsommer und Herbst 2008 mehrere Schweinswale gesichtet (Tab. 94). Von der Küste aus wurden die Erfassungen nach der Methode des „seawatching“ durchgeführt (IFAÖ 2013f). Hierbei wurde täglich während der gesamten Hellphase mittels Spektiv

und Fernglas die Meeresoberfläche beobachtet. Die Beobachtungshöhe betrug ca. 25 m. Insgesamt wurden 48 Schweinswale nachgewiesen.

Tab. 94: Schweinswalbeobachtungen vor Kap Arkona im Spätsommer / Herbst 2008

Tag	Zeit (UTC)	Anzahl	Richtung	Entfernung [km]	Bemerkung
06.08.	08:15	4		3	umher schwimmend für mind. 10 min.
06.08.	11:15	1	E	4	
18.08.	08:45	1			
22.08.	16:30	1	W	1,5	
22.08.	17:30	3	E	3	
24.08.	05:30	4	W	2,5	
25.08.	14:15	1	W	3	
30.08.	10:00	5	E	2	
30.08.	11:45	3			umher schwimmend für mind. 30 min.
30.08.	15:30	4	W	3	
31.08.	07:15	3		2,5	umher schwimmend für mind.10 min.
31.08.	08:15	3	W	3	
01.09.	13:15	2	E	2,5km	
06.09.	15:00	1		500m	am Strand entlang schwimmend von Urlauberin beob.
18.09.	07:15	1	W	2km	evtl. 2 Individuen
19.09.	14:00	2	W	1,5km	Mutter mit Kalb? 1 Ind. deutlich kleiner
19.09.	14:15	6	W	1,5km	zügig nach W schwimmend
19.09.	14:15	1	W	2km	zügig nach W schwimmend
19.09.	15:00	1	W	2km	zügig nach W schwimmend
03.10.	12:00	1	E	2km	zügig

Zählflüge des FTZ Büsum 2002 bis 2006 ergaben geringe Vorkommen von Schweinswalen im Arkonabecken. Diese fanden fast ausschließlich im Frühjahr und Sommer statt (s. Abb. 132, Abb. 133; GILLES et al. 2008, GILLES & SIEBERT 2009). Im Sommer 2002 gab es eine größere Zahl von Nachweisen östlich von Rügen sowie relativ regelmäßige Sichtungen westlich der Darßer Schwelle. Zwischen Darßer Schwelle und Rügen (Kap Arkona) wurden jedoch keine Schweinswale beobachtet (GILLES et al. 2008, Abb. 132, Abb. 133). Insgesamt belegt die Erfassung durch Befliegungen eine Abnahme der Schweinswaldichte von West nach Ost.

Dargestellt ist die mittlere Dichte der Schweinswale pro Rasterzelle (10x10 km)

Abb. 132: Saisonale Verteilungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006) im Frühling und Sommer (aus GILLES et al. 2008)

Dargestellt ist die mittlere Dichte der Schweinswale pro Rasterzelle (10x10 km)

Abb. 133: Saisonale Verteilungsmuster von Schweinswalen in der südwestlichen Ostsee (2002-2006) im Herbst und Winter (aus GILLES et al. 2008)

Sichtnachweise durch Fischer, Sportschifffahrt und die Öffentlichkeit zeigen ebenfalls eine kontinuierliche Abnahme der Häufigkeit von Schweinswalen östlich der Insel Fehmarn (Abb. 134). Nach den interaktiven Karten des BfN kam es 2005 zu keiner Sichtung östlich der Halbinsel Darß. In den Jahren 2006, 2008, 2009 und 2010 wurden vereinzelt Tiere nördlich von Rügen, 2009 auch im Greifswalder Bodden gesichtet. 2007 waren erstmals gehäufte Sichtungsnachweise in den Rügener Küstengewässern zu verzeichnen, in 2011 und 2012 wurden die meisten Sichtungen und erstmals jeweils eine Gruppe von sechs Tieren gemeldet (vgl. Abb. 135). Im Bereich des Vorhabensgebietes wurden im gesamten Zeitraum keine Schweinswale gemeldet.

Abb. 134: Zufällige Sichtungen von Schweinswalen in der westlichen Ostsee 1988 bis 2002 (aus SCHEIDAT et al. 2003)

Abb. 135: Sichtnachweise und Totfunde von Schweinswalen 2012 (Stand 10.09.2012; Interaktive Karte des BfN, http://www.bfn.de/habitatmare/de/spezielle-projekte-schweinswalsichtungen-2012.php)

- **Totfunde**

Seit Jahrzehnten erfasst das Deutsche Meeresmuseum Stralsund in der deutschen Ostsee Totfunde und Lebendbeobachtungen von Schweinswalen. Die Verteilung der Totfunde reflektiert das

Vorherrschen von küstenparallelen Strömungen von West nach Ost: an westexponierten Küsten werden Kadaver angespült, an Küsten im Strömungsschatten nicht. Demnach treten an der Außenküste von Hiddensee sowie Arkona gehäuft Totfunde auf (Abb. 135, Abb. 136). Diese Ergebnisse sind auf die exponierte Lage dieser Küstenabschnitte sowie die nach Westen zunehmende Frequentierung deutscher Seegewässer durch Schweinswale zurückzuführen.

Pathologische Untersuchungen durch das FTZ Büsum an marinen Säugetieren in M-V zeigen, dass es sich bei den gestrandeten Schweinswalen hauptsächlich um Tiere handelte, die in Fischernetzen verendet waren. Es waren überwiegend junge Tiere, die zum Teil aber schon geschlechtsreif waren und einen guten Gesundheitszustand aufwiesen (HARDER et al. 2007).

Die Zahl der Totfunde an den Küsten von Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein stiegen in den letzten Jahren stark an (DÄHNE et al. 2011, HASSELMEIER et al. 2011, SIEBERT et al. 2009). Daher gehen viele Autoren von einer negativen Bestandsentwicklung des Schweinswals aus.

Abb. 136: Geographische Verteilung der Totfunde von Schweinswalen 1990 – 2010 (Dähne et al. 2011)

- **Akustische Nachweise**

Seit August 2002 erfasst das Deutsche Meeresmuseum Stralsund in der deutschen Ostsee das Vorkommen von Schweinswalen mit Klickdetektoren (so genannten PODs) (BENKE et al. 2006, Abb. 137).

Abb. 137: Lage von stationär ausgebrachten Klickdetektoren für Schweinswale (PODs) in der deutschen Ostsee 2002-2006 (aus BENKE et al. 2006)

Entsprechend den Untersuchungsergebnissen nimmt die Häufigkeit der Nachweise von Schweinswalen zu allen Jahreszeiten von West nach Ost kontinuierlich ab (VERFUß et al. 2007a, b). Die PODs nördlich von Rügen erreichten etwas höhere Nachweisraten als die noch weiter östlich gelegenen PODs in der Pommerschen Bucht. Allerdings waren die Nachweisraten über den Gesamtzeitraum auch hier gering und erreichten nur ausnahmsweise Werte von 20% (vgl. Abb. 138, Tab. 95). Im Gebiet nördlich und östlich der Insel Rügen, auf dem Adlergrund und der Oderbank gab es in jedem Untersuchungsjahr unregelmäßig verteilte Tage mit Schweinswalregistrierungen (BENKE et al. 2006, VERFUß et al. 2007a). Die geringe Anzahl von Registrierungen weist auf eine geringe Dichte hin.

Die Ergebnisse der Erfassung mit Klickdetektoren auf den Stationen nördlich (F 21) und nordöstlich (F 18) der Insel Rügen sind in Tab. 95 dargestellt. An Station F 18 wurden während insgesamt 814 Tagen zwischen ca. <6 und <20% mit schweinswalpositiven Tagen erfasst (eine Ausnahme mit höherem Anteil). Für die Station F 21 wurden an insgesamt 831 Erfassungstagen in 3 Quartalen kein Schweinswal registriert sowie in 12 Quartalen ca. <6 und <20% mit schweinswalpositiven Tagen ermittelt. Aus Tab. 95 ist auch ersichtlich, dass zu allen Jahreszeiten mit dem Vorkommen von Schweinswalen im Seegebiet vor Arkona und im Arkonabecken gerechnet werden kann.

Tab. 95: Ergebnisse der nördlich vom Vorhabensgebiet gelegenen PODs F 21 („Kriegersflak“) und F 18 („Kap Arkona“) 2002 bis 2006 (Daten aus BENKE et al. 2006 und VERFUß et al. 2007a) – Angabe der schweinswalpositiven Tage in% der Observierungstage (Anzahl der Observierungstage in Klammern)

Jahr	Quartal	F 21 „Kriegersflak“	F 18 „Kap Arkona“
2002	IV	<10% (19)	<20% (71)
2003	I	<20% (69)	<10% (77)
	II	0% (91)	<10% (90)
	III	<10% (92)	<20% (62)
	IV	<10% (40)	<10% (39)
2004	I	keine Erfassung	keine Erfassung
	II	keine Erfassung	<10% (59)
	III	<10% (22)	<10% (76)
	IV	<20% (65)	<10% (64)
2005	I	<6% (90)	keine Erfassung
	II	0% (91)	<6% (30)
	III	<18% (45)	<18% (85)
	IV	keine Erfassung	keine Erfassung
2006	I	<18% (24)	keine Erfassung
	II	<6% (91)	<6% (41)
	III	<18% (92)	<38% (73)
	IV	<18% (?)	<18% (7)
2007	I	0% (?)	<18% (40)

Lage der POD-Stationen s. Abb. 137.

Ein schweinswalpositiver Tag ist definiert als ein Tag mit mindestens einer Schweinswalregistrierung (vgl. VERFUß et al. 2007a); Quartale I: Jan - März, II: Apr - Jun, III: Jul - Sep, IV: Okt - Dez).

Abb. 138: Schweinswalpositive Tage pro Quartal (in Prozent) in der deutschen Ostsee für das Jahr 2006 (aus VERFUß et al. 2007a)

In VERFUß et al. (2007a) sind statistische Extrapolationen der Daten der akustischen Erfassung durch PODs (Berechnungen mit Hilfe von General Additive Models - GAM, weitere Erläuterungen in VERFUß et al. 2007a) dargestellt, wonach räumliche Verteilungen sowie Isolinien der geographischen Gradienten in der Schweinswaldichte als %PPD/M (Prozentsatz schweinswalpositiver Tage pro Monat) des Zeitraumes Januar 2005 bis März 2007 berechnet wurden (vgl. Abb. 139). Dem-

nach kann für den Bereich des OWP „ARCADIS Ost 1“ abgeleitet werden, dass 2-11% schweinswalpositive Tage pro Monat auftreten.

%PPD/M = Prozentsatz schweinswalpositiver Tage pro Monat

Abb. 139: Geographische Verteilung der Prozent schweinswalpositive Tage über den Untersuchungszeitraum Januar 2005 bis März 2007 (aus VERFUß et al. 2007a)

Der Jahresgang der Nachweisraten (Anteil der Tage mit Schweinswalnachweisen an den Untersuchungstagen) in Abb. 140 zeigt zudem, dass die westliche Ostsee vorwiegend im Sommer von Schweinswalen frequentiert wird (Sektionen I und II) und bestätigt damit, dass die jährliche Wanderung von Schweinswalen in die Ostsee weiter stattfindet (VERFUß et al. 2007a). In den Gewässern nördlich und östlich der Insel Rügen (Sektion III) ist dieser Jahresgang kaum noch ausgeprägt, d. h. hier sind Schweinswale auch im Sommer selten.

Abb. 140: Nachweisrate von Schweinswalen in drei Abschnitten der Ostsee 2002-2005. Sektion III umfasst alle Stationen mit F, G und H in Abb. 137 (VERFUß et al. 2007a)

In der Pommerschen Bucht wurden in Wintern mit stärkerer Vereisung mehr Schweinswale als in sehr milden Wintern registriert (s. Abb. 141). Dieses Ergebnis führt zu der Annahme, dass sich im Gegensatz zu den Spätsommermonaten, in denen vermutlich überwiegend Tiere des dänischen Beltseebestandes anzutreffen sind (VERFUß et al. 2007a, vgl. auch die Ergebnisse der Satellitentelemetrie), in den Wintermonaten wahrscheinlich überwiegend Tiere des stationären Bestandes der südlichen Ostsee anzutreffen sind. Für diese Hypothese fehlen allerdings molekularbiologische Belege.

Abb. 141: Schweinswal-positive Tage pro Monat (%) in der Ostsee im Seegebiet um Rügen (aus: MEDING et al. 2007, http://www.bfn.de/habitatmare/)

Der Schweinswal-Bestand östlich der Darßer Schwelle, wurde noch vor kurzem nach Ansicht verschiedener Autoren als separate Schweinswalpopulation angesehen. WANG & BERGGREN (1997) fanden eine sehr geringe Diversität an Haplotypen und Nukleotiden, was darauf hindeutete, dass die Ostseetiere seit der relativ späten Besiedlung nach der letzten Eiszeit (frühestens vor etwa 8.000 Jahren) nur einen sehr geringen Austausch mit Tieren außerhalb des Gebietes haben. TIEDEMANN et al. (1996) vermuteten aufgrund genetischer Parameter das Vorhandensein einer separaten Ostseepopulation seit ca. 8.500 Jahren mit einem geringen Genaustausch zu Tieren aus weiter entfernten Seegebieten. HUGGENBERGER et al. (2002) schlugen aufgrund von unterschiedlichen Schädelmerkmalen eine Trennung zweier Populationen entlang der Darßer Schwelle vor. Daraufhin wurde allgemein angenommen, dass eine diskrete Population von Schweinswalen in der zentralen Ostsee vorkommt (vgl. ASCOBANS 2002). Unsicherheiten bestanden in der Frage nach den Verbreitungsgrenzen der Populationen, deren Verwandtschaftsbeziehungen und den isolie-

renden Faktoren. Die stationäre Ostseepopulation war zudem im 20. Jahrhundert auf eine geringe Bestandsgröße mit hohem Aussterberisiko geschrumpft (ASCOBANS 2002).

Nach Untersuchungen von WIEMANN et al. (2009) wurde nach genetischen Untersuchungen eine signifikante Separation der Population der inneren Ostsee von jener der Beltsee nachgewiesen.

Buckelwal (Megaptera novaeangliae)

In der Ostsee werden selten, aber immer wieder Buckelwale registriert. Durch das IfAÖ wurde bei landbasierten Vogelzug-Planbeobachtungen nördlich von Kap Arkona am 25. Juli 2008 ein ca. 12 m großer Buckelwal gesichtet, der über zwei Stunden beobachtet werden konnte. Auf http://www.hvaler.dk/ wurden folgende Stationen des Buckelwals aufgezeichnet:

- 23. 7. Insel Ven im Øresund nahe der Hauptstadt Kopenhagen
- 24. 7 etwas weiter südlich der Øresundbrücke springend und mit den Flippern schlagend
- 25. 7 gesichtet von Kap Arkona, Rügen, springend
- 29.7. vor Dalówo, Polen
- 31.7. vor Rowy, Polen
- 1.8. vor Melsted, Bornholm
- 1.8., ca. 18.30. vor Kobbeåen, Bornholm
- 1.8., ca. 19.15. vor Bølshavn, Schwimmrichtung: Christiansø
- 2.8., ca. 12.25. vor Tejn, nordwestliche Schwimmrichtung
- 2.8., ca. 16:30. vor Hammerknuden, nordwestliche bis westliche Schwimmrichtung
- 3.8., Nachmittag, Sichtung vor Lohme, Rügen

Abb. 142: Wanderung eines Buckelwals in der Ostsee im Juli und August 2008 (www.cetacea.de)

Nach einer weiteren Sichtung vor Rostock wanderte der Wal anschließend zurück in die Gewässer vor Rügen und wurde anschließend zuletzt am 15.08.2008 in der Lübecker Bucht beobachtet (Abb. 143).

Abb. 143: Wanderung eines Buckelwals in der Ostsee im August 2008 (www.cetacea.de)

Buckelwale sind global in tropischen, temperierten und polaren Meeren der nördlichen und südlichen Hemisphäre verbreitet (REID et al. 2003). In NW-Europa werden regelmäßig wenige Nachweise von Buckelwalen in den Gewässern um das Vereinigte Königreich erbracht (REID et al. 2003). In Nord- und Ostsee sind Buckelwale nicht heimisch, tauchen aber gelegentlich als Irrgäste in diesen Gewässern auf.

Aus der Ostsee sind folgende Sichtungen von Buckelwalen aus der Vergangenheit bekannt (http://www.cetacea.de/news/2008/08/04/buckelwal-in-der-ostsee-ohne-gute-aussichten/):

- 1978 schwamm der Buckelwal „Ossi“ für mehrere Monate vor Rügen
- 1984 ist vor Sassnitz ein Buckelwal gesichtet worden
- 3.7.2003 bei Groß Schwansee nahe Wismar wurde ein knapp sieben Meter langes Jungtier gefunden
- Im März 2006 wurde ein Buckelwal in der Danziger Bucht beobachtet, dieser wurde später tot treibend vor der schwedischen Küste gefunden.

Kegelrobbe (Halichoerus grypus balticus)

Der Verbreitungsschwerpunkt der Ostsee-Kegelrobbe *(Halichoerus grypus* balticus) liegt in der mittleren und nördlichen Ostsee (HARDER 1996). Voraussetzungen für das Vorkommen von Kegelrobben sind ungestörte Wurfplätze, sowie Lager- und Ruheplätze, an denen der Haarwechsel stattfinden kann. Die beiden nächstgelegenen Kegelrobbenkolonien liegen in Falsterbo (SE, ca. 70 km vom Untersuchungsgebiet entfernt) und am Rødsand bei Gedser (DK, ca. 120 km entfernt). Weitere Kolonien befinden sich auf der Insel Ertholmene bei Bornholm und (DK) und vor der Weichselmündung (P). Für die Liegeplätze Falsterbo, Rødsand und Ertholmene ergab eine Zählung im Frühjahr 2011 eine Gesamtzahl von 785 Kegelrobben, wobei 720 Tiere auf Falsterbo gezählt wurden. Bei einer weiteren Befliegung am 13. März 2012 wurden insgesamt 140 Kegelrobben erfasst (LUNG M-V 2012b).

Um 1900 wurde der Bestand in der Ostsee noch auf ca. 100.000 Tiere geschätzt (HARDER & SCHULZE 1989). Der ostrügensche Bestand setzte sich früher aus einer vor Ort (auf Eis und vermutlich auf dem Großen Stubber im Greifswalder Bodden) fortpflanzenden Kernpopulation und aus eingewanderten Tieren zusammen, die sich den Heringen folgend saisonal in den rügenschen Gewässern aufhielten, zur Fortpflanzung jedoch zu ihren traditionellen Liegeplätzen zurückkehrten (SCHWARZ et al. 2003).

Wie in allen anderen Ostseeländern wurden die Kegelrobben schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts als Konkurrenten der Fischerei auch in Deutschland mit höchster Intensität verfolgt. Dies führte letztlich zur Aufgabe regelmäßig genutzter Liegeplätze an der gesamten südlichen Ostseeküste. Geburten erfolgten vermutlich nur noch auf Treibeisschollen, wenn diese bis in unsere Region vordrangen (SCHWARZ et al. 2003). Im 20. Jahrhundert wurden die Tiere zusätzlich durch Störungen, touristische Aktivitäten und Schadstoffe stark dezimiert. 1985 lebten nur noch ca. 1.500 Exemplare in der Ostsee (HARDER & SCHULZE 1989). Bis 1999 war die gesamte Population wieder auf über 7.500 Tiere angestiegen (Baltic Seal 99 zitiert in SUNDBERG & SÖDERMANN 1999). Dabei erfolgte die größte Zunahme im Bereich des Bottnischen Meerbusens. In der südlichen Ostsee blieb der Bestand dagegen niedrig (SUNDBERG & SÖDERMANN 1999, SCHWARZ et al. 2003).

Seit der Ausrottung der Kegelrobben an der deutschen Ostseeküste in den 1920er Jahren hat die Intensität der Küstenfischerei ebenso zugenommen wie die touristische Nutzung ehemals wenig gestörter Strandbereiche. Erhebliche Schäden entstanden auch durch die Steinfischerei seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Große Steine und Gerölle, die den Kegelrobben Ruhemöglichkeiten geboten hatten, wurden für den Bau von Promenaden und Hafenanlagen verwendet. Diese Entwicklungen haben zweifellos Auswirkungen auf die Qualität früherer Robbenlebensräume. Dennoch existieren auch heute noch potenzielle Kegelrobbenhabitate, die eine dauerhafte Wiederbesiedlung möglich erscheinen lassen (s. Abb. 144).

Abb. 144: Übersicht über die Lage möglicher zukünftiger Kegelrobbenliegeplätze an der vorpommerschen Ostseeküste (aus SCHWARZ et al. 2003)

Seit 2000 halten sich entlang der Küste Mecklenburg-Vorpommerns Kegelrobben wieder regelmäßig auf (insbesondere Wismarbucht und vorpommersche Bodden). Von den am Deutschen Meeresmuseum in Stralsund vor 2000 registrierten 39 Totfunden und 103 Lebendbeobachtungen seit 1951 stammten jeweils zwei Drittel aus dem Bereich zwischen dem Gellen an der Südspitze von Hiddensee und der deutsch-polnischen Grenze auf Usedom. Abb. 145 zeigt, dass der räumliche

Schwerpunkt der Kegelrobbennachweise im Greifswalder Bodden und der angrenzenden Pommerschen Bucht liegt.

Abb. 145: Totfunde (schwarze Dreiecke) und Lebendbeobachtungen (helle Dreiecke) von Kegelrobben an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns von 1951 bis 2000 (aus SCHWARZ et al. 2003)

Auch im Greifswalder Bodden, insbesondere im Bereich des Großen Stubber halten sich Kegelrobben inzwischen wieder ganzjährig auf, wobei bis zu 25 Tiere gleichzeitig gesichtet wurden (LUNG M-V 2012b). Im Zeitraum des Monitorings des LUNG M-V (2012) von Dezember 2006 bis März 2012 ist ein deutlich positiver Trend sowie eine ausgeprägte Saisonalität festzustellen. Im Winter (Oktober – Dezember) waren die größten Ansammlungen zu beobachten; Mitte Mai bis Mitte Juni waren am wenigsten Tiere vor Ort (s. Abb. 146). Vom Ruden und der Greifswalder Oie liegen ebenfalls Beobachtungen vor. Auch hier war eine Zunahme der Sichtungen im Monitoringzeitraum zu verzeichnen (s. Abb. 146).

Auch an der Küste der Pommerschen Bucht und der Nordküste Rügens werden regelmäßig Kegelrobben beobachtet (LUNG M-V 2012b).

Abb. 146: ***Robbennachweise in den Monitoringgebieten im greifswalder Bodden vom 1. Dezember 2006 bis 31. März 2012. Orange = Seehund, blau = Kegelrobbe, grau = unbestimmte Robbe oder unsichere Bestimmung; die roten Punkte auf der Zeitachse der grafik für den Großen Stubber kennzeichnen Ausfahrten ohne Robbensichtungen (LUNG M-V 2012)***

Während der gesamten MINOS- und MINOS+-Untersuchungen konnten in der Ostsee (Stratum E, F und G, östlich der Darßer Schwelle) im Zeitraum von 2002 bis 2006 nur zwei Robben nachgewiesen werden. Eine Bestimmung bis auf Artniveau war dabei nicht möglich. Die beiden Sichtungen erfolgten am 02.09.2004 im Stratum F. Eine weitere Robbe wurde bei den weiterführenden Befliegungen im Jahr 2008 im westlichen Teil des Stratums F gesichtet (GILLES & SIEBERT 2009). Es ist allerdings zu beachten, dass nur Robben aufgenommen wurden, die im Wasser schwammen. Tiere die auf Sandbänken lagen wurden nicht gezählt. Für die im MINOS-Stratum G befindlichen OWP-Vorhaben „Kriegers Flak“ (aktuell „Baltic 2“), „Arkona-Becken Südost“ und „Ventotec Ost 2“ (aktuell „WIKINGER“) wurden von November 2001 bis September 2004 insgesamt 155 Schiffstransektfahrten und 54 Flugtransekterfassungen durchgeführt. Die Sichtungsrate von Robben war noch geringer als die von Schweinswalen. Insgesamt wurden nur vier Robben gesichtet, davon zwei Kegelrobben, ein Seehund und eine unbestimmbare Robbe (BSH 2009a).

Als Jagdgebiete dienen Kegelrobben sowohl küstennahe als auch küstenferne Flachwasserbereiche sowie unterseeische Hänge und Riffe (SCHWARZ et al. 2003). Satellitentelemetriestudien in Großbritannien und Schweden haben gezeigt, dass Kegelrobben weite Wanderungen von manchmal mehreren 100 km zwischen verschiedenen Liegeplätzen zurücklegen. Die Jagdgebiete, die von diesen Liegeplätzen aus aufgesucht werden, können mehr als 50 km von der Küste entfernt liegen. Jagdausflüge dorthin dauern oft mehrere Tage (MCCONNELL et al. 1992, SJÖBERG 1999 zitiert in SCHWARZ et al. 2003). Zwei an der estnischen Küste markierte Kegelrobben wurden im Kattegat wieder gefunden (HARDER 1996).

DIETZ et al. (2003) untersuchten die Wanderbewegungen von sechs Kegelrobben des Rødsand (DK) mit Satellitensendern (s. Abb. 147). Diese hatten ein um bis zu 130-fach größeres Streifgebiet als die ebenfalls auf dem Rødsand untersuchten Seehunde. Die Größe des Streifgebiets variierte von 4.160 bis 119.583 km² (95% Kernel Home Range), was einem Radius (Annahme: kreisförmiges Streifgebiet) von 36 – 195 km entspricht. Mehrere Tiere streiften bis an die estnischen und schwedischen Küsten und passierten auch das Küstenmeer von M-V.

Abb. 147: Lokalisationen per Satellit von auf dem Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten Kegelrobben (DIETZ et al. 2003)

Die Auswilderung erfolgte am 2.10.2007, der Ort der Auswilderung ist durch einen gelben Punkt gekennzeichnet. Die letzte bekannte Position der Tiere ist durch ein gelbes Fähnchen mit Datumsangabe dargestellt. Die Karte wurde freundlicherweise von der Meeresbiologischen Station Hel, Universität Gdansk, zur Verfügung gestellt.

Abb. 148: Streifzüge von in Polen ausgewilderten Robben durch die Ostsee (aus: HERRMANN et al. 2007)

Am 2. Oktober 2007 wilderte das Fokarium Hel drei Kegelrobben und einen Seehund aus. Die Tiere wurden mit einem Sender versehen, so dass ihre Streifzüge durch die Ostsee anhand immer wieder aktualisierter Aufenthaltspositionen im Internet nachvollzogen werden konnten (http://www.fokarium.pl/mapy/mapka.php). Dabei zeigte sich, dass die Robben auch die Gewässer vor Rügen durchwanderten (Abb. 148) (HERRMANN et al. 2007).

Insgesamt ist mit dem gelegentlichen Auftreten von Kegelrobben in dem betrachteten Meeresgebiet zu rechnen. Das Gebiet dürfte demnach eine Bedeutung als Nahrungs- und Durchwanderungsgebiet besitzen.

Seehund (Phoca vitulina)

Der Seehund ist eine überwiegend atlantische Robbenart, deren Verbreitungsgebiet in der Ostsee auf die westlichen Bereiche beschränkt ist (SCHWARZ et al. 2003). Es sind drei differenzierte Populationen zu unterscheiden. Die größte Population mit etwa 10.100 Tieren (Stand 2005, NILSSEN 2007) lebt im Skagerrak, Kattegat, Limfjord und der südwestlichen Ostsee. In Beltsee und Öresund wurde der Bestand 2002 auf 550 Individuen geschätzt (LUNG M-V 2010b). Liegeplätze befinden sich auf Falster, Møn, in Süd-Lolland und im Öresund (s. Abb. 149), wobei sich der größte mit etwa 200 Tieren auf der Sandbank Rødsand befindet (Stand 2002, TEILMANN et al. 2003). Die Kolonie von Vitten / Skrollen wurde wohl vor wenigen Jahren neu gegründet und im Jahr 2000 erstmals erfasst (TEILMANN & HEIDE-JØRGENSEN 2001). Eine dritte Seehundpopulation von 530 Tieren lebt im Kalmarsund (LUNG M-V 2010b).

Abb. 149: Kolonien von Seehund (Harbour Seal) und Kegelrobbe (Grey Seal) im östlichen Dänemark (EDRÉN et al. 2004)

In der Ostsee befinden sich die Nahrungsgebiete im unmittelbaren Kolonieumfeld. DIETZ et al. (2003) rüsteten vier Seehunde aus der Kolonie Rødsand (DK) mit Satellitensendern aus. Insgesamt wurden die Tiere 356 „Seehundstage“ lang per Satellit beobachtet. Dabei stellte sich heraus, dass die Seehunde sehr ortstreu waren. Das von ihnen genutzte Gebiet hatte eine mittlere Ausdehnung von 237–709 km² (95% Kernel Home Range) und somit einen Radius (Annahme: kreisförmiges Streifgebiet) von rund 9-15 km (s. Abb. 150). Von den vier von DIETZ et al. (2003) mit Satellitensendern ausgerüsteten Seehunden führte nur ein einjähriges Tier zwischen dem 24.9.2001 und dem 27.2.2002 umfangreichere Streifzüge in der westlichen Ostsee durch. Doch auch bei diesem Tier war der Aktionsradius 95% der Zeit auf nur rund 15 km rund um die Seehundsbank an der Westspitze des Rødsand beschränkt.

Abb. 150: ***Lokalisationen per Satellit der am Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten Seehunde (aus DIETZ et al. 2003)***

Abb. 151: ***Lokalisationen per Satellit eines auf dem Rødsand bei Gedser (Dänemark) besenderten einjährigen Seehunds von September 2001 bis Februar 2002 (DIETZ et al. 2003)***

Seehunde, die an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns gesichtet werden, stammen wahrscheinlich von den nächstgelegenen Liegeplätzen Rødsand und Vitten/Skrollen (ca. 50 km Entfernung), da es in Mecklenburg keine ständig genutzten Liegeplätze gibt (LUNG M-V 2010b). Häufigere Beobachtungen erfolgen auf der Sandbank Lieps in der Wismar-Bucht. Für 2007 liegen dort sechs Nachweise von insgesamt 17 Beobachtungsfahrten vor. (HERRMANN et al. 2007) Im Berichtszeitraum des Robbenmonitorings (LUNG M-V 2012b) wurden zwei Tiere bei der Greifswalder Oie gesichtet, aus der Pommerschen Bucht einschließlich der Nordküste Rügens existieren insgesamt zehn Nachweise von fünf Individuen. Seit 1990 steigt die Zahl der Nachweise in der Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns an (HARDER & SCHULZE 1989, 1997, HARDER pers. Mitt.).

Aufgrund der fischreichen Nahrungsgründe und ungestörten Ruheplätze entlang der Küsten Mecklenburg-Vorpommerns scheint eine Wiederbesiedlung von Teilen des historischen Verbreitungsgebiets des Seehunds hier möglich. Insbesondere die Wismarbucht ist hier zu nennen (HARDER & SCHULZE 1997).

Abb. 152: Lebendbeobachtungen und Beifänge von Seehunden an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns von 1990 bis 2001 (Quelle: Datenbank des Meeresmuseums Stralsund, z. T. unveröff. Daten)

Für das Untersuchungsgebiet liegen keine direkten Nachweise von Seehunden vor. Das Untersuchungsgebiet spielt für den Seehund als Wander- und Nahrungsgebiet eine Rolle, die sich nicht von dem umgebender Meeresareale unterscheidet.

Ringelrobbe (Phoca hispida botnica)

Die Ringelrobbenpopulation der nördlichen Ostsee stellt eine eigene Unterart dieser zirkumpolar verbreiteten Robbenart dar, die keinen Austausch mit den Populationen im Nordpolarmeer hat (PALO et al. 2001). Das Verbreitungsgebiet in der Ostsee liegt nördlich der Linie Ventspils-Stockholm (Abb. 153). Nach massiven Bestandseinbrüchen durch menschliche Verfolgung und Umweltverschmutzung umfasst die Population derzeit etwa 5.000-6.000 Individuen verteilt auf drei Hauptvorkommen (HÄRKÖNEN et al. 1998; Abb. 153). Über Bestand und Wanderungen in der Ostsee ist weit weniger bekannt als bei Kegelrobbe und Seehund.

In der deutschen Ostsee treten Ringelrobben nur ausnahmsweise als Einzeltiere auf. Die Nachweise lebender und toter Tiere zeigen eine leichte Häufung im Greifswalder Bodden, dort erfolgten z. B. 5 von 12 Nachweisen an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns im Zeitraum 1964-1988 (HARDER & SCHULZE 1989). Das Robbenmonitoring für Mecklenburg-Vorpommern weist vier Individuen zwischen 01.12.2006 und 31.03.2012 nach (LUNG M-V 2012b). Der Untersuchungsraum ist für Ringelrobben als sporadisch und selten genutztes Wander- und Nahrungsgebiet einzelner Tiere anzusehen.

Abb. 153: Heutige Verbreitung der Ostsee-Ringelrobbe (aus PALO et al. 2001)

Vorbelastungen Meeressäuger

Schweinswale sind im näheren und weiteren Umfeld des Vorhabensgebietes folgenden Vorbelastungen ausgesetzt:

- Störungen durch den Menschen,
- Bestandsreduzierung durch Beifang in der Stellnetzfischerei und
- Schadstoffbelastungen.

Insbesondere die Stellnetzfischerei scheint für den massiven Rückgang dieser Art in der zentralen Ostsee verantwortlich zu sein (KOSCHINSKI 2002). Die jährliche Beifangrate in der zentralen Ostsee von bis zu sieben Tieren pro Jahr (KUKLIK & SKORA 2003) ist vermutlich zu hoch und wird in absehbarer Zeit zum Aussterben der Ostsee-Schweinswalpopulation führen, wenn nicht geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Die Vorbelastungen werden daher als hoch bewertet.

Problematisch für die dauerhafte Wiederbesiedlung der ehemaligen deutschen Liegeplätze der Kegelrobben sind die intensive Stellnetzfischerei (direkte Mortalität insbesondere junger Tiere) und der maritime Massentourismus im Sommerhalbjahr (Fehlen ungestörter Liegeplätze) in Kombination mit den Bestrebungen zur systematischen Bejagung in Skandinavien. Robben sind im weiteren Umfeld des Untersuchungsgebietes folgenden Vorbelastungen ausgesetzt:

- Störungen durch den Menschen an den Wurf- und Liegeplätzen in Dänemark und Schweden,
- Epidemien,

- Bestandsreduzierung durch Beifang in der Stellnetzfischerei und
- Schadstoffbelastungen.

Die anthropogenen Vorbelastungen werden für Robben als hoch eingestuft.

4.7.8.3 Bestandsbewertung Meeressäuger

Bewertungsmethodik Meeressäuger

Die Bewertung des Meeressäuger-Bestandes erfolgt anhand der Kriterien Seltenheit und Gefährdung, Funktion des Lebensraumes sowie Vielfalt und Eigenart (Tab. 96). Die Vorbelastungen fließen in die Bewertung aller Kriterien mit ein. Das Kriterium „Regionale bzw. überregionale Bedeutung“ bewertet die Funktion, die das Gebiet für den Erhalt der Population der Säuger im Arkonabecken hat.

Tab. 96: Kriterien zur Bestandsbewertung der Artengruppe Meeressäuger

Seltenheit und Gefährdung	Regionale bzw. überregionale Bedeutung	Vielfalt und Eigenart	Bewertung des Bestandes
Arten der Rote-Liste-Kategorien „0“ (ausgestorben bzw. verschollen) und „1“ (vom Aussterben bedroht)	Aufzuchtgebiet (z. B. Schweinswal), Konzentrierungsgebiet oder anderes für den Erhalt der Population notwendiges Gebiet, welches in seiner Funktion nicht von anderen Gebieten der Ostsee ersetzt werden kann	regelmäßiges Vorkommen in hohen Dichten	hohe Bedeutung
Kategorien „2“ (stark gefährdet) und „3“ (gefährdet)	Nahrungs- oder Durchwanderungsgebiet	regelmäßiges, saisonales Vorkommen in mittleren Dichten	mittlere Bedeutung
Kategorien „potenziell gefährdet“ und „nicht gefährdet“	keine Bevorzugung durch die Säuger erkennbar	nur Einzelnachweis, sporadisches Vorkommen	geringe Bedeutung

Bewertung Meeressäuger

Seltenheit und Gefährdung

Schweinswale sind in der westlichen Ostsee östlich der Darßer Schwelle nur in sehr geringer Dichte anzutreffen. Es bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren (2002 zahlreiche Nachweise im Sommer, 2003 / 2004 nur wenige). Die Saisonalität ihres Auftretens sowie ihre Habitatnutzung sind wenig verstanden, ebenso ihre Populationszugehörigkeit. Kegelrobben sind in der westlichen Ostsee überwiegend auf die unmittelbare Umgebung ihrer wenigen Liegeplätze (< 50 Tiere an drei Plätzen in Dänemark und Schweden) beschränkt. Die Tiere unternehmen allerdings zwischen den wenigen Liegeplätzen in der südlichen Ostsee ausgedehnte Wanderungen, bei denen sie auch regelmäßig die Arkonasee und die Pommersche Bucht durchqueren. Seehunde treten im betrachteten Raum nur ausnahmsweise auf.

Da alle Meeressäuger im Anhang II der FFH-Richtlinie geführt werden, führt die Anwendung des Kriteriums Seltenheit / Gefährdung für genutzte Lebensräume immer zu einer hohen Bewertungsstufe. Diese Einstufung wird auch vorgenommen, da sich diese Arten im Blickpunkt internationaler Schutzbemühungen befinden. Es handelt sich um Arten für die laut Vorgaben der FFH-Richtlinie Schutzgebiete einzurichten sind. Die Meeressäuger sind in den betrachteten Seegebieten sehr seltene Tiere. Infolge ihres seltenen Auftretens und der Gefährdung wird dieses Kriterium als **hoch** bewertet.

Regionale bzw. überregionale Bedeutung

Über die Bedeutung der Gewässer um die Insel Rügen für Schweinswale können keine gesicherten Angaben gemacht werden. Deshalb wird die regionale und überregionale Bedeutung der Küsten- und Seegewässer der Insel Rügen für Schweinswale als **mittel** eingestuft. Weil für Seehunde die verfügbaren Literaturdaten nahe legen, dass diese in den Sommermonaten meistens den Nahbereich (< 15 km) um vorhandene Kolonien (Dänemark) nutzen, wird abgeleitet, dass das Untersuchungsgebiet für diese Art derzeit geringe Bedeutung hat. Im Zuge der aktuellen Bestandszunahme in der Ostsee könnte sich dies aber in naher Zukunft ändern. Aufgrund der Wiederansiedlung der Kegelrobbe im Greifswalder Bodden wird deren regionale Bedeutung als **mittel- bis hochwertig** eingestuft.

Vielfalt und Eigenart

Alle Meeressäuger der Ostsee werden zwar selten, aber regelmäßig in den Gewässern um die Insel Rügen nachgewiesen. Verglichen mit der deutschen Ostsee westlich der Darßer Schwelle ist die Häufigkeit der Tiere allerdings deutlich geringer. Deshalb wird dieses Kriterium als **mittel** eingestuft.

Natürlichkeit

Hinsichtlich des Kriteriums Natürlichkeit ist für die Meeressäuger eine **geringe** Wertigkeit des Untersuchungsgebietes aufgrund verschiedener anthropogener Vorbelastungen (Beifang, optische und akustische Störungen, stoffliche Belastungen u. a.) festzustellen.

Gesamtbewertung

Bei der Gesamtbewertung sind einerseits der hohe Gefährdungsgrad der Meeressäugerarten und andererseits das Auftreten in geringen Dichten bzw. die Nutzung des Raumes lediglich als Wandergebiet zusammenzufassen. Dabei sollte die Wertigkeit des Untersuchungsgebietes im räumlichen Kontext mit anderen Ostseegebieten berücksichtigt werden (Vorhandensein von Wurf- und Liegeplätzen und Dauer des Aufenthalts im betrachteten Seegebiet).

Demnach wird die Bedeutung des betrachteten Seegebietes für Meeressäuger als **mittelwertig** eingeschätzt.

Die Bewertungen sind in nachfolgender Tab. 97 zusammenfassend dargestellt.

Tab. 97: Zusammenfassende Bewertung für Meeressäuger

Kriterien der Bestandsbewertung	Bewertung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“	Begründung
Besonderheiten für Meeressäuger		Durchwanderung von Robben; Erfassungen von Schweinswalen durch Klickdetektoren mit deutlich geringeren Dichten als westlich der Darßer Schwelle; keine Reproduktion von Meeressäugern bekannt
Seltenheit und Gefährdung	hoch	Arten des Anhangs II der FFH-RL
Regionale und Überregionale Bedeutung	Seehund: gering Kegelrobbe: gering bis mittel Schweinswal: mittel	Seehund: seltene Durchwanderung Kegelrobbe: Nahrungsgebiet Schweinswal: geringere Dichten als westlich Darßer Schwelle
Vielfalt und Eigenart	Seehund: gering Kegelrobbe: gering bis mittel	Seehund: seltene Durchwanderung Kegelrobbe: Nahrungsgebiet

	Schweinswal: hoch	Schweinswal: Vorkommen von Tieren des stationären Ostseebestandes im Winter
Natürlichkeit	gering	
Gesamtbewertung	mittel	

5. Ermitteln, Beschreiben und Beurteilen der Umweltauswirkungen des Vorhabens

Auf der Grundlage der Bedeutung und der Empfindlichkeit der betroffenen Schutzgüter (Bewertung des Bestandes und der Empfindlichkeit der Schutzgüter) und der Ermittlung der bekannten bzw. prognostizierbaren Vorhabenswirkungen/Wirkfaktoren werden die Umweltauswirkungen des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ ermittelt. Die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt gemäß UVPG erfolgt, wie in Kapitel 3.3 dargestellt, anhand der Ermittlung von Struktur- und Funktionsbeeinflussungen der betrachteten Schutzgüter, die durch die bau- und rückbau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren hervorgerufen werden. Eingeschätzt werden grundsätzlich die voraussichtlichen Umweltauswirkungen auf Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes.

Folgende Kriterien und Parameter werden zur Beurteilung der Auswirkungen auf die Schutzgüter herangezogen:

- Ausdehnung (räumlicher Aspekt der Wirkung)
- Dauer sowie ggf. Frequenz (zeitlicher Aspekt der Wirkung)
- Intensität der Wirkung

Abschließend wird eine zusammenfassende Bewertung der

- Struktur- und Funktionsbeeinflussung

als Gesamtbewertung der Wirkung vorgenommen.

Diese Kriterien werden in den Tabellen „Wirkfaktoren, Auswirkungen, Struktur- und Funktionsbeeinflussung“ schutzgutbezogen behandelt. Da die Erläuterung der Kriterien schutzgutbezogen differieren kann, erfolgen notwendige Erläuterungen beim entsprechenden Schutzgut. Nachfolgend wird eine allgemeine Erläuterung der Begrifflichkeiten vorgenommen:

<u>Ausdehnung (räumlicher Aspekt der Wirkung)</u>

Es findet eine Differenzierung zwischen lokalen / kleinräumigen, mittelräumigen und großräumigen Funktionsbeeinflussungen des Schutzgutes statt.

- **lokal / kleinräumig**: Auswirkungen im Eingriffsbereich des geplanten Windparks, sowie im näheren Umfeld des Windparks
- **mittelräumig**: Auswirkungen in spezifischen Wirkräumen innerhalb des Untersuchungsgebietes (im direkten Eingriffsbereich des Vorhabens zuzüglich des Untersuchungsbereiches, wie z. B. Wirkungen auf die Wasserbeschaffenheit durch Trübungsfahnen)
- **großräumig:** alle Auswirkungen mit größerer räumlicher Ausdehnung innerhalb des Untersuchungsgebietes sowie ggf. über die Untersuchungsgebietsgrenze hinausgehende Wirkungen mit regionalem Bezug (südliches Arkonabecken und ggf. darüber hinaus)

<u>Dauer (zeitlicher Aspekt der Wirkung)</u>

- **kurzfristig:** wenige Tage bis mehrere Monate, d. h. während der Bauphase

- **mittelfristig:** bis max. 5 Jahre[14], d. h. die Auswirkungen sind während der Bauphase und bis maximal 5 Jahre darüber hinaus nachweisbar
- **dauerhaft:** über 5 Jahre bis über die gesamte Betriebsphase

Intensität der Wirkung

- **gering:** es können zwar Wirkungen prognostiziert werden, diese liegen jedoch häufig an der Nachweisgrenze und führen zu keiner deutlichen Veränderung der betroffenen Strukturen und Funktionen
- **mittel:** die betroffenen Strukturen und Funktionen werden zwar deutlich beeinflusst, aber in ihren grundlegenden Strukturen / Funktionen bleiben diese dennoch erhalten
- **hoch:** die betroffenen Strukturen oder Funktionen werden vollständig verändert (Struktur- und Funktionsverluste)

Ausdehnung, Dauer und Intensität der Wirkung können zu einer Gesamtbewertung der Wirkung als (Gesamt-)Beeinflussung von Strukturen und Funktionen entsprechend der Matrix der Tab. 98 verknüpft werden.

Die Bewertung erfolgt fachgutachtlich verbal-argumentativ in Text und Tabellen.

Eine Struktur- und / oder Funktionsbeeinflussung gibt an, ob die durch den Bau, die Anlage oder den Betrieb des Windparks bedingten Veränderungen dazu führen, dass das Gebiet bestimmte, beispielsweise für eine Tierart wichtige Funktionen (z. B. Fortpflanzung, Jungenaufzucht, Nahrungssuche) einschränkt oder nicht mehr erfüllen kann. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird wie folgt bewertet, die Größe des Auswirkungsgebietes ist jeweils abhängig vom Wirkfaktor und der Art:

- **keine (keine negativen Auswirkungen):** Es erfolgt keine Beeinflussung von Strukturen bzw. Funktionen im Wirkungsraum, so dass bestehende Strukturen und Funktionen erhalten bleiben.
- **gering (unerhebliche negativen Auswirkungen):** Es erfolgt nur eine geringe Beeinflussung von Strukturen bzw. Funktionen im Wirkungsraum, so dass bestehende Strukturen und Funktionen erhalten bleiben.
- **mittel (unerhebliche negative Auswirkungen):** Die Strukturen und Funktion im Wirkungsraum werden nur partiell verändert und bleiben größtenteils im betrachteten Gebiet erhalten.
- **hoch (erhebliche negative Auswirkungen):** Das Auswirkungsgebiet kann die Funktionen für das Schutzgut nicht mehr erfüllen; es treten großräumige Bestandsveränderungen auf. Der gesamte im Auswirkungsgebiet vorhandene Bestand wird betroffen.

Nachfolgend wird die Bewertungsmatrix zur Erstellung der Auswirkungsprognose dargestellt. Der Grad der Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird aus der Bewertungsstufe der Kriterien ermittelt. Bei unterschiedlicher Höhe (z. B. bei lokaler Ausdehnung, mittelfristiger Dauer und hoher Intensität) wird die nachfolgende Tab. 98 als Richtwert für eine mögliche Kombination der Einzelkriterien zur Ableitung der Struktur- und Funktionsbeeinflussung (gering für das vorab angeführte Beispiel) herangezogen.

[14] Nach den „Hinweisen zur Eingriffsregelung“ M-V (LUNG 1999) werden Wirkungen, die länger als 5 Jahre anhalten, als nachhaltig eingestuft. Deshalb wird dieser Zeitbezug für die Bewertung „dauerhafter“ Wirkungen herangezogen.

Tab. 98: Matrix zur Ableitung der Struktur- und Funktionsbeeinflussungen aus der Kombination der Bewertung der Faktoren

Ausdehnung	Dauer	Intensität	Struktur- und Funktionsbeeinflussung
lokal / kleinräumig	kurzfristig	gering	gering
		mittel	gering
		hoch	gering
	mittelfristig	gering	gering
		mittel	gering
		hoch	gering
	dauerhaft	gering	gering
		mittel	gering
		hoch	gering
mittelräumig	kurzfristig	gering	gering
		mittel	gering
		hoch	mittel
	mittelfristig	gering	gering
		mittel	mittel
		hoch	mittel
	dauerhaft	gering	gering
		mittel	mittel
		hoch	mittel
großräumig	kurzfristig	gering	gering
		mittel	mittel
		hoch	mittel
	mittelfristig	gering	gering
		mittel	mittel
		hoch	mittel
	dauerhaft	gering	gering
		mittel	mittel
		hoch	hoch

In einigen Fällen wird eine fachgutachtliche Wichtung vorgenommen, die schutzgutabhängig ist (bei biotischen Schutzgütern, z. B. den Meeressäugern sogar artabhängig) und von der Empfindlichkeit des betroffenen Schutzgutes bestimmt wird. Eine Verallgemeinerung lässt sich hierbei nicht vornehmen, da beispielsweise manche der biotischen Schutzgüter empfindlicher gegenüber Einzelschallereignissen mit hohen Spitzenschallpegeln als gegenüber niedrigen Dauerschallpegeln sind. Weitere Beispiele ließen sich hier anführen. Es wird verbal-argumentativ dargelegt, warum der Fachgutachter zur möglicherweise von Tab. 98 abweichenden Einschätzung der zu erwartenden Struktur- und Funktionsbeeinflussung kommt.

5.1 Auswirkungsprognose Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Nachfolgend werden die voraussichtlich relevanten bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren für das Bauvorhaben dargestellt.

<u>Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen</u>

- baubedingter Verkehr und Baubetrieb (Lärm, (Luft-)Schadstoffemissionen, visuelle Unruhe)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Flächeninanspruchnahme
- Nutzungs- und Befahrungsverbot, Sicherheitszone
- optische Wirkungen durch den Baukörper (Turm und Rotor) und technische Überprägung

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Lärmemissionen
- Optische Beeinflussungen (Schattenwurf, Beunruhigungen durch Drehbewegungen)
- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten (Lärm- und Schadstoffemissionen)

5.1.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Baubedingter Verkehr und Baubetrieb (Lärm, (Luft-) Schadstoffemissionen, visuelle Unruhe)

Während der Bauarbeiten für den Offshore-Windpark wird Lärm hauptsächlich beim Einbringen der Fundamente und durch die Fahrten der Versorgungsschiffe zwischen Hafen und Baugebiet verursacht. Im unmittelbaren Umfeld des Offshore-Windparks werden Lärmbelastung und visuelle Unruhe hoch sein, allerdings sind in diesem Gebiet kaum Erholungssuchende zu erwarten (vgl. Kap. 4.1.2).

Nach der AVV Baulärm dürfen die Immissionsrichtwerte nach der TA Lärm von dem für die Baustelle ermittelten Beurteilungspegel nicht überschritten werden, um schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche zu vermeiden. Die Immissionsrichtwerte liegen für Allgemeine Wohngebiete (WA-Gebiete) und Kleinsiedlungsgebiete bei 55 dB(A) am Tag und 40 dB(A) in der Nacht. Geräuschspitzen dürfen maximal 30 dB(A) (tags) bzw. 20 dB(A) (nachts) über den Immissionsrichtwerten liegen, damit der Richtwert als eingehalten gilt.

Derzeit wird für die Fundamente der Windenergieanlagen von einer Jacketgründung mit 3 Pfählen pro Anlage und einem Durchmesser von 2,9 m je Pfahl ausgegangen. Für 58 Anlagen ergeben sich 174 Pfähle, die in den Untergrund eingebracht werden müssen. Aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes über die Gründungsarbeiten können die zu erwartenden Schallemissionen nicht detailliert ermittelt werden. Die erforderlichen Rammschläge zur Einbringung eines Pfahls sind vom Untergrund abhängig. Bei angenommenen 1.500 Rammschlägen pro Pfahl und 20 Schlägen pro Minute ergeben sich 1.200 Schläge je Stunde und 75 min für das Rammen eines Pfahls mit dem Rammimpulsverfahren. Nachfolgend wird von einem Schalleistungspegel beim Schlagrammen von 136 dB(A) bei einer Einwirkdauer von 2 s je Schlag ausgegangen (gemittelt aus Literaturangaben) (TÜV NORD 2012b).

Für die Geräuschemissionen der Schiffe wird ein mittlerer Schallleistungspegel von 112 dB(A) angenommen. Pro Fahrt und Stunde errechnet sich ein längenbezogener Schallleistungspegel von 70 dB(A)/m unter der Annahme einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 10 kn (TÜV NORD 2012b).

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass es in der Bauphase während der Gründung der Pfähle kurzzeitig zu Schallimmissionen kommt. Unter den angenommenen Emissionsbedingungen berechnet sich am Kap Arkona ein Beurteilungspegel von 12 dB(A) am Tage. Der Immissionsrichtwert für

allgemeine Wohngebiete von 55 dB(A) wird deutlich unterschritten. Für einen Spitzenpegel von 143 dB(A) berechnen sich Schalldruckpegel an der Küste von etwa 18 dB(A). Das Spitzenpegelkriterium wird für den Tages- und den Nachtzeitraum eingehalten. Rammarbeiten sind unter den benannten Randbedingungen am Tage und in der Nacht zulässig. (TÜV NORD 2012b)

Die Geräuschemissionen des baubedingten Schiffsverkehrs unterschreiten nachts ab einem Abstand von ca. 340 m zur Schiffsroute und am Tag immer die jeweiligen Immissionsrichtwerte (TÜV NORD 2012b).

Lärmemissionen werden mittelräumig sowie kurzfristig wirken und mittlere Intensitäten aufweisen. Daraus resultieren *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Die baubedingten Schadstoffemissionen und visuellen Beunruhigungen werden ausführlich in den Kapiteln „Schutzgut Klima / Luft“ (Kap. 5.4) und „Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild“ (Kap. 5.5) besprochen. Deshalb sei auf diese Kapitel verwiesen. Schadstoffe können in Form von Luftschadstoffen durch die Transportschiffe und Maschinen oder als Handhabungsverluste (Öl, Müll) emittiert werden. Schadstoffemissionen verursachen mittelräumige, kurzfristige Auswirkungen mit geringer Intensität, die zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen. Die Beeinträchtigungen durch visuelle Unruhe werden mittel- bis großräumig, kurzfristig und von geringer Intensität sein. Damit ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Da es sich bei der Bautätigkeit um zeitlich befristete Auswirkungen handelt, der Baulärm nicht bis zu den nächsten Landstandorten zu hören sein wird, eine nur geringe Sichtbarkeit der Bautätigkeiten bei guter Sicht am Tage gegeben ist und das betreffende Seegebiet nur wenig von Erholungssuchenden genutzt wird, ist davon auszugehen, dass die landschaftliche Erholungsfunktion nur in geringem Maß negativ beeinflusst wird.

5.1.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Die Auswirkungen während der Rückbauphase sind vergleichbar mit denen der Bauphase. Sie werden zeitlich begrenzt sein und überwiegend auf engem Raum stattfinden. Der während dieser Zeit wiederum erhöhte Schiffsverkehr bzw. die Bautätigkeiten wirken sich im Bereich des Windparks sowie im Bereich der angelaufenen Häfen visuell und akustisch aus. Da es sich jedoch um zeitlich befristete Auswirkungen handelt, die Häfen vorbelastet sind und der Offshore-Windpark mindestens ca. 19 km von für die Erholungsnutzung bedeutenden Küstenbereichen entfernt sein wird, werden die Auswirkungen als gering eingeschätzt.

5.1.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

<u>Flächeninanspruchnahme</u>

Die Auswirkungen durch Flächen- und Raumverbrauch werden mittelräumig sein, da die gesamte Windparkfläche einbezogen werden muss. Die Auswirkungen werden dauerhaft und von geringer Intensität sein. Insgesamt wird eine *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussung abgeleitet.

<u>Nutzungs- und Befahrungsverbot, Sicherheitszone</u>

Die Betriebsfläche des Offshore-Windparks wird voraussichtlich mit einem Nutzungs- und Befahrungsverbot belegt und steht für die anthropogene Nutzung ab der Bauphase nicht mehr zur Verfügung. Es wird weiterhin angenommen, dass eine Sicherheitszone von bis zu 500 m um den Offshore-Windpark eingerichtet wird, die ebenfalls für den Schiffs- und Bootsverkehr gesperrt ist. Betroffen werden hiervon die Fischerei und die Schifffahrt sein [siehe dazu: Zusammenfassende Dar-

stellung der möglichen Beeinflussungen von (wirtschaftlichen) Nutzungen durch das Vorhaben, Kap. 5.1.6]. Erholungssuchende, die Berufsschifffahrt, wie auch Segler und Angler werden jedoch aufgrund ihrer Mobilität in der Lage sein die zu erwartende Verbotszone zu umfahren.

Die Auswirkungen werden mittelräumig und dauerhaft sein. Es wird eine geringe Intensität erwartet. Insgesamt sind hieraus *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abzuleiten.

Optische Wirkungen durch den Baukörper (Turm und Rotor) und technische Überprägung

Da die optischen Wirkungen der Windenergieanlagen und die technische Überprägung ausführlich im Kapitel „Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild“ behandelt werden, sei an dieser Stelle auf Kap. 5.5 verwiesen. Demnach werden anlagebedingte Wirkungen groß- bzw. mittelräumig und dauerhaft auftreten. Die Intensität der optischen Wirkungen ist gering, die technische Überprägung wirkt mit mittlerer Intensität. Damit ergeben sich für die visuelle Beunruhigung *geringe* und für die technische Überprägung *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Auswirkungen auf den Tourismus in der Region

Von ARCADIS (2010c) wurde ein Gutachten zu den Auswirkungen auf den Tourismus erstellt. Auf dieses Gutachten wird an dieser Stelle verwiesen. Eine Diskussion der Auswirkungen erfolgt dort.

5.1.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Lärmemissionen

OWEA emittieren bei laufendem Rotor Geräusche, z. B. durch sich drehende Teile wie Getriebe und Generator. Die breitbandigen Geräusche, die durch die sich bewegenden Rotorblätter entstehen, werden an die Umgebung abgegeben. Dabei wird die Ausbreitung stark durch die Witterungsbedingungen beeinflusst. Das Anlagengeräusch wird mit zunehmender Windgeschwindigkeit von den Umgebungsgeräuschen, wie Meeresrauschen und Windgeräuschen, überdeckt.

Für die vorgesehene Windenergieanlage ALSTOM HALIADE 150-6 MW wird vom Hersteller ein Schallleistungspegel von 112,3 dB(A) prognostiziert. Da keine Vermessung vorliegt, wird ein Sicherheitszuschlag von 2 dB(A) berücksichtigt. (TÜV NORD 2012b)

Für den Betrieb der OWEA berechnen sich am Kap Arkona Beurteilungspegel von tags/nachts 28/26 dB(A). Die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete werden um mehr als 14 dB(A) unterschritten. Damit liegt die Insel Rügen außerhalb des Einwirkungsbereiches der OWEA. (TÜV NORD 2012b).

Die Auswirkungen durch Geräuschemissionen sind lokal und dauerhaft gegeben. Die Intensität wird als mittel angesehen, so dass *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen prognostiziert werden.

Optische Beeinflussungen (Schattenwurf, Beunruhigungen durch Drehbewegungen)

Während des Betriebes von OWEA, kann es infolge der sich bewegenden Rotoren und in Abhängigkeit des Lichteinfalls zu Beeinträchtigungen der Umgebung durch Reflexionen und Schattenwurf kommen. Die Auswirkungen durch visuelle Unruhe, Schattenwurf und Drehbewegungen werden lokal bis großräumig nachweisbar sein. Diese werden dauerhaft wirken und von geringer Intensität sein. Insbesondere die sich bewegenden und schmal zulaufenden Rotorblätter werden in den hier vorliegenden Entfernungen real kaum in Gänze zu erkennen sein. Erfahrungsgemäß wirkt ein Windpark selbst in sehr viel geringeren Entfernungen maßgeblich über die Anlagentürme (z. B. Blick von der Fähre Rostock-Gedser auf den Offshore-Windpark „Nysted“).

Insgesamt ergeben sich hieraus *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Diese resultieren trotz der guten Sichtbarkeit der Anlagen im Nahbereich, aus der geringen Anzahl an Erholungssuchenden im betreffenden Seegebiet (vgl. Kap. 4.1 und 5.5).

Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten (Lärm- und Schadstoffemissionen)

Der bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten emittierte Lärm und die Schadstoffe können mittelräumig wirken, sind kurzfristig und von geringer Intensität. Es werden somit *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet.

5.1.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Es wird davon ausgegangen, dass bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens der Schiffsverkehr (einschließlich der Segler und der Fischereifahrzeuge) weiter in vergleichbarer Art und Weise stattfindet. Es sind derzeit keine Trends, die eine Veränderung der küstenraumgebundenen Erholung und der Sportschifffahrt (aktive Erholung) mit sich bringen absehbar. Im Zuge der fortschreitenden Mobilität und des Freizeitverhaltens der Menschen sowie der Erhöhung des Güterverkehrs ist in den nächsten Jahren eine Zunahme der Schiffsbewegungen zu erwarten. Die Bedeutung des betrachteten Meeresgebiets für die Erholungsnutzung wird sich langfristig nicht in großem Umfang ändern. Ohne den hier betrachteten Windpark ist eine grundlegende Änderung der fischereiwirtschaftlichen Nutzung des Arkonabeckens nicht zu erwarten. Die Höhe der Anlandungen und die Fangzusammensetzung werden auch weiterhin jahrweise schwanken. Bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens werden die Belange des Militärs, des Luftverkehrs, der Rohstoffgewinnung, der Sedimentverbringungsmöglichkeiten sowie von Seekabeln im hier betrachteten Gebiet nicht berührt.

5.1.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Baubedingt werden Lärm- und Schadstoffemissionen sowie visuelle Beunruhigungen erwartet. Die Auswirkungen sind mittel- bis großräumig und mit geringen Intensitäten (Ausnahme Lärmemissionen) spürbar. Durch die beschränkte Dauer werden insgesamt *geringe* Struktur und Funktionsbeeinflussungen verursacht.

Die Flächeninanspruchnahme und die Veränderung der Naturlandschaft hin zur Kulturlandschaft (technische Überprägung) wirken mittelräumig und dauerhaft mit geringer bis mittlerer Intensität. Die anlage- und betriebsbedingte visuelle Unruhe hat großräumige, dauerhafte Auswirkungen. Die Intensität wird jedoch als gering eingeschätzt, da voraussichtlich nur wenige Personen kurzzeitig betroffen sein werden.

Betriebsbedingter Schattenwurf und die Drehbewegungen der Rotoren werden lokal bzw. mittelräumig und dauerhaft auftreten, aber ebenfalls nur geringe Intensitäten aufweisen.

Potenziell betroffen von den vorhabensbedingten Auswirkungen ist in erster Linie die Erholungsfunktion im Küstenbereich. Das Vorhabensgebiet liegt in einer Entfernung von mindestens 19 km nordöstlich der Insel Rügen. Alle anderen Landstandorte sind weiter entfernt. Das hier betrachtete Seegebiet wird nur in geringem Umfang von Erholungssuchenden (Segler, Hochseeangler) frequentiert. Aufgrund der großen Entfernungen zu den nächstgelegenen Erholungsorten auf Rügen und der geringen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Erholungssuchenden in der unmittelbaren Nähe des Vorhabensgebiets sind nur geringe Auswirkungen für die Wohn- und Erholungsnutzung durch das geplante Vorhaben festzustellen. Von den bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkun-

gen des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ gehen überwiegend *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen auf das Schutzgut Mensch aus.

In nachfolgender Tabelle sind die für das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit relevanten bau- und rückbau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen sowie die Struktur- und Funktionsbeeinflussung zusammengefasst.

Tab. 99: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Baubedingter Verkehr und Bautätigkeit	• Lärmemissionen • (Luft-)Schadstoffemissionen • Visuelle Unruhe	m m m-gr	k k k	m g g	**G** **G** **G**
anlagebedingt					
• Flächeninanspruchnahme	• Nutzungs- und Befahrungsverbot	m	d	g	**G**
• Sichtbarkeit im Luftraum	• Visuelle Unruhe • Technische Überprägung	gr m	d d	g m	**G** **M**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe • Schattenwurf • Drehbewegungen	l gr l m	d d d d	m g g g	**G** **G** **G** **G**
• Störungsfreier Betrieb Wartung	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen	m m	k k	g g	**G** **G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen	m	k	g	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich

5.1.7 Zusammenfassende Darstellung der möglichen Beeinflussungen von (wirtschaftlichen) Nutzungen durch das Vorhaben

Seeschifffahrt, Häfen, Werften, Anleger

Der geplante Windpark liegt im südlichen Arkonabecken in der Nähe viel befahrener Schifffahrtsrouten. Westlich führt bspw. die Fährverbindung zwischen Sassnitz und Trelleborg vorbei, im Norden liegt die Hauptschifffahrtsroute von der Kadetrinne nach Bornholms Gat (DNV 2010). Weiterhin findet im Seegebiet Flächenverkehr kleinerer Schiffe statt (Sportschifffahrt, Fischerei; s. dazu Kap. 2.3.1). Eine Aussage der durchgeführten Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen für den Offshore Windpark „ARCADIS Ost 1“ (DNV 2010) lautet, dass sich der Schiffsverkehr auf einigen Routen der Präsenz des Windparks anpassen muss.

Der Windpark stellt keine störwirksame Beeinflussung von Radaranlagen der sich auf den Hauptschifffahrtsrouten bewegenden Schiffe dar (EADS & CASSIDIAN 2011, EADS DEUTSCHLAND GMBH 2012).

In Vorbereitung der Bauarbeiten werden Abstimmungen mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung vorgenommen. Hinweise zur Konfliktminderung für den Bau- und den Betriebszustand enthält Kapitel 1. Der Offshore-Windpark wird später in den Seekarten verzeichnet sein, da das Gebiet zzgl. einer Sicherheitszone voraussichtlich für die Schifffahrt und die Fischerei gesperrt wird.

An der Nord- und Ostküste Rügens liegen zahlreiche Häfen, Marinas und Anleger. Aufgrund der Entfernung zur Küste Rügens ist mit Beeinträchtigungen durch Lärm oder Luftschadstoffe nicht zu rechnen. Bei guten Sichtverhältnissen erscheint der Windpark vom Hafen Glowe aus als kompaktes Landschaftsbildelement am Horizont. Am Hafen Lohme erscheinen die Anlagen dem suchenden Beobachter im zentralen Blickfeld, sind jedoch wegen der Erdkrümmung nicht in voller Höhe zu sehen (vgl. Kap. 5.5). Eine Beeinflussung der wirtschaftlichen Nutzung durch die Sichtbarkeit des Windparks ist kaum zu erwarten.

Fischerei

Wie in Kapitel 2.3.2 dargestellt, hat das Seegebiet (ICES-Rechteck 38G3) im Bereich des geplanten Offshore-Windparks eine große fischereiwirtschaftliche Bedeutung. Anhand von VMS-Daten aus 2008 wurde festgestellt, dass das Vorhabensgebiet nur im Winter häufiger von Schiffen der Kleinen Hochsee- und Küstenfischerei als Fanggebiet genutzt wurde (vgl. Abb. 11). In diesem Zeitraum wird vor allem auf Plattfisch und Dorsch gefischt. Im Frühjahr bis Herbst wurden nur wenige Fahrzeuge registriert, sodass insgesamt von einer geringen Bedeutung des Vorhabensgebietes ausgegangen werden kann (Kap. 2.3.2, IFAÖ 2013g). Durch das mögliche Nutzungsverbot innerhalb der Windparkfläche würde für die Fischerei ein Fanggebiet von ca. 30 km² Fläche verloren gehen. Dazu kommt eine Sicherheitszone von bis zu 500 m, womit die fischereiwirtschaftlich nicht mehr zu nutzende Fläche dann ca. 47,14 km² umfassen würde. Bei einer Gesamtgröße des betrachteten ICES-rectangle von 6.174 km² ergibt sich ein Flächenanteil von ca. 0,8%. Somit wäre bei einer bau- und anlagebedingten Schließung der Fischerei im Vorhabensgebiet nur ein geringer Verlust an bewirtschafteter Fläche und den entsprechenden Erträgen zu verzeichnen. Infolge der Einschränkung der Fischerei im Zuge der Baumaßnahmen und der Anlage des OWP kommt es zur Verlagerung der Fischerei auf angrenzende Areale, so dass sich hier die Fischereiintensität deutlich erhöhen wird und es damit zu einem Ausgleich des Gebietsverlustes kommen kann. Insgesamt ist mit überschaubaren Einbußen für die Fangerträge und Umsätze zu rechnen(vgl. IFAÖ 2013g).

Militär

Der geplante Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ liegt nördlich eines militärischen Übungsgebietes, das als U-Boot-Tauchgebiet („TROMP“) ausgewiesen ist. Östlich und nördlich des Vorhabensgebietes sind weiter entfernt liegende militärische Übungsgebiete (U-Boot-Tauchgebiete und Schieß-Übungsgebiete) ausgewiesen (s. Kapitel 2.3.4, Abb. 12 und Darstellung in Karte III). Um die Sicherheit für die militärischen Gebiete und den Baubetrieb während der Bauzeit zu gewährleisten, sollte es einen Informationsaustausch während der Bautätigkeit geben.

Die Störwirkung des geplanten OWP hinsichtlich einer möglichen Radarverschattung wurde in einem signaturteschnischen Gutachten bewertet (EADS & CASSIDIAN 2011, EADS DEUTSCHLAND GMBH 2012). Bezüglich der Radarortungsanlage der Bundeswehr in Putgarten sind demnach keine feststellbaren Auswirkungen durch die OWEA zu verzeichnen (EADS & CASSIDIAN 2011, EADS DEUTSCHLAND GMBH 2012).

Seekabel, Pipelines und Wracks

Das Vorhabengebiet nördlich von Rügen wird von einem in Betrieb befindlichen Datenkabel gequert. Bei der Querung von Kabeln werden privatrechtliche Kreuzungsvereinbarungen mit den entsprechenden Versorgungsträgern abgeschlossen. Genauere Ausführungen bezüglich Wracks sind in Kapitel 4.6 zu finden.

Tourismus und Erholung

Trotz der intensiven touristischen Nutzung der Küste und der vorgelagerten Gewässer ist eine Beeinflussung des Tourismus oder der Erholungsfunktion durch das Vorhaben nicht zu erwarten. Für Sport- und Segelboote, die sich in der Nähe des Windparks aufhalten, ist mit Auswirkungen durch Lärm und visuelle Aspekte zu rechnen. Das Vorhabensgebiet und seine Umgebung haben jedoch nur eine geringe Bedeutung für die Sportschifffahrt und die Aufenthaltsdauer ist meist gering.

Die Auswirkungen für Erholungssuchende an der Küste und den vorgelagerten Gewässern sind hauptsächlich mit der Sichtbarkeit der Anlagen verbunden (s. dazu Kap. 5.5). Nach ARCADIS (2010) werden Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes für Prerow ausgeschlossen und sind auch für die betrachtenden Küstenstandorte von Hiddensee und Rügen nicht zu erwarten. Auch für den zum geplanten OWP nächstgelegenen Küstenstandort Kap Arkona wird der Windpark als nicht landschaftsprägend und damit unangenehm auffallend eingeordnet.

Befragungen von Anwohnern und Touristen in verschiedenen Regionen an der Nord- und Ostsee im Rahmen verschiedener Studien zeigten eine hohe Akzeptanz für OWEA (http://www.hs-bremer-haven.de/Studie_ermittelt_hohe_Akzeptanz_von_Windparks_in_der_Nordseekuestenregion.html, OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS 2003; OWP 2003). Teilweise wurden OWEA selbst in Sichtweite zur Küste nicht als gravierende Beeinträchtigung empfunden (HILLIGWEG & KULL 2005). Im Gegenteil, es wurde Interesse an Informationen zu Offshore-Windenergie und Ausflügen zu Windparks bekundet (OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS 2003, http://www.hsbremerhaven.de/Studie_ermittelt_hohe_Akzeptanz_von_Windparks_in_der_Nordseekuestenregion.html).

Bei allen Untersuchungen wurde festgestellt, dass durch die Errichtung von Offshore–Windenergieanlagen, insbesondere mit zunehmender Entfernung von der Küste, keine merkbaren Auswirkungen auf den Tourismus zu erwarten sind (vgl. Aussagen im Fachgutachten von ARCADIS 2010c).

Unter Einhaltung der in DNV (2010) vorgeschlagenen risikoreduzierenden Maßnahmen (Notschlepper am Nordrand des OWP mit 100% Verfügbarkeit) wird eine Kollisionswiederkehrzeit von 269 Jahren prognostiziert. Als jährliche kumulierte Ölaustrittsmenge aller betrachteten OWP in 20 sm Umkreis, ohne Einbeziehung von risikoreduzierenden Maßnahmen, wurde 1 t berechnet. Dazu ist anzumerken, dass die geringe Menge aus dem großen Abstand von Kollisionsereignissen mit Ölaustritt herrührt. Tritt ein solcher Fall ein, ist die Austrittsmenge jedoch deutlich höher als die jährlich veranschlagte. (DNV 2010) Für den Tourismus können sich Auswirkungen im Falle einer schweren Kollision mit Ölverlust ergeben. Nach DNV (2010) wird bei einem typischen Unfall „die Menge an austretendem Öl höchstwahrscheinlich Null betragen. Kommt es jedoch zu einem Ölaustritt, wird es sich höchstwahrscheinlich um eine kleine Menge Bunkeröl handeln, die jedoch weit größer als der erwartete jährliche Durchschnittswert ist, und in extrem seltenen Fällen kann eine erhebliche Ölverschmutzung auftreten.“ Das Risiko von Beeinträchtigungen des Tourismus durch eine Ölverschmutzung ist daher sehr gering, aber nicht völlig auszuschließen.

Durch die Reduzierung der Anlagenzahl auf 58 ergibt sich ein äußerst geringer positiver Effekt auf die Kollisionsfrequenz des betrachteten Windparks und die kumulierte Kollisionsfrequenz für die Windparks innerhalb eines 20 sm-Radius. Veränderungen im Fall einer Ölleckage ergeben sich ebenfalls nicht. (DNV 2012)

5.2 Auswirkungsprognose Schutzgut Boden (Sediment)

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für das Schutzgut Boden / Sediment zu untersuchen:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- Veränderung des Bodengefüges und Verdichtung von Sedimenten
- Aufwirbelung und Umlagerung von Sedimenten, Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen
- Schadstoffemissionen / -immissionen

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Flächenüberbauung
- Sedimentumlagerungen durch Veränderung der Strömungsverhältnisse (Kolkbildung)
- Schadstoffemissionen
- Nutzungs- und Befahrungsverbot

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

- Schwingungen der OWEA
- Schadstoffemissionen evtl. aus verwendeten Materialien und technischen Anlagen / Wasserfahrzeugen für die Wartung und Reparatur
- Wärmeentwicklung der parkinternen Verkabelung

5.2.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment)

Das Schutzgut Boden ist während der Bauphase vor allem durch die Fundamentgründung sowie das Verlegen der parkinternen Verkabelung von den Vorhabensauswirkungen betroffen. Auch durch den eigentlichen Baubetrieb wird der Meeresboden in Anspruch genommen (z. B. Ankern von Spezialschiffen und evtl. Aufstellung von Plattformen). Gegenwärtig ist eine Jacketgründung als Pfahlgründung geplant. Dadurch wird vergleichsweise wenig Fläche versiegelt und Sediment umgelagert.

Veränderung des Bodengefüges und Verdichtung von Sedimenten

Die Baugrundvoruntersuchung weist für das Vorhabensgebiet eine Abfolge von Schlick, Weichsediment, Geschiebemergel und Kreide in unterschiedlichen Mächtigkeiten aus. In der Folge werden Gründungspfähle von bis zu 60 m Länge erforderlich, die abhängig vom Anlagenstandort bis in den Geschiebemergel bzw. die Kreide reichen.

Durch das Einbringen der Pfähle wird die Geomorphologie des Meeresbodens durch Verdrängung und Verdichtung lokal verändert (Pfropfenbildung am Pfahlkopf wird erwartet). Tiefensedimente werden komprimiert und verdrängt. Dabei kann sich die Sedimentoberfläche insgesamt nach oben wölben, wonach dieser Bereich erodieren würde. Es ist zu erwarten, dass eine Verdichtung der Oberflächensedimente durch das hydrografische Regime und die hohe Sedimentumlagerungsrate in unmittelbarer Nähe der Fundamente weitgehend wieder aufgehoben wird.

Durch den Bau der Fundamente der OWEA wird die Morphologie des Bodens kurzzeitig, kleinräumig und mit mittlerer Intensität verändert, so dass *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten sind.

Die Verlegung des windparkinternen Kabelnetzes führt ebenfalls zu Veränderungen des Sedimentgefüges. Die Kabel werden ca. 1,5 m tief in den Meeresboden eingespült und gegen Auftrieb gesichert. Die Gesamtlänge der zu verlegenden Kabel beträgt 79 km. Durch diese Maßnahme wird insgesamt eine größere Sedimentoberfläche temporär beeinflusst, als durch die Gründung der Fundamente für die Windkraftanlagen. Die Auswirkungen sind stark abhängig von der gewählten Verlegetechnologie und der Geschwindigkeit, mit der die Verlegung erfolgt. Dazu sind im gegenwärtigen Planungsstadium noch keine konkreten Aussagen möglich. Wenn der Schlick z. B. auf einer Breite von 2 m und bis in eine Tiefe von 1,50 m durch die Verlegung des Kabels bewegt wird, würden insgesamt ca. 100.000 m³ Schlick erfasst. Wahrscheinlich ist, dass nur 30 bis 50% des erfassten Sediments den Kabelgraben bei Anwendung des Kabelpflugs verlassen. Der übrige Teil wird voraussichtlich mit dem Einbringen des Kabels nur im Kabelgraben bewegt. Die Beeinflussung des Schlicks erfolgt oberflächennah, temporär und linienhaft über einen Zeitraum von mehreren Monaten, so dass abhängig vom Baufortschritt vergleichsweise kleine Mengen freigesetzt werden.

Die Verlegung des Netzanschlusses für die Windkraftanlagen bewirkt lokal bis mittelräumig eine Störung und Verdichtung des Sedimentgefüges. Diese Beeinflussungen werden temporär auftreten und von geringer Intensität sein. Es werden voraussichtlich durch die genannten Auswirkungen insgesamt *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für das Schutzgut Boden während der Bauphase eintreten.

<u>Aufwirbelung und Umlagerung von Sedimenten, Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen</u>

Bei Gründungsarbeiten und beim Verlegen der parkinternen Verkabelung kommt es zur Aufwirbelung (Resuspension) von Sedimentpartikeln, die je nach Größe und Strömung mehr oder weniger weit entfernt von der Quelle wieder auf den Meeresboden absinken.

Da im Gebiet des geplanten Windparks relativ mächtige schluffig-schlickige Sedimente verbreitet sind, ist eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Resuspension von Feinanteilen einschließlich daran gebundenen Nähr- und Schadstoffen gegeben. Durch chronischen Einfluss der Grundschleppnetzfischerei befindet sich das Sedimentgefüge wahrscheinlich bereits in einem veränderten Zustand (vgl. Kap. 2.3.2 und 4.2.2).

Die Art und Weise der Sedimentumlagerungen ist abhängig von der eingesetzten Technik, den Strömungsverhältnissen sowie der Korngröße und Beschaffenheit des Sediments.

Die pro OWEA punktuell erfolgende Beeinflussung des Bodengefüges summiert sich mit zunehmender Anlagenzahl. Es ist mit einer zeitweiligen Veränderung der Korngrößenzusammensetzung (unterschiedlich weite Verdriftung von Feinpartikeln und Grobsedimenten) sowie der Bodentopografie im Windparkgebiet zu rechnen. Es wird angenommen, dass die Anlagen nacheinander errichtet werden, so dass die Beeinflussung des Sedimentgefüges jeweils punktuell und kurzzeitig erfolgt und die Sedimente sich zwischen der Errichtung von 2 Anlagen absetzen werden. Durch natürliche Strömung und Bioturbation wird jedoch eine weitgehende Angleichung der Morphologie an den ursprünglichen Zustand innerhalb einiger Monate nach Ende des Baubetriebes angenommen.

Mit der Verlagerung ist grundsätzlich eine Remobilisierung von Nähr- und Schadstoffen denkbar. Eine hydrodynamische Prognose für die Bauphase ist nicht geplant (schriftl. Mitteilung HYDROMOD, 22.01.2010). Die Entwicklung, Richtung und Ausdehnung von Trübstofffahnen während des Baus ist von den Strömungsverhältnissen, der Zusammensetzung des Sediments und der Bauausführung abhängig (schriftl. Mitteilung HYDROMOD, 22.01.2010). Aufgrund der im Mittel vorherrschenden Strömungsgeschwindigkeiten (TÜV NORD 2012a) werden nur lokale Umlagerungen und Sedimentationswolken angenommen. Die Sedimentverfrachtung wird voraussichtlich nur im Vorhabensgebiet selbst und in geringem Umfang stattfinden. Die Schadstoffkonzentration des be-

troffenen Sedimentes ist gering und in Bezug auf Cadmium, Blei und Quecksilber mäßig. Wechselwirkungen entstehen während der Baudurchführung durch Abtrag und Überschüttung von benthischen Lebensformen im Zuge der Sedimentumlagerung (vgl. Kap. 5.7.3).

Insgesamt werden mittelräumige Auswirkungen von kurzer Dauer und mit geringen bis mittleren Intensitäten eintreten, die zu *geringen* Struktur- und Funktionsverlusten führen. Die Intensität der Auswirkungen kann durch die Auswahl trübstoffarmer Bautechnologien für die Herstellung der Gründungen und der Kabelfurchen gemindert werden.

Durch die Bautätigkeiten kann es zur Freisetzung von Gasen, hauptsächlich Methan, aus dem Sediment kommen. Es kann jedoch weder die Menge austretender Gase quantifiziert, noch können evtl. Wirkungen auf den Sauerstoffhaushalt oder benthische Lebewesen prognostiziert werden.

Schadstoffemissionen

Durch die Bautätigkeit und den Schiffsverkehr werden Schadstoffemissionen erwartet. Diese werden mittel- bis großräumig wirken, von kurzer Dauer und geringer Intensität sein. Daraus werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet.

5.2.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Boden

Grundsätzlich werden die zu erwartenden Auswirkungen ähnlich sein wie die baubedingten, aber eine geringere Intensität aufweisen, da ein Teil der Bauwerke voraussichtlich im Meeresboden verbleibt. Auch beim Rückbau der Fundamente wird es zu Veränderungen der Sedimentstruktur kommen und Resuspensionen werden auftreten. Das Freispülen und Abschneiden der Fundamente 1 m unterhalb der Sedimentoberfläche wird zu Trübungsfahnen führen. Bei der Entfernung der parkinternen Verkabelung, entstehen ähnliche Auswirkungen wie baubedingt.

Positiv wird sich auswirken, dass die durch die Gründung der baulichen Anlagen inkl. Kolkschutz hervorgerufene kleinräumige Versiegelung weitgehend rückgängig gemacht wird.

5.2.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment)

Flächenüberbauung

Durch die Anlage des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ kommt es zu einem Verlust mariner Sedimente durch kleinräumige Überbauung und Flächenentzug. Durch den Verzicht auf Kolkschutz, dessen Notwendigkeit bei einer tieferen Gründung nicht gegeben ist, beschränken sich die Verluste auf die Fundamentflächen der einzelnen OWEA und der Umspannplattform. Für die derzeitig geplante Jacketgründung sind 3 Pfähle mit einem Durchmesser von je 2,9 m vorgesehen (COWI & IMS 2012a). Für 58 Windenergieanlagen ergibt sich damit eine überbaute Fläche von ca. 1150 m². Die Umspannplattform soll auf vier Pfählen aufgeständert werden, so dass noch eine geringe versiegelte Fläche dazukommt.

Durch das Einbringen von Hartsubstraten ist die Veränderung der Weichbodengemeinschaft hin zu einer Hartbodenfauna im Bereich der Gründungen denkbar. Dadurch würde sich die Sedimentqualität im Umfeld der Gründungen deutlich in Richtung auf Ablagerungen mit höheren Korngrößen ändern. Hierzu tragen neben der bevorzugten Erosion des Feinstkorns in erster Linie Muschelschill und die Karkassen anderer abgestorbener Organismen bei (TÜV NORD 2012a). Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Auswirkungen lokal auftreten und auf den unmittelbaren Bereich (Kolk) der jeweiligen Windenergieanlagen beschränkt bleiben.

Insgesamt führt die geplante Flächenüberbauung lokal zu dauerhaften Auswirkungen mit mittlerer Intensität, aber *geringfügigen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen im überbauten Bereich. Be-

zogen auf die Fläche des Offshore-Windparks von ca. 30 km² wird eine geringe Beeinträchtigung abgeleitet.

Sedimentumlagerungen durch Veränderung der Strömungsverhältnisse (Kolkbildung)

TÜV NORD (2012a) schätzt ein: „Obwohl das Vorhabensgebiet hydrodynamisch, d. h. insbesondere in Bezug auf die mittleren und maximalen Bodenströmungen, weniger exponiert ist als nördliche Teile und Randlagen des Arkonabeckens, sind Kolkbildungen nicht auszuschließen, die sowohl an den einzelnen Rammpfählen als auch global für die gesamte jeweilige Gründungsfläche auftreten.“ Das Einbringen von Kolkschutzvorrichtungen (z. B. verklammerten Wasserbausteinen auf Geotextilmatten, o. ä.) ist vor dem Hintergrund der Sedimenteigenschaften technisch aufwendig. (TÜV NORD 2012a) Im Strömungsgutachten von HYDROMOD (2010) werden Auskolkungstiefen von 3 bis 4 m erwartet, wobei gesicherte Erkenntnisse zur Kolkung „nur mittels Full-Scale Messungen… an einer Pilot- oder Testinstallation im Planungsgebiet selbst“ gewonnen werden können (HYDROMOD 2010).

Durch anlagebedingte Strömungsänderungen hervorgerufene dauerhafte Sedimentumlagerungen werden sich bei den vorgesehenen Abständen zwischen den Anlagen nach den bisherigen Erkenntnissen nur um die jeweils einzelne Anlage ergeben und keine großräumigen Veränderungen und Auswirkungen nach sich ziehen. Großräumige oder gar auswirkungspotenzierende Veränderungen des Bodens, der Strömung und des Sedimenttransports über die Einzelanlage hinaus sind daher nicht zu erwarten. Durch Veränderungen der Bodenmorphologie sowie Auskolkung werden lokale Auswirkungen, die jedoch dauerhaft sein werden, angenommen. Diese wirken mit geringen Intensitäten und führen insgesamt zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für das Schutzgut Boden.

Schadstoffemissionen

Wegen der besonderen Korrosionsbedingungen für Rammpfähle in Schlicken sind im Rahmen der weiteren Bauwerksausführung Maßnahmen zur Konservierung der Bauteile vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass die eingesetzten Stoffe keine relevanten Beeinträchtigungen der aquatischen Lebensgemeinschaften hervorrufen werden.

Nutzungs- und Befahrungsverbot

Durch das zu erwartende Nutzungs- und Befahrungsverbot der Windparkfläche einschließlich der Sicherheitszone mit dem sich daraus ergebenden Wegfall der Fischerei, ist eine Einstellung der mechanischen Einwirkung auf die oberflächennahen Sedimente zu erwarten. Exklusive der Wirkungen durch die OWEA-Fundamente und des ggf. nötigen Kolkschutzes würde sich durch die am Standort wirkenden Strömungen sowie durch biogene Aktivitäten (Gänge der Benthos-Infauna) ein naturnaher Meeresgrund einstellen.

Insgesamt werden dauerhafte, mittelräumige Auswirkungen erwartet, die mit mittlerer Intensität wirken und die zu *mittleren* Struktur- und Funktionsverlusten führen.

5.2.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Boden (Sediment)

Schwingungen – Eigenfrequenz der OWEA

Durch abwechselnde Zug- und Druckbeanspruchung der Gründungen können Schwingungen verursacht werden, die ggf. zu Veränderungen des Sedimentes führen können. Diese Eigenfrequenzen sind durch die Art der konstruktiven Ausführung stark beeinflussbar und wirken sich auf die Lebensdauer der Anlagen aus. Dafür gibt es restriktive Vorgaben. Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen der fortzuführenden Planung eine Minimierung der Eigenfrequenzen für die Windenergieanlagen angestrebt wird. Insgesamt werden nach gegenwärtigem Kenntnisstand ledig-

lich geringe bis keine Auswirkungen auf die Funktionen des Schutzgutes Boden erwartet und zunächst lokale, dauerhafte Auswirkungen von geringer Intensität prognostiziert, die zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

Schadstoffemissionen evtl. aus verwendeten Materialien und technischen Anlagen / Wasserfahrzeugen für die Wartung und Reparatur

Durch den im Rahmen der Wartungsarbeiten erhöhten Schiffsverkehr werden Schadstoffemissionen erwartet. Diese werden mittelräumig wirken, von kurzer Dauer und geringer Intensität sein. Daraus ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Lediglich bei Betriebsstörungen sind Auswirkungen von mittlerer Intensität zu erwarten, die dann zu mittleren Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen können.

Beim Betrieb der OWEA werden in geringen Mengen wassergefährdende Stoffe, wie Öle und Fette eingesetzt, die jedoch bei Betriebsstörungen nicht zu Beeinflussungen der Sedimente führen können, da diese in Auffangwannen gesammelt werden. Bei ordnungsgemäßem Betrieb ist nicht mit relevanten nachteiligen Auswirkungen durch die Wartungsarbeiten zu rechnen.

Wärmeentwicklung der parkinternen Verkabelung

Die Wärmeentwicklung im Nahbereich der parkinternen Verkabelungen kann evtl. zu einer Veränderung der Lebensraumfunktion des Schutzgutes Boden für die aquatischen Bodenlebewesen führen. Das BSH (BSH 2009a, S. 232) trifft dazu folgende Aussage:

„Für den dänischen Offshore-Windpark „Nysted“ liegen erste Ergebnisse zu Temperaturmessungen an einem parkinternen Kabel vor (MEISSNER et al. 2006) [Quelle in BSH (2009a) nicht weiter ausegführt]. Die Sedimenterwärmung blieb während des Messzeitraums unter den zu erwartenden Temperaturen. Selbst unter Berücksichtigung des Umstands, dass beim Verfüllen der Messsonden gröbere Sande verwendet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass in Folge der Erwärmung des Bodens keine negativen Auswirkungen auf die Schutzgüter „Wasser“ und „Sediment“ haben, und aus diesem Grund auch von keiner Freisetzung von Schadstoffen in nennenswertem Umfang auszugehen ist.“

Diese Auswirkungen sind auf den Nahbereich um das betreffende Kabel beschränkt, so dass es nur zu einem geringen und örtlich sehr begrenzten Effekt kommt. Bei der vorgesehenen Verlegung der parkinternen Verkabelung in Tiefen von ca. 1 m kommt es kleinräumig zu Temperaturerhöhungen geringer Intensität. Aufgrund der Dauerhaftigkeit dieser Vorhabenswirkung sind in unmittelbarer Kabelnähe Veränderungen der sedimentologischen Gegebenheiten anzunehmen. Letztendlich ergeben sich hieraus *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

5.2.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Boden (Sediment)

Bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens werden die natürlichen Prozesse der Bodenbildung und Sedimentdynamik nicht beeinträchtigt, sofern nicht Beeinflussungen durch andere Nutzungen wie z. B. Fischerei und Schifffahrt anhaltend wirken und auch weiterhin zu Beeinträchtigungen führen.

Veränderungen, die sich aufgrund der großräumigen hydrographischen Situation ergeben, sind in der näheren Zukunft nicht erkennbar. In den nächsten Jahren / Jahrzehnten könnte sich durch die Verringerung der anthropogenen Nähr- und Schadstoffeinträge in das System Ostsee eine Verbesserung der Belastungssituation in den Sedimenten ergeben.

5.2.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Boden (Sediment)

Durch die fischereiliche Tätigkeit (Schleppnetzfischerei) ist das natürliche Gefüge der Oberflächensedimente gestört und unterliegt einer regelmäßigen anthropogenen Einflussnahme. Es liegt eine mäßige Belastung mit Schwermetallen vor. Der Natürlichkeitsgrad des Bodens wurde trotz der Vorbelastungen mit mittel bis hoch bewertet.

Schwerpunkt der Umweltauswirkungen auf das Schutzgut Boden durch die Errichtung des Windparks „ARCADIS Ost 1“ werden der Baubetrieb, insbesondere die Errichtung der Gründungen für die OWEA in über 40 m Wassertiefe und die Herstellung des windparkinternen Kabelnetzes sein. Die Intensität und die Reichweite der Auswirkungen sind in Verbindung mit den Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser und die biotischen Schutzgüter zu bewerten. Die zeitweilige Resuspension der Sedimente bzw. die Störung des Sedimentgefüges sowie die Beeinträchtigung der abiotischen und biotischen Sedimentfunktion während der Bauzeit werden unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Kenntnisstandes voraussichtlich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen im Vorhabensbereich verursachen.

Alle voraussichtlichen anlagebedingten Auswirkungen führen lediglich zu *geringen* nachteiligen Auswirkungen. Dies gilt auch für die Beeinträchtigung des Bodens durch Überbauung als anlagebedingte Auswirkung. Der Anteil der überbauten Fläche an der Gesamtfläche des Vorhabensgebiets ist im Verhältnis zur Windparkfläche von ca. 30 km² minimal.

Nachteilige Auswirkungen werden im Betrieb durch die Wärmeemission der Kabel, durch Vibrationen der OWEA und ggf. durch Schadstoffemissionen hervorgerufen. Unter Einbeziehung der Vorbelastungen werden diese voraussichtlich *gering* sein.

Mittelfristig werden für das Schutzgut Boden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Ein erhebliches Risiko nachteiliger Auswirkungen auf das Schutzgut Boden kann demnach nicht abgeleitet werden.

In nachfolgender Tab. 100 sind die für das Schutzgut Boden relevanten bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen und die daraus resultierenden Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zusammengefasst.

Tab. 100: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Boden (Sediment)

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
baubedingt					
• Schiffstransporte	• Schadstoffemissionen	m-gr	k	g	**G**
• Bautätigkeit im Vorhabensgebiet (Einbringung der Fundamente der OWEA und der Umspannplattform)	• Störung des Sedimentgefüges • Verdichtung der Sedimente • Aufwirbelung und Umlagerung von Sedimenten, Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen	l-m l-m m	k k k	m m g-m	**G** **G** **G**
anlagebedingt					
Windpark allgemein mit Sicherheitszone (SZ)					
• Befahrens- und Nutzungsverbot	• Reduzierung der mechanischen Auswirkungen auf den Boden	m	d	m	**M+**

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
Fundamente der OWEA und der Umspannplattform					
• Flächeninanspruchnahme	• Flächenverlust durch Überbauung bzw. starke Veränderung der Bodenstruktur	l	d	m	**G**
• Flächeninanspruchnahme	• Einbringen von Hartsubstraten	l	d	m	**G**
• Veränderung der Strömungsverhältnisse	• Auskolkungen	l	d	g	**G**
Parkinterne Verkabelung					
• Veränderung der Sedimentstruktur	• Beeinträchtigung abiotischer und biotischer Sedimentfunktion	l	d	g	**G**
• Steinschüttungen über der Verkabelung	• Veränderung des Sedimentgefüges • Veränderung der Sedimentstruktur • Einbringen von Hartsubstraten	l l l	d d d	m m g	**G** **G** **G**
betriebsbedingt					
Fundamente der OWEA und der Umspannplattform					
• Störungsfreier Betrieb	• Schwingungen	l	d	g	**G**
• Störungsfreier Betrieb, Wartung	• Schadstoffemissionen	m	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen	m	k	m	**G**
Parkinterne Verkabelung					
• Wärmeemissionen	• Verstärkung geochemischer Reaktionen	l	d	g	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich, (+) = Auswirkungen führen zu positiven Auswirkungen, die bei der Gesamtbewertung unberücksichtigt bleiben

5.3 Auswirkungsprognose Schutzgut Wasser

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für das Schutzgut Wasser zu erwarten:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit durch Trübungen
- Remobilisierung und Resuspension von Schadstoffen im Sediment mit Wirkungen auf die Wasserbeschaffenheit (z. B. erhöhte Sauerstoffzehrung)
- Schadstoffemissionen durch den Baubetrieb

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Errichtung von Strömungshindernissen (Einfluss auf Strömung, Stofftransport und Sedimentation)
- Auskolkung

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Schadstoffemissionen
- Wärmeemission

5.3.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser

Während der Bauphase des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ werden bei der Errichtung der Fundamente und bei den Seekabelverlegearbeiten Sedimente gelöst und aufgewirbelt, wodurch im Bereich des Offshore-Windparks und dessen näherem Umfeld Trübungsfahnen entstehen. Durch die Umlagerung besteht die Möglichkeit der Freisetzung von Schad- und Nährstoffen aus dem Sediment.

Komponenten, die die baubedingten Auswirkungen beeinflussen:

- Gründungsvariante sowie die Art und Weise der Umsetzung, gewählte Bautechnologie und eingesetzte Baumaschinen, d. h. Zeitaufwand für die Gründung eines Fundaments oder für die Kabelverlegung (Baufortschritt)
- Strömungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Bauarbeiten (Geschwindigkeit und Richtung)
- Jahreszeit im Hinblick auf die Schichtung des Wasserkörpers und das Sauerstoffregime
- Korngrößenzusammensetzung und Vorbelastung des Sediments sowie Schichtenaufbau des Meeresbodens

<u>Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit durch Trübungen</u>

Die Verfrachtung und die Ablagerung des gelösten Sediments sind von der Sedimentzusammensetzung und der Strömungsgeschwindigkeit abhängig.

Nur Sedimente mit Korngrößen von >0,002 bis <0,063 mm (Schluff) werden über einen größeren Raum verteilt. Die Strömungsgeschwindigkeiten liegen im Vorhabensgebiet in Bodennähe normalerweise zwischen 3,5 und 5,5 cm/s. Die natürliche Trübung im Seewasser liegt bei <3 mg/l. Bei Stürmen können allerdings hohe Trübungen bei gleichzeitig erheblichem Wasser- und Stoffaustausch auftreten. Die aquatischen Lebensgemeinschaften sind an solche Ereignisse angepasst.

Bei Probeverklappungen von Feinsanden und Mergel nordwestlich von Warnemünde wurde 2002 eine schnelle Abnahme der Trübungen binnen 40 min festgestellt. In der Sprungschicht und in Bodennähe wurden aber noch am zweiten Tag nach der Verklappung hohe Trübungen gemessen. Trübungsdistanzen von 5 bis 10 km bei hohen Wassertiefen und sehr feinen Sanden wurden bei anderen Sedimententnahmen für Lehme und Schluffe bei Wassertiefen von ca. 25 m festgestellt. Insgesamt wurde ermittelt, dass Baggertrübungsfahnen nur wenige 100 m weit reichen, wenn das gesamte Baggergut aufgenommen wird. Bei Baggertechnologien mit Sedimentüberlauf können Trübungskonzentrationen bis 1.000 mg/l nachgewiesen werden (TÜV NORD 2007). Bei Baggerungen in sandigen Sedimenten hat die Sedimentfreisetzung, in Abhängigkeit von der Baggertechnologie, ca. 1 Stunde, bei ungünstigen Randbedingungen bzgl. Strömung und hohem Feinststoffanteil auch 3 bis 4 Tage gedauert (TÜV NORD 2007).

Durch Trübstofffahnen verursachte Auswirkungen werden lokal und kurzzeitig mit geringen Intensitäten auftreten und damit *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen hervorrufen.

Für die Herstellung von submarinen Kabelfurchen werden nach bisherigen Erfahrungen von durchgeführten Projekten deutlich geringere Trübungen zu erwarten sein als bei den submarinen Baggerungen. Die Auswirkungen sind auch hier sehr stark von der Verlegetechnologie abhängig. Bei sandigen Sedimenten, mit denen umfassende Erfahrungen vorliegen, traten nur geringe Trübungskonzentrationen auf, die 120 mg/l im Bereich der Kabelfurche und 100 mg/l in 450 m Entfernung nicht überschritten. Offensichtlich wird nur ein geringerer Teil, ca. 30% des Sediments aus der Kabelfurche suspendiert.

Zusammenfassend kann abgeleitet werden, dass erhöhte Trübungen durch die Verlegung von Seekabeln nur kurzzeitig (wenige Stunden bis Tage) und mittelräumig mit geringer Intensität auftre-

ten werden. Es wird von temporären *geringen* bis *mittleren* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen ausgegangen.

Remobilisierung und Resuspension von Nähr- und Schadstoffen im Sediment mit Wirkungen auf die Wasserbeschaffenheit (z. B. erhöhte Sauerstoffzehrung)

Während der Bautätigkeiten ist eine vermehrte Freisetzung von Nährstoffen durch die Sedimentumlagerungen möglich. Entsprechendes gilt auch für remobilisierte, d. h. wieder in Lösung übergegangene Schadstoffe. Mögliche Beeinflussungen ergeben sich auch aus der zeitweisen Reduktion der planktischen Primärproduktion und der Reduktion der Sichttiefe. Die Schadstoffanreicherung ist im Sediment umso höher, je größer der Feinkornanteil ist. Die Sedimente im gesamten Untersuchungsraum weisen mäßige Belastungen mit Quecksilber, Cadmium und Blei auf.

Bei Baggerarbeiten im Greifswalder Bodden wurden bei Untersuchungen zu aquatischen Umlagerungen keine oder nur geringe Veränderungen bzgl. Nährstoff-, Schadstoff- und Salzgehalt festgestellt. Im Überlaufwasser von Baggerungen in der Beltsee wurden jedoch 3 bis 100-fache Konzentrationen für anorganischen Stickstoff und Phosphor im Überlaufwasser gefunden. Vor dem Hintergrund des regelmäßigen Auftretens von Blaualgen in der Arkonasee wäre eine solche Auswirkung nicht zu vernachlässigen. Im Untersuchungsgebiet sind keine signifikanten Schadstoffbelastungen im Sediment zu erwarten. Die jeweils freigesetzten Sedimentmengen bei den nacheinander herzustellenden Fundamenten sind im Verhältnis voraussichtlich so gering, dass lediglich kurzzeitige punktuelle Auswirkungen hinsichtlich einer Nähr- und Schadstofffreisetzung zu erwarten sind.

Insgesamt liegen wenige Untersuchungsergebnisse zur Schadstofffreisetzung bei submarinen Baggerungen vor. Es ist mit geringen Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit im Vorhabensgebiet zu rechnen.

Ebenfalls durch die Sedimentumlagerungen verursacht, können lokal Sauerstoffzehrungen durch die Oxidation von Fe-II-Verbindungen und Sulfiden auftreten. Die Oxidation dieser Verbindungen erfolgt normalerweise binnen weniger Minuten im sauerstoffgesättigten Wasser. Bei bisherigen Untersuchungen zur Sauerstoffzehrung bei Baggerarbeiten wurden nur sehr geringe Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt festgestellt. Allerdings wurde überwiegend sandiges Sediment aus Tiefen zwischen 7 m bis 15 m verlagert. Das Baggergut wird während der Entnahme und beim Verklappen während des Absinkens belüftet. Selbst bei Trübungskonzentrationen von 10 g/l, die nur im unmittelbaren Umfeld der Baggerarbeiten auftreten können, beträgt die denkbare Sauerstoffzehrung nur 1 mg/l (TÜV NORD 2007). Welchen Umfang die Umlagerung von Sedimenten haben wird, kann noch nicht eingeschätzt werden. Bei Jacket-Gründungen ist jedoch nur von geringen baubedingten Sedimentumlagerungen auszugehen, sodass keine signifikanten Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt erwartet werden.

Nach Beendigung der Bautätigkeit wird sich durch Absetzprozesse bezüglich der Wassergüte wieder die Ausgangssituation einstellen. Des Weiteren kommt es zu Verteilungs- und Verdünnungseffekten durch die Strömung.

Die Schlickmächtigkeiten zwischen 6 und 10 m und der hohe TOC-Gehalt der Sedimente im Vorhabensgebiet sind Ursache für die festgestellten Methanansammlungen. Das Gas entstammt überwiegend der bakteriellen Reduktion von CO_2 unter anoxischen Bedingungen. Die höchsten Gaskonzentrationen, die im Porenwasser in den obersten anoxischen Schlickschichten auf dem Grund der Sulfatreduktionszone gemessen wurden, führen wahrscheinlich zur Bildung von freien Gasblasen (TÜV NORD 2012a).

Das Ausmaß der durch Rammarbeiten vom Fundament auf den Boden übertragenen Schwingungen und das dadurch verursachte Maß der Gasfreisetzungen aus dem Meeresboden kann auf Grundlage des gegenwärtigen Kenntnisstandes nicht sicher eingeschätzt werden. Bei den Side-

Scan-Sonar-Untersuchungen wurden großflächig Gasansammlungen (in 30 bis 40% der dargestellten Profilabwicklungen sichtbar) festgestellt. Es wird auf Grundlage des gegenwärtigen Kenntnisstandes zunächst eingeschätzt, dass die Gasfreisetzung nur lokal im Umfeld der Rammarbeiten stattfindet und das Methangas vor allem zu Beginn der Rammarbeiten freigesetzt wird. Die Nachlieferung erfolgt sehr langsam infolge wieder einsetzender bakterieller Abbauprozesse und stellt dann keine relevante Quelle mehr dar.

In der Gesamtheit werden durch die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen lokale Auswirkungen von kurzer Dauer mit mittleren Intensitäten erwartet, die insgesamt zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

Schadstoffemissionen durch den Baubetrieb

Durch die Bautätigkeiten kann es zu baubedingten Schadstoffeinträgen von außen kommen, etwa durch Handhabungsverluste oder im Fall von Störungen. Diese Auswirkungen werden jeweils von kurzer Dauer sein. Auch emittierte Luftschadstoffe von Baufahrzeugen können über den Luftpfad in das Wasser gelangen. Die Emissionen sind allerdings gering. Es wird für diesen Wirkungskomplex eine geringe bis mittlere Intensität angenommen. Dies führt zu einer insgesamt *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussung.

5.3.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser

Die rückbaubedingten Auswirkungen entsprechen den bau- und betriebsbedingten Wirkungen. Durch die Entfernung der OWEA und der Kabel entstehen Trübungsfahnen und Resuspensionen, die zu verminderter Sichttiefe etc. führen. Die zu erwartenden Auswirkungen entsprechen denen in der Bauphase.

Der nach Aufgabe der Nutzung vorgesehene Rückbau von Windenergieanlagen führt zu einer positiven Wirkung in Bezug auf das Schutzgut Wasser, da die räumlich eng begrenzten Änderungen im Strömungsfeld aufgehoben werden.

5.3.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser

Im Bereich des Offshore-Windparks werden Veränderungen der Strömungsverhältnisse (Geschwindigkeit und Richtung) erwartet. Es ist mit dem Auftreten von Turbulenzen zu rechnen und die Strömungsgeschwindigkeiten werden im Bereich des Offshore-Windparks voraussichtlich reduziert.

Durch ein Fachgutachten wurde der Einfluss des geplanten Offshore Windparks „ARCADIS Ost 1“ auf Strömung und Transportprozesse untersucht sowie Abschätzungen zu Schadstoffausbreitung, Auskolkung und dem Einfluss benachbarter Windparks unternommen (HYDROMOD 2010). Die Ergebnisse des Gutachtens werden im Folgenden sinngemäß zusammengefasst.

Es wurde das Modellsystem HYDROMOD-3D auf das Planungsgebiet und seine nähere Umgebung angepasst und anhand vorhandener Daten und Informationen qualifiziert. Das Simulationsmodell berechnet unter Vorgabe problemspezifisch definierter Rand-, Anfangs- und Anfachungsbedingungen die in nichtlinearer Weise gekoppelten hydro- und thermodynamischen Kenngrößen (Wasserstand, Strömungsgeschwindigkeit, Salzgehalt, Wassertemperatur und Wasserdichte). Mit diesem Modell wurde die Situation mit und ohne Windkraftanlagen simuliert. Aus den Ergebnissen der Vergleiche mit und ohne Windkraftanlage wurde die unmittelbar lokal an einer Windkraftanlage erfolgende Beeinflussung des Strömungs- und Massenfeldes ermittelt.

Die Schwerpunkte der definierten Simulationen waren Szenarien mit typischen Anströmgeschwindigkeiten im unteren Variationsbereich, bei für das Untersuchungsgebiet charakteristischer Tempe-

ratur- und Salzgehaltsschichtung. Zur Abschätzung von Auskolkungen wurden darüber hinaus maximale bodennahe Strömungsvorgänge betrachtet. Bei der Betrachtung der Variabilität bei Schadstoffausbreitungen wurden oberflächennahe Strömungen bei lang anhaltenden Windlagen besonders untersucht. Die Vorgehensweise und die Modelle deckten die allgemeinen hydro- und thermodynamischen Prozesse ab. Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst.

Errichtung von Strömungshindernissen (Einfluss auf Strömung, Stofftransport und Sedimentation)

Die rein hydrodynamischen Einflüsse des Windparks „ARCADIS Ost 1“ sind von vernachlässigbarer Bedeutung und unkritisch für die marine Umwelt. Direkt an einer Windkraftanlage ergeben sich allein aufgrund ihres Vorhandenseins entsprechende Änderungen des Strömungsfeldes. Diese klingen jedoch bereits in einigem Abstand stark ab. Es erfolgen lediglich noch schwache Überlagerungen und Wechselwirkungen mit abstromig gelegenen Anlagen. Diese werden als unkritisch angesehen. Die Änderungen bleiben auf die unmittelbare Umgebung des Windparks beschränkt und liegen unterhalb beobachtungstechnisch erfassbarer Größenordnungen. Fern- und Langzeitwirkungen der lokalen Strömungsunterschiede sind nicht zu erwarten. Die vom Windpark ausgehenden Änderungen des Turbulenzfeldes bleiben auf die unmittelbare Umgebung des Windparks und vor allem der einzelnen Anlagen beschränkt. Negative Umweltauswirkungen ergeben sich dadurch nicht. Die Vermischungsvorgänge des Salzgehalts durch die Windkraftanlagen sind im Fernfeld kaum merkbar. Zusammenfassend wird der Einfluss des Windparks auf die Tiefenwassererneuerung im Arkona Becken und darüber hinaus in der mittleren und östlichen Ostsee als nicht signifikant bewertet. (HYDROMOD 2010)

Aufgrund der veränderten Strömungsgeschwindigkeiten ergeben sich geringfügig erhöhte Verweilzeiten von Wasserinhaltsstoffen im Gebiet des Windparks. (HYDROMOD 2010)

Die im Umkreis von 50 km um den Offshore-Windpark geplanten OWEA haben nach Auffassung der Fachgutachter keinen signifikanten Einfluss auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet. Wechselwirkungen zwischen den hydrodynamischen Auswirkungen dieser Windparks sind vernachlässigbar. (HYDROMOD 2010)

Abschließend wurde durch den Fachgutachter dargestellt, dass der OWP „ARCADIS Ost 1“ voraussichtlich zu keinen signifikanten Beeinflussungen der betrachteten und bewerteten hydrophysikalischen Prozesse im Planungsgebiet selbst sowie in seiner näheren und weiteren Umgebung führen wird. (HYDROMOD 2010)

Durch Veränderung des Strömungsregimes werden auf das nähere Umfeld des Offshore-Windparks beschränkte Auswirkungen, die jedoch dauerhaft sein werden, erwartet. Diese wirken mit geringen Intensitäten. Insgesamt führen diese in der Gesamtbetrachtung zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Auskolkung

Bis zum Einstellen eines morphologischen Gleichgewichts aufgrund der Störung durch die OWEA sind leicht erhöhte Sedimenttransportraten aufgrund von Auskolkungen am Fuß der OWEA zu erwarten. Aufgrund der im Untersuchungsgebiet am Boden überwiegend vorherrschenden geringen Strömungsgeschwindigkeiten wird dieser ebenfalls zeitlich begrenzte Prozess als nicht umweltrelevant bewertet. Für tragfähige Aussagen zur Kolkentwicklung unter permanenten Wind-, Wellen- und Betriebslasten fehlt die Datengrundlage (v. a. geotechnische Kenngrößen der Sedimente, Schwingungsverhalten der Bauwerke). Es wird daher vorgeschlagen während und nach der Bauphase im Untersuchungsgebiet ein längerfristiges Monitoring der bodennahen Strömungen und ggf. für Turbulenz und Sedimenttransport relevanter Größen (z. B. Stromscherung, Trübung) durchzuführen, welche auch seltener auftretende Starkwindlagen und vor allem sporadische extreme Wetter-, Wellen-, Strömungs- und Transportereignisse erfassen. Klarheit zu Kolkungsrisiken

können unsres Erachtens nur langfristige Beobachtungen zur Auskolkung an einer Pilotanlage im Planungsgebiet selbst erbringen. Erforderlichenfalls müssen dann nachträglich Kolkschutzmaßnahmen durchgeführt werden. Vorbehaltlich der genannten Prognoseunsicherheiten sind Kolktiefen von 3 bis 4 m im Nordwesten bzw. Süden des Vorhabensgebietes möglich. (HYDROMOD 2010)

Aufgrund der Reduzierung der Anlagenzahl auf 58 OWEA, wurde eine Bewertung des Gutachtens hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die veränderte Situation angefertigt (HYDROMOD 2012). Diese Ergänzung kommt zu dem Ergebnis, dass sich der Einfluss des geplanten Windparks auf die hydrographischen und hydrologischen Kenngrößen gegenüber den alten Planungen verringern wird. Ebenfalls verringern werden sich die Umweltrisiken aufgrund von bau-, betriebs-, wartungs- und unfallbedingten Stoffeinträgen. Die geringere reibungsbedingte Reduktion der Strömungsgeschwindigkeiten wird voraussichtlich zu leicht erhöhten Verdriftungswegen und Schadstoffausbreitungen in benachbarte Meeresgebiete führen. Die genannten verringerten Risiken und verminderten Eintrittswahrscheinlichkeiten lassen die möglichen Auswirkungen solcher Prozesse jedoch annehmbar erscheinen. Die Ergebnisse und Aussagen des Strömungsgutachtens beinhalten bereits Einflüsse und Risiken von Extremereignissen, sodass für das neue Parklayout, mit Ausnahme von Aussagen zur Kolkung und mögliche geotechnische Aspekte, keine erneuten detaillierten Untersuchungen und Simulationen erforderlich sind. (HYDROMOD 2012)

5.3.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Wasser

Schadstoffemissionen

Materialeinsatz und Korrosionsschutzmaßnahmen für die OWEA müssen dem Stand der Technik entsprechen. Bei zu erwartender sachgemäßer Konstruktion und Bauausführung sind keine maßgeblichen negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser zu erwarten. Aufgrund der Einbettung der Kabel in das Sediment werden durch diese Anlagen Beeinflussungen des Schutzgutes Wasser ausgeschlossen.

Beim Betrieb und der Unterhaltung der OWEA werden in geringen Mengen wassergefährdende Stoffe, wie Öle und Fette eingesetzt, die in Auffangwannen gesammelt und fachgerecht an Land entsorgt werden. Grundsätzlich könnten Unterhaltungsmaßnahmen zwar zu verstärktem Schadstoffeintrag führen, bspw. durch das Abschleifen von Lacken oder durch den Wechsel von Betriebsstoffen. Erheblichen Emissionen wird jedoch durch sachgerechte Ausführung vorgebeugt. Auswirkungen aufgrund von betriebsbedingten Schadstofffreisetzungen werden somit lokal, kurzfristig und mit geringer Intensität auftreten und zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

Wärmeemission

Im unmittelbaren Umfeld der Seekabel werden Wärmeemissionen nachweisbar sein, die langfristig wirken. Die Kabeloberfläche kann eine Temperatur von über 50°C erreichen, die mit zunehmender Entfernung zum Kabel sinkt. Bei einer Verlegetiefe von 1,5 m und tiefer sind demnach an der Meeresbodenoberfläche keine oder kaum Temperaturerhöhungen zu erwarten. Damit ergibt sich vermutlich kein nachweisbarer Einfluss auf das Schutzgut Wasser.

5.3.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Wasser

Wird das hier betrachtete Vorhaben nicht umgesetzt, bleiben die natürlichen Prozesse im Wasserkörper erhalten und unverändert, sofern nicht Beeinflussungen durch andere Nutzungen auf das Schutzgut Wasser beeinträchtigend wirken. Als sehr langfristiger Trend könnten sich eine Verringe-

rung des Nährstoffeintrags und damit eine Verbesserung der Wasserqualität durch Reduzierung der diffusen Einträge aus der Landwirtschaft ergeben.

5.3.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Wasser

Schwerpunkt der Auswirkungen für das Schutzgut Wasser sind die Sedimentverlagerungen im Zuge der Gründung der OWEA und der Verlegung der parkinternen Kabel. Es entstehen Trübungen und Stoffe werden aus den Sedimenten und dem Porenwasser der Sedimente remobilisiert. Diese Wirkungen sind jedoch für die Jacketgründung und die parkinterne Verkabelung räumlich und zeitlich begrenzt und führen zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Durch die Errichtung von Windenergieanlagen kann es lokal zu Veränderungen des Strömungsregimes kommen. Diese Auswirkungen bestehen für die Dauer der Betriebszeit, wirken aber nur mit geringer Intensität und führen zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Betriebsbedingt können die Auswirkungen durch Schadstoffemissionen bei Betriebsstörungen (z. B. Riss o. ä. im Ölauffangsystem der Gondel) ebenfalls zu Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen, die bei ordnungsgemäßer Betriebsführung aber vermeidbar sind. Alle betriebsbedingten Wirkfaktoren werden zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen. Um möglichen Betriebsstörungen entgegenzuwirken, müssen die Anlagen und Einrichtungen dem jeweils geltenden Stand der Technik entsprechen, auch um die Sicherheit des Schiffs- und des Luftverkehrs zu gewährleisten. Es wird ein entsprechendes Schutz- und Sicherheitskonzept erarbeitet. Die geltenden Regelungen für die Arbeitssicherheit sind einzuhalten.

Insgesamt wird eingeschätzt, dass voraussichtlich entsprechend dem gegenwärtigen Kenntnisstand das Ausmaß zu erwartender nachteiliger Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Wasser *gering* ist.

Tab. 101: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen des Schutzgutes Wasser

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
baubedingt					
• Schiffsverkehr	• Schadstoffemissionen	gr	k	g	**G**
• Bautätigkeit	• Bildung von Trübungsfahnen	l	k	g	**G**
	• Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen (Resuspension)	l	k	m	**G**
	• Schadstoffemissionen	m	k	g-m	**G**
anlagebedingt					
• Flächeninanspruchnahme	• Änderung der Strömungsverhältnisse • Auskolkung	l	d	g	**G** **K**
betriebsbedingt					
Fundamente der OWEA und der Umspannplattform					
• Störungsfreier Betrieb					**K**
• Störungsfreier Betrieb, Wartung	• Schadstoffemissionen	l	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen	m	k	m	**G**
Parkinterne Verkabelung					
• Wärmeemissionen					**K**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig

Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SUF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich

5.4 Auswirkungsprognose Schutzgut Klima/Luft

Aufgrund von Art und Umfang des Vorhabens sind Auswirkungen auf das Schutzgut Klima nicht zu erwarten. Bei der Betrachtung der bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren werden daher nachfolgend nur Auswirkungen auf die Luftgüte berücksichtigt:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- Luftschadstoffemissionen durch Schiffsverkehr und den Einsatz von Baumaschinen

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Verwirbelungen, Nachlaufströmungen

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Luftschadstoffemissionen (bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten)

5.4.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Klima/Luft

Luftschadstoffemissionen bei der Errichtung des Windparks und durch Transportbewegungen

Luftschadstoffemissionen/-immissionen sind sowohl während der Bau- als auch während der Betriebsphase (hier nur in geringem Maß) zu erwarten. Diese resultieren aus der Bautätigkeit vor Ort sowie dem damit zusammenhängenden Transport von Massen, Bauteilen und Ausrüstungen zwischen Basishafen/ Montageflächen und Baustelle. Es ist davon auszugehen, dass die eingesetzten Fahrzeuge und Maschinen die geltenden Emissions-Vorschriften einhalten. Während der Bauphase können durch Maschineneinsatz zusätzliche Luftschadstoffemissionen entstehen, die mittelräumig nachweisbar, von kurzer Dauer und geringer Intensität sind. Demnach wird eine *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussung prognostiziert.

Unabhängig davon ist auch auf dem Festland mit Schadstoffbelastungen bei Transporten zu rechnen, da sowohl die Fundamente, die Türme und die Rotoren an Land vorgefertigt und anschließend auf Transportschiffe verladen werden müssen. Die Auswirkungen sind aber zeitlich befristet und von geringer Intensität. Diese Auswirkungen werden mittelräumig, jedoch nur kurzzeitig wirken. Es werden geringe Intensitäten erwartet, die zu einer *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussung führen.

5.4.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Klima / Luft

Da der Rückbau des Offshore-Windparks ähnliche Bautätigkeiten und den Einsatz vergleichbarer Bautechnik erfordert, sind ähnliche Wirkungen für den Rückbau wie für die Errichtung des Windparks zu erwarten. Die zu erwartenden Auswirkungen werden jedoch kleinräumig wirken und zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

5.4.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Klima/Luft

Veränderung des Windfeldes, Turbulenzen und Verwirbelungen

Die OWEA beginnen ab deren Errichtung als Hindernisse im Luftraum zu wirken und verursachen eine Veränderung des Windfeldes mit herabgesetzten Windgeschwindigkeiten und lokalen Turbulenzen („Windschleppen“). So ist ein Windstau vor der OWEA und einer Umleitung des Windes

z. T. über diese zu prognostizieren. Hinter der OWEA wird demgegenüber die Windgeschwindigkeit verringert und es sind verstärkte Turbulenzen zu erwarten.

Laut HAHM & KRÖNING (2001b) wirken die Nachlaufströmungen[15] überschlägig bis zu einer Entfernung von 8 Rotordurchmessern (max. 1.200 m bei den hier eingesetzten OWEA). Der betroffene Raum setzt sich hierbei zylinderförmig hinter dem Rotor fort. Es ist damit zu rechnen, dass es auch über den Offshore-Windpark hinaus zu spürbaren Änderungen des Windfeldes kommt. Die Änderung der Windgeschwindigkeit hinter einer WEA wird in der nachfolgenden Abb. 154 aus HAHM & KRÖNING (2001a) gezeigt.

Abb. 154: Isolinien der Windgeschwindigkeit hinter einer Windenergieanlage (aus HAHM & KRÖNING 2001a)

Die hier betrachteten Auswirkungen werden lokal (Umfeld der OWEA) bis mittelräumig (näheres Umfeld des Offshore-Windparks), nicht jedoch großräumig nachweisbar sein. Sie werden dauerhaft sein und mit geringer Intensität wirken. Insgesamt ergeben sich hieraus *geringe* Auswirkungen.

Eine Gefährdung für die Schifffahrt oder den Vogelzug ist bezogen auf diesen Wirkfaktor nicht abzuleiten. Die Nachlaufströmungen der Anlagen sind jedoch am Wirkkomplex „Vogelschlag“ ursächlich mit beteiligt.

Luftschadstoffemissionen

Betriebsbedingte Luftschadstoffemissionen sind in erster Linie an die regelmäßigen Instandhaltungsarbeiten gebunden, können jedoch auch bei Betriebsstörungen auftreten. Diese werden lokal auftreten und von geringer Intensität sein, so dass die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen *gering* sein werden.

5.4.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Klima/Luft

Bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens würde das unbeeinträchtigte Regional- bzw. Lokalklima im betreffenden Seegebiet unabhängig vom globalen Klimawandel unverändert bleiben.

[15] In der Nachlaufströmung einer WEA ist die Windgeschwindigkeit im Vergleich zur Umgebung erniedrigt, die Turbulenzintensität (das Verhältnis der Standardabweichung der zeitlichen Windgeschwindigkeitsverteilung zu ihrem Mittelwert) jedoch erhöht. Bauten im Einflussbereich einer solchen Nachlaufströmung sind damit einer veränderten Windlast ausgesetzt. Dies wirkt sich z. B. auf die Energieausbeute einer in der Nachlaufströmung arbeitenden WEA, aber auch auf ihre mechanische Ermüdung aus (Hahm & Kröning 2001a).

Es besteht unter den Klimaforschern weitgehende Übereinstimmung darüber, dass das globale Klimasystem durch die zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen und Schadstoffen merkbar beeinflusst wird und erste Anzeichen davon jetzt schon spürbar sind. Es existieren mehrere Programme und Projekte, die sich mit diesen Themen beschäftigen (z. B. http://www.astra-project.org/). DIPPNER (2007) fasst einige Konsequenzen des Klimawandels für das Ökosystem der Ostsee folgendermaßen zusammen: Nach den Klimamodellen wird für die Ostsee eine Zunahme in der Oberflächentemperatur von 2–4°C und eine Abnahme im Salzgehalt durch erhöhte Niederschläge im gesamten Einzugsbereich im Winter von 8–50% prognostiziert (GRAHAM et al. 2007). Damit wäre eine Verlagerung der Beltseefront in Richtung Nordsee und eine Abnahme der Salzwassereinbrüche zu erwarten. Als Folge der Temperaturerhöhung kann es zu einer Verschiebung im Artenspektrum von Phyto- und Zooplankton von Kalt- zu Warmwasserarten sowie einer Zunahme von Cyanobakterienblüten im Sommer kommen. Das Absinken dieser Blüten führt zu starker Sauerstoffzehrung und zur Ausbildung bodennaher „Wüsten“. Die Konsequenz der Aussüßung ist ein erhöhter osmotischer Stress und eine Verschiebung von marinen zu limnischen Arten sowie eine Veränderung im Nahrungsangebot für Fische (DIPPNER & VUORINEN 2007, DIPPNER 2007). Einige Aspekte der Wirkungen der klimawandelbedingten Veränderungen der abiotischen Umweltverhältnisse führen GOSSELCK & SORDYL (2007) an:

- Veränderungen des Salzgehaltes bringen eine Verschiebung der Verbreitungsgrenzen mit sich, so dass es aufgrund der Prognosen zu einer Verschiebung nach Westen kommen kann und einige Arten ggf. ihre östlichen Verbreitungsgrenzen z. B. schon in der Kieler Bucht erreichen.
- Zu hohe Sauerstoffzehrung und Sauerstoffmangel führen dazu, dass Tiere und Pflanzen absterben bzw. sich die Besiedlungsstruktur der benthischen Lebensgemeinschaften verändert.
- Marine Arten der Tiefenwasserzone sind nicht nur an hohe Salzgehalte angepasst, sondern sie tolerieren auch keine hohen Temperaturen. Auf Temperaturerhöhungen werden z. B. die Populationen einiger Kaltwasserarten wie z. B. die Islandmuschel *Arctica islandica* und die *Astarte*-Muscheln in der Beltsee sowie die Ostseeriesenassel *Saduria entomon* in der eigentlichen Ostsee mit dem Abwandern in tiefere (kältere) oder falls vom Salzgehalt her tolerierbar in nördlichere Gegenden reagieren.
- Temperaturveränderungen können sich auch auf das Laichverhalten und die Menge an Laichprodukten auswirken.
- Der Rückgang der Eisbedeckung beeinflusst die Habitatanforderungen der Ringelrobbe, die auf Eis angewiesen ist und sogar Höhlen für die Jungen in Eis gräbt.
- Temperaturerhöhungen fördern Neobionten aus wärmeren Zonen des Kaspischen Meeres von Osten und aus Nordamerika im Westen, so dass die Möglichkeiten des Einwanderns solcher Arten verbessern und die Gefahr der Überprägung der Zönosen durch „Einwanderer“ besteht.

5.4.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Klima / Luft

Das Schutzgut Klima / Luft ist von einer hohen Natürlichkeit geprägt, was der Bewertungsstufe hoch entspricht (vgl. Kap. 4.4.3).

Die bau- und rückbaubedingten Auswirkungen durch die Errichtung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ auf das Schutzgut Klima / Luft werden ausschließlich klein- bis mittelräumig und zeitlich begrenzt auftreten und von geringer Intensität sein. Alle Wirkfaktoren werden zu *geringen* Auswirkungen führen.

Die im unmittelbaren Bereich der OWEA lokal bedeutsamen Turbulenzen und Verwirbelungen (Veränderung des Windfeldes, anlage- und betriebsbedingt) wirken vorrangig im direkten Umfeld der OWEA, verlieren aber außerhalb des Offshore-Windparks schnell an Intensität und Wirksamkeit. Betriebsbedingte Luftschadstoffemissionen sind in erster Linie an die regelmäßigen Instandhaltungsarbeiten gebunden, können jedoch auch bei Betriebsstörungen auftreten. Es werden nur geringe schutzgutbezogene Auswirkungen erwartet.

In nachfolgender Tab. 102 sind die für das Schutzgut Klima/Luft relevanten bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zusammenfassend dargestellt.

Tab. 102: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussung bezüglich des Schutzgutes Klima/Luft

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	**Prognostizierte Auswirkung**	**Ausdehnung**	**Dauer**	**Intensität**	**SuF**
bau- und rückbaubedingt					
• Verkehr	• Luftschadstoffemissionen	m	k	g	**G**
• Bautätigkeit (Schiffsverkehr, Kräne, evtl. Saugbagger)	• Luftschadstoffemissionen	l-m	k	g	**G**
anlagebedingt					
• Hindernis im Luftraum	• Veränderung des Windfeldes	l	d	g	**G**
betriebsbedingt					
• Hindernis im Luftraum	• Veränderung des Windfeldes (Turbulenzen, Verwirbelungen)	m	d	g	**G**
• Störungsfreier Betrieb (Handhabungsverluste)	• Luftschadstoffemissionen	l	d	g	**G**
• Störungsfreier Betrieb Wartung	• Luftschadstoffemissionen	l	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Luftschadstoffemissionen	l	k	g	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

Für das Schutzgut Klima/Luft ergeben sich daraus insgesamt geringe Auswirkungen. Relevante Auswirkungen auf das Schutzgut Klima/Luft sind mit Ausnahme von Unfällen auszuschließen.

5.5 Auswirkungsprognose Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild zu verzeichnen:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- baubedingter Verkehr (Lärmbelastungen entlang der Transportwege)
- Baubetrieb (Lärm, Lichtemissionen, Bewegungen und sonstige Störreize)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Veränderung des Landschaftsbildes (Verlust an Naturlandschaft)

- optische Wirkung des Baukörpers
- Beleuchtung und Befeuerung

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Geräuschemission
- Drehbewegung, Lichtreflexionen und Schattenwurf der Rotoren (visuelle Unruhe)

Zur Bewertung der zu erwartenden Auswirkungen sind die Art und die Intensität der bestehenden Erholungsnutzung im betrachteten Bereich von entscheidender Bedeutung. Im Küstenbereich spielt die Wahrnehmbarkeit des Offshore-Windparks bzw. der Bautätigkeit aufgrund der hohen Zahl an potenziell Betroffenen eine bedeutsame Rolle. In der Nähe des Vorhabensgebiets auf der offenen See wird der Windpark jedoch nur für eine sehr geringe Anzahl von Erholung suchenden Personen bemerkbar sein. Zur Bewertung der Auswirkungen steht das Fachgutachten von ARCADIS (2012c) „Beschreibung, Visualisierung und Bewertung des Landschaftsbildes für den Offshore-Windpark ’ARCADIS Ost 1’“ zur Verfügung.

Die Bewertung erfolgt verbal-argumentativ, auf der Grundlage der beschriebenen und bewerteten visuellen Auswirkungen.

5.5.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Lärm

Aufgrund der Lärmemissionen wird im Umfeld des Offshore-Windparks die Ruhe baubedingt eingeschränkt. Da sich motor- oder segelgetriebene Schiffe (Freizeitverkehr) stärker in Küstennähe aufhalten, werden sich allerdings kaum Erholungssuchende im Wirkungsbereich aufhalten. Der Fahrgastverkehr (Fähren, etc.) auf den Hauptschifffahrtsrouten wird durch baubedingte Auswirkungen kaum betroffen (Eigengeräusche der Schiffe). Die Lärmemissionen werden mittelräumig und kurzzeitig wirken und von mittlerer Intensität sein. Daraus können *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgleitet werden.

Sichtbarkeit, Beleuchtung, visuelle Unruhe

Während der Bauphase kann es durch große Baumaschinen (z. B. Schiffskräne / Transportschiffe) und verstärkten Schiffsverkehr für den Anlagentransport bei guter Sicht zu Störungen des Landschaftsbildes kommen. Visuelle Wirkungen unterscheiden sich je nach dem Bezugspunkt (Küste, andere Schiffe) sowie der Entfernung zum Bezugspunkt. Als wesentlicher Teil des Landschaftsbildes werden, wie im Fachgutachten (ARCADIS 2012c) dargestellt und zugrunde gelegt, OWEA auf dem Meer in Entfernungen bis 8,5 km wahrgenommen (Nahbereich). Im Bereich von 8,5 bis 14 km werden sie als Mittelzone aufgefasst (noch deutlich erkennbar), im Abstand von 14 bis 28 km (Fernzone) ist die visuelle Einschätzung sehr zurückgenommen und in mehr als 28 km Entfernung (extreme Fernzone) sind die Anlagen nur noch bei entsprechenden Sichtverhältnissen wahrnehmbar. Aufgrund der Erdkrümmung und der daraus resultierenden Kimmsicht kann ab einer theoretischen Betrachterdistanz von 7 km der untere Teil des Betrachtungsobjektes nicht eingesehen werden, da dieser unterhalb des Horizonts liegt (siehe dazu ARCADIS 2012c). Im Fachgutachten werden die Sichthöhe, die kürzeste Entfernung und der sichtverdeckte Teil der Windenergieanlage für die Beobachtungsstandorte dargestellt (siehe Kapitel zu den anlagebedingten Auswirkungen). Auch das Ausleuchten des Baufeldes ist hier anzuführen. Die Wahrnehmbarkeit der Bautätigkeit wird dadurch erheblich verstärkt, ohne dass davon ausgehend für die Küstenbereiche eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes zu erwarten ist. Da sich insbesondere nachts im von den Beleuchtungswirkungen betroffenen Raum nur selten Erholungssuchende aufhalten, sind keine oder nur geringe Auswirkungen zu erwarten. Die Sichtbarkeit der Bautätigkeiten wird mittel- bis groß-

räumig und kurzzeitig sowie von geringer Intensität sein. Daraus können *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgleitet werden.

Zusätzlicher Verkehr

Die vermehrten Verkehre und Materialtransporte können zeitlich befristet auf dem Festland zu einer negativen Wahrnehmung der Bautätigkeit führen. Zu erwähnen ist hierbei auch die Verladung an Land vorgefertigter Bauteile der OWEA und der damit zusammenhängende Hafenbetrieb. Da es sich bei der Bautätigkeit um zeitlich befristete Auswirkungen handelt und das Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks mindestens 19 km von den nächstliegenden, für die Erholungsnutzung bedeutenden Standorten auf Rügen entfernt ist, werden nur *geringe* Auswirkungen erwartet.

Da keiner der betrachteten Küstenstandorte einen größeren Seehafen besitzt, der als Ausgangspunkt für diese Bauaktivitäten genutzt werden kann, erscheinen baubedingte Beeinträchtigungen für die mittels Visualisierung untersuchten Küstenabschnitte unwahrscheinlich (vgl. ARCADIS 2012c).

Verlust von Naturlandschaft

Durch die Baustelle wird lokal die Naturlandschaft verändert bzw. anthropogen überprägt. Die Dauer dieser Wirkung wird kurzzeitig sein (bauzeitlich), jedoch in die Betriebsphase mit dauerhafter Wirkung übergehen. Es wird eine geringe Intensität erwartet. Diese Wirkfaktoren führen zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Zusammenfassende Bewertung

Da es sich bei der Bautätigkeit um zeitlich befristete Auswirkungen handelt und das Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks mindestens 19 km von den für die Erholungsnutzung bedeutenden Standorten entfernt ist, werden durch diese Wirkfaktoren *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

5.5.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Die Auswirkungen während der Rückbauphase sind vergleichbar mit denen der Bauphase. Sie werden zeitlich begrenzt sein und überwiegend auf engem Raum stattfinden. Der während dieser Zeit wiederum erhöhte Schiffsverkehr bzw. die Bautätigkeiten wirken sich im Bereich des Windparks sowie im Bereich der angelaufenen Häfen visuell und akustisch aus. Die Krananlagen im Gebiet des Offshore-Windparks werden bei sehr guter Sicht voraussichtlich, auch von den Küsten aus, zeitweise zu erkennen sein. Da es sich jedoch um zeitlich befristete Auswirkungen handelt, die Häfen vorbelastet sind und der Offshore-Windpark mindestens ca. 19 km von für die Erholungsnutzung bedeutenden Küstenbereichen entfernt sein wird, werden die Auswirkungen als gering eingeschätzt.

5.5.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Allgemeine Einführung

Die Landschaft / das Landschaftsbild der Ostsee war bisher dadurch geprägt, dass über die Wasseroberfläche keine Bauten hinausragen.

Im Zuge der Umweltprüfung des Landesraumentwicklungsprogramms Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V) wurde eine vertiefte Prüfung der Programmfestlegungen mit voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen durchgeführt und die Ergebnisse in der Umwelterklärung (MFABL M-V 2004)

dargestellt. Bei der Prüfung der „Festlegung von marinen Eignungsräumen für Windenergieanlagen“ wird eingangs folgendes dargelegt:

*„Mecklenburg-Vorpommern ist bei der Schaffung von Eignungsgebieten für Windenergieanlagen in besonderem Maße dem Ziel verpflichtet, zur klimaschonenden und ressourcensparenden Energieerzeugung beizutragen. Da nach gegenwärtigem wissenschaftlichem Erkenntnisstand lediglich die Windenergie (neben der in einem flachen norddeutschen Küstenland nicht in Betracht kommenden Wasserkraft) massiv regenerativ Energie zu erzeugen, muss im besonderen Maße auf diese Energieerzeugungsform fokussiert werden. Etwaige negative Begleiterscheinungen wie industrielle Überformung des Meeres, Beeinträchtigung von insbesondere Fauna, Veränderung der Wasserqualität, Beeinträchtigung der Schiffssicherheit und touristischer Belange müssen entsprechend in Kauf genommen werden. Nach dem Ausstieg Deutschlands aus der Atomenergieerzeugung und insbesondere der Schließung des Atomkraftwerks Bruno Leuschner in Greifswald-Lubmin muss Mecklenburg-Vorpommern in diesem Sinne Ersatzenergie schaffen. Dies ergibt sich auch aus dem Klimaschutzkonzept der Landesregierung.“ (*MFABL M-V 2004, S. 57)

Unter den Überschriften Kulturelles Erbe einschließlich der architektonisch wertvollen Bauten und der archäologischen Schätze sowie Landschaft wird weiterhin aufgeführt:

„Zum kulturellen Erbe Mecklenburg-Vorpommerns gehört zweifellos die unverbaute, freie, von technischen Errungenschaften nicht überwölbte Landschaft. Doch auch Mecklenburg-Vorpommern unterliegt einem Wandlungsprozess. Dazu zählt auch, dass dieses Land sich der Aufgabe der Erzeugung regenerativer Energie stellen muss. Insofern kann das kulturelle Erbe nicht in allen Fassetten erhalten werden. Es muss hingenommen werden, dass in bestimmten Meeresbereichen dieses Erbe dahingehend modifiziert wird, dass es mit Vertikalstrukturen in der Ostsee ergänzt wird. In 50 bis 100 Jahren werden derartige Windparks sicher ebenfalls zum kulturellen Erbe zählen.

Architektonisch wertvolle Bauten werden unmittelbar durch die Windparks nicht beeinträchtigt. Der Ensembleschutz geht nicht so weit, dass Windparks nicht errichtet werden können, auch wenn man beispielsweise vom Kirchturm in Barth den „Windpark Baltic I“ wird sehen können. In dem Konflikt zwischen der Notwendigkeit, Energie zu erzeugen und dem Erhalt der freien Landschaft und des freien Meeresblickes, hat der Gesetzgeber durch die Privilegierung der Windenergie in § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB sich aber dafür entschieden, in substanzieller Weise auch der Errichtung von Industriezonen in der freien Landschaft Raum zu gewähren. Dieser gesellschaftliche Wandlungsprozess ist gesetzlich vorgegeben und muss hingenommen werden. Inwiefern beispielsweise der berühmte Blick vom Königsstuhl auf Rügen zukünftig durch die Errichtung von Windparks in der Ostsee nachhaltig beeinträchtigt werden könnte, sei dabei auch noch dahingestellt. Zwar gibt es umfangreiche Visualisierungsstudien, dennoch lässt sich nicht mit letzter Sicherheit klären, wie nachhaltig die Anlagen in der Realität wahrnehmbar sein werden. Dies hängt von vielen Faktoren, insbesondere auch dem Wetter, stark ab.

*Die Errichtung von Vertikalstrukturen wird den Blick auf die Landschaft durchaus verändern. Dieser Veränderungsprozess ist aber aus dem vorstehend genannten Gründen hinzunehmen; es wird sich zeigen, ob die Veränderungen wirklich dauerhaft und beeinträchtigend sind.“ (*MFABL M-V 2004, S. 60 f).

Der Umwelterklärung (MFABL M-V, 2004) ist zu entnehmen, dass zur Festlegung der marinen Eignungsräume für Windenergieanlagen auf der Grundlage einer Studie (OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS 1999) Tabuflächen festgelegt wurden, in denen keine OWEA errichtet werden dürfen. Diese wurden für die überwiegende Küstenmeerfläche ausgewiesen. Hinsichtlich der Belange des Tourismus an der Küste wurde der Bereich bis zu 5 km von der Küste als

Tabufläche bewertet und je nach erschwerenden Belangen weitere Bereiche mit bis 10 km und bis 15 km Entfernung von der Küste abgeleitet. Bei über 15 km Entfernung der OWEA wurde davon ausgegangen, dass aufgrund der nur noch an Tagen mit klarer Sicht wahrnehmbaren visuellen Beeinflussung keine Betroffenheit mehr vorliegt.

Durch die Realisierung des 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 Beeinflussungen des Landschaftsbildes kommen.

Neben der reinen Veränderung des Landschaftsbildes („freier Horizont“) kann es auch zu einer Beeinträchtigung der subjektiven Landschaftswahrnehmung durch Betrachter an der Küste kommen. Die tatsächliche Sichtbarkeit wird bestimmt durch die Entfernung der Offshore-Windparks zur Küste bzw. Inseln, die flächenmäßige Größe des Windparks, die Höhe der OWEA, die auf den konkreten Wetterbedingungen beruhende Sichtweite, die Höhe des Standorts des Betrachters (z. B. Strand, Aussichtsplattform, Leuchtturm) und die Leistungsfähigkeit des menschlichen Auges.

Die theoretische Sichtweite ist wegen der Erdkrümmung von der Höhe des Betrachtungspunktes abhängig. Hohe Objekte können auch jenseits des Horizontes gesehen werden. Bei diesen theoretischen Werten sind aber die meteorologischen Bedingungen nicht mit einbezogen.

Zur Beurteilung der Veränderung des Landschaftsbildes durch die Errichtung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ wurden Visualisierungen für maßgebliche Landstandorte genutzt (ARCADIS 2012c). Die nachfolgenden Darstellungen sind überwiegend dem Fachgutachten entnommen.

<u>Entfernung zwischen Küstenstandorten und Windpark</u>

Die Wirkung der Windenergieanlagen auf den Betrachter hängt maßgeblich von der Entfernung ab. Mit wachsender Entfernung werden die Anlagen weniger deutlich in allen Einzelheiten wahrgenommen. Die Entfernungen von markanten Landpunkten zum geplanten Offshore-Windpark sind bereits im Rahmen der Bestandsdarstellung und –bewertung (Tab. 39) dargestellt und zeigen die geringste Distanz zur Nordspitze der Insel Rügen, dem Kap Arkona. Die weiteren Beobachtungsstandorte weisen Entfernungen über 25 km auf. Prerow auf der Halbinsel Fischland-Darß liegt mit ca. 75 km in der größten Distanz zum Vorhabensgebiet.

Bei großen Sichtdistanzen über eine ebene Fläche ist, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, die Erdkrümmung zu berücksichtigen. Ist der Betrachtungsstandort auf Höhe der Wasserlinie (am Strand), wird die Augenhöhe des Betrachters mit 2 m angenommen. Bei Objekten in einer Entfernung von ca. 45 km sind nur noch die Objektteile oberhalb von 105 m sichtbar. Ab einer Entfernung von ca. 52 km sind die Windenergieanlagen (Gesamthöhe ca. 175 m) nicht mehr sichtbar.

In der folgenden Tab. 103 ist der im Fachgutachten rechnerisch ermittelte Anteil der Windenergieanlage pro Beobachtungsstandort dargestellt, der unter Berücksichtigung des Einflusses der Erdkrümmung und Refraktion unterhalb des Horizonts nicht gesehen werden kann.

Tab. 103: Rechnerisch ermittelter Teil der nächstgelegenen Windenergieanlage, die unterhalb des Horizonts nicht gesehen werden kann, pro Beobachtungsstandort (aus ARCADIS 2012c)

Beobachtungsstandort	Sichthöhe	Kürzeste Entfernung zum Windpark	sichtverdeckter Anteil der Windenergieanlage
Name	Höhe [m] ü. NN	Entfernung [km]	Anteil WEA [m]
Prerow / Darß	2,0	75,0	gesamte Anlage
Dornbusch/Hiddensee	67,0	38,5	3
Dornbusch - Strand/Hiddensee	2,0	37,8	71
Kap Arkona/Rügen	48,0	19,04	4
Kap Arkona - Strand/Rügen	2,0	18,9	12
Schaabe - Strand/Rügen	2,0	28,5	36
Glowe Hafen/Rügen	3,0	28,9	33
Glowe - Strand/Rügen	2,0	29,0	38
Lohme - Strand/Rügen	2,0	25,9	28
Lohme - Hafen/Rügen	60,0	26,0	1
Stubbenkammer- Königsstuhl/Rügen	118,0	25,6	18
Stubbenkammer - Strand/Rügen	2,0	25,5	27

Neben der Visualisierung als zentraler Aspekt der Landschaftsbildanalyse dienten weitere, ergänzende Parameter dazu, die Wirkung der Windenergieanlagen auf den Betrachter in Abhängigkeit der Entfernung zu verdeutlichen. Diese Parameter werden im Folgenden dargestellt:

Ausgangsparameter, die der Visualisierung zugrunde gelegt wurden

- Gesamthöhe ca. 175 m
- Nabenhöhe ca. 100 m
- Rotordurchmesser max. 150 m
- Blattzahl 3

Die maximale Ausdehnung des Vorhabensgebietes beträgt in Nordwest-Südost-Richtung ca. 15 km und in Nord-Süd-Richtung ca. 3,5 km. Die Flächengröße beläuft sich auf ca. 30 km². Das aktuelle Vorhabensgebiet hat die Form eines Polygons (vgl. Abb. 22).

Form und Farbe der Windenergieanlagen

Aufgrund der großen Distanzen werden mögliche Formunterschiede einer 3-flügeligen Windenergieanlage von der Küste aus nicht wahrnehmbar sein. Für den Anstrich der Offshore- Windenergieanlagen sollte eine möglichst kontrastarme, matte, graue Farbe verwendet werden. Entsprechend den von ALSTOM vorgegebenen Parametern wird für die Turbine die Farbe RAL 7035 / lichtgrau vorgesehen, da diese Farbe die Sonneneinstrahlung weniger stark reflektiert, als vergleichbare weiße Anstrichfarben. Der Anstrich der Rotorblattspitzen wird aus Flugsicherheitsgründen in der Farbe „verkehrsrot (RAL 3020)“ erfolgen. Auf Grund der großen Distanzen werden diese Signalstreifen von der Küste aus nicht wahrnehmbar sein. Bei bestimmten Wetterbedingungen mit minimalem Wellengang sind über die bisher getroffenen Feststellungen hinaus mit einer optischen Vergrößerung einhergehende Wasserspiegelungen, Reflexionen möglich. Dieser Effekt kann eine optische Verlängerung der vertikalen Strukturen bewirken.

Standortspezifischer, vom Windpark vereinnahmter Horizontwinkel

Auf der in Abb. 155 dargestellten Karte sind die untersuchten Beobachtungsstandorte, die Sichtachsen zum OWP "ARCADIS Ost 1" sowie die Beobachtungsentfernungen dargestellt. Die hier grau dargestellten Horizontalwinkel verdeutlichen den Teil des Sichtfeldes, der durch den geplanten Offshore-Windpark beansprucht wird. Innerhalb des gesamten Gesichtsfeldes des Beobachters, welches eine Ausdehnung von über 180° hat, gibt es ein zentrales Gesichtsfeld (ca. 54° - 56°), in dem man Elemente fokussiert, und ein peripheres Gesichtsfeld, in dem Elemente in unterschiedlicher Schärfe und Intensität wahrgenommen werden.

Abb. 155: Horizontalwinkel der Windparkansicht „ARCADIS Ost 1“ (aus: ARCADIS 2012c)

Laut Fachgutachten (ARCADIS 2012c) besitzt der Windpark von allen untersuchten Standorten vom Kap Arkona aus betrachtet die größte horizontale Ausdehnung mit 35°, gefolgt von Schaabe, Glowe, Lohme und Stubbenkammer mit jeweils 28°. Der Blick vom Dornbusch (Hiddensee) wird zum Teil durch den Landbereich von Wittow verdeckt, so dass die sichtbare, horizontale Ausdehnung einen Winkel von 6° einnimmt. Der durch den Windpark eingenommene Sichtbereich vom Standort Prerow / Darß blickend, besitzt ebenfalls eine Ausdehnung von 6°.

Exposition der Küstenabschnitte zum Windpark

Die nachfolgende Abb. 156 veranschaulicht die Ausrichtung der untersuchten Küstenabschnitte zum geplanten OWP. Die Ausrichtung der Küstenabschnitte C (Schaabe) und D (Glowe, Lohme) sind unmittelbar auf den Offshore-Windpark gerichtet. Hier liegt der Windpark im zentralen Blickbereich des Beobachters, während dieser von den Küstenabschnitten A, B, E und F eher peripher am Rand des Blickbereiches erscheinen wird.

Abb. 156: Exposition der Küste zum geplanten Windparkstandort (aus: ARCADIS 2012c)

Anordnungswahrnehmung

Wie in ARCADIS (2012c) dargelegt, wurde bei der Anlagenausrichtung auch darauf geachtet, dass kompakte, regelmäßige Strukturen entstehen, da diese sich am besten in die Landschaft einfügen. Von einer Entfernung aus betrachtet, in der die Rotorbewegungen der Windenergieanlagen noch gut zu sehen sind, wirken Konzentrationen hintereinander stehender Anlagen unruhiger als nebeneinander stehende Anlagen. Von den hier untersuchten Betrachterstandorten wird das Anordnungsmuster als weitgehend gleichmäßig verteilt wahrgenommen, wobei auch regelmäßige Strukturen und Konzentrationen entstehen, wenn mehrere Anlagen in einer Fluchtlinie stehen. Abb. 157 zeigt die Seitenprofile des Windparks, wie sie vom jeweiligen Beobachtungsstandort wahrgenommen werden.

Abb. 157: Darstellung des Anordnungsmusters von den jeweiligen Beobachtungspunkten (nicht maßstäblich, aus ARCADIS 2012c)

Sicht und Witterungsverhältnisse

Die Sichtweite ist eine visuell oder instrumentell bestimmte größte Entfernung, bis zu der ein Sichtziel erkennbar ist und wird von verschiedenartigen Faktoren beeinflusst (u.a. Trübung der Atmosphäre, sprunghafte Änderungen der Luftdichte). Ferner sind Beleuchtungsverhältnisse, Bewölkung sowie Art, Farbe und Größe des Sichtzieles, des Zielhintergrundes und der Zielumgebung (Ausprägung des Kontrastes) von Bedeutung. Die Schätzung der Sicht wird auch von den physiologischen Eigenschaften des Beobachterauges stark geprägt. In der Dunkelheit ist sie beeinflusst von der Intensität der Lichtquelle und deren Umfeldhelligkeit sowie von der Anpassungsfähigkeit des Auges an die Dunkelheit. In ARCADIS (2012c) sind die folgenden monatlichen Sichtweiten (Mittelwerte) angegeben:

Tab. 104: Mittelwerte von Sichtweiten pro Monat in km (aus: ARCADIS 2012c)

Sichtweiten [km]	Auftretenshäufigkeit von Sichtweiten [h]												
	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
0 - 4.9	138,4	155,7	117,5	70,1	45,4	24,9	21,5	41,8	21,5	69,3	145,5	178,0	**1.029,7**
5 - 9.9	139,0	128,0	135,4	86,4	58,5	34,4	31,3	56,9	42,0	105,5	136,6	140,2	**1.094,2**
10 - 14.9	87,4	80,2	97,4	85,2	43,4	33,8	44,0	48,0	52,0	80,0	60,5	73,1	**785,0**
15 - 19.9	75,9	79,0	84,6	79,2	66,1	59,1	51,0	57,7	69,1	64,7	57,7	61,1	**805,1**
20 - 24.9	70,7	57,3	68,5	80,0	70,1	63,7	67,9	77,6	79,4	54,9	42,4	50,2	**782,6**
25 - 29.9	54,9	45,8	48,6	65,9	68,9	66,1	79,8	73,9	74,7	47,4	45,8	47,4	**719,3**
30 - 34.9	39,8	30,9	36,6	50,0	71,3	55,5	87,8	67,9	61,5	41,4	30,7	33,4	**606,8**
35 - 39.9	30,7	22,3	28,5	45,0	75,3	81,2	85,2	72,7	60,9	43,8	27,1	30,5	**603,4**
40 - 44.9	25,7	21,3	28,1	47,4	78,8	89,8	93,8	75,7	58,7	45,2	28,3	27,1	**620,0**
45 - 49.9	17,5	11,1	21,1	28,5	48,6	58,5	76,8	43,0	49,0	38,8	23,3	22,9	**439,0**
50 - 54.9	15,7	12,3	19,1	27,3	47,2	77,8	49,2	44,0	51,6	35,8	27,3	18,7	**425,9**
55 - 59.9	8,2	8,0	16,5	15,5	22,3	31,9	20,7	28,1	33,0	28,5	19,3	15,3	**247,3**
60 - 64.9	10,8	13,3	17,7	19,5	30,5	31,7	22,1	26,9	35,0	40,6	25,9	15,9	**289,9**
65 - 69.9	5,2	6,4	7,2	8,0	9,6	7,2	7,4	5,4	10,6	11,3	9,8	7,2	**95,6**
70 - 74.9	26,5	6,2	19,9	11,7	7,8	7,8	7,2	9,4	18,3	30,9	29,3	21,5	**196,7**
≥ 75	0,8	2,2	0,6	3,6	3,4			0,6	4,2	7,0	3,0		**25,5**
Summe	**747,4**	**679,9**	**747,4**	**723,3**	**747,4**	**723,3**	**745,8**	**729,7**	**721,5**	**745,0**	**712,7**	**742,6**	**8.766,0**

Die in Tab. 104 aufgeführten 16 Sichtweitenstufen umfassen einen Bereich von 0 km bis über 75 km. Für die folgende Beschreibung der Sichtweiten werden diese nochmals zusammengefasst in:

- Geringe Sichtweitenstufen 0 km - 14,9 km,
- Mittlere Sichtweitenstufen 15 km - 54,9 km und
- Hohe Sichtweitenstufen ≥ 55 km.

Nach Tab. 104 ergibt sich ein deutlicher Jahresgang der Sichtstufen am Kap Arkona. Die Wintermonate Dezember, Januar und Februar, die Frühjahrsmonate März und April sowie die Herbstmonate Oktober und November sind hauptsächlich durch hohe Auftretenshäufigkeiten von geringen Sichtweitenstufen geprägt. Die Sommermonate Juni, Juli und August sowie die Monate Mai und September weisen dagegen eine hohe Auftretenshäufigkeit von mittleren Sichtweitenstufen auf. In den Herbstmonaten September und Oktober treten am häufigsten hohe Sichtweiten auf.

Geringe Sichtweitenstufen treten insgesamt ca. 2.909 Stunden im Jahr auf (entspricht ca. 33% des jährlichen Beobachtungszeitraums). Mittlere Sichtweitenstufen treten insgesamt ca. 5.002 Stunden im Jahr auf (entspricht ca. 57% des jährlichen Beobachtungszeitraums), und hohe Sichtweitenstufen treten insgesamt ca. 854 Stunden im Jahr auf (entspricht ca. 10% des jährlichen Beobachtungszeitraums). Werden die Auftretenshäufigkeiten der beiden letztgenannten Sichtweitenstufen summiert, ergibt dies ca. 5.857 Stunden im Jahr (entspricht ca. 67% des jährlichen Beobachtungszeitraums). Mit einer Entfernung von ca. 19 km zum Kap Arkona befindet sich der Offshore-Windpark danach für ca. ein Drittel eines Jahres außerhalb der Sichtweiten.

Für die weiteren Untersuchungsstandorte können unter Annahme ähnlicher Sichtverhältnisse aufgrund der größeren Entfernungen ähnliche bzw. entsprechend höhere Zeitdauern angenommen werden, in denen sich der Offshore-Windpark außerhalb der Sichtweiten befindet.

Der ca. 75 km südwestlich des Offshore-Windparks gelegene Untersuchungspunkt Prerow bildet dabei aufgrund der großen Entfernung eine Ausnahme. Unter Annahme ähnlicher Sichtverhältnisse würde sich der Offshore-Windpark vom Standort Prerow aus für ca. 8.740 Stunden im Jahr (entspricht ca. 99,7% des jährlichen Beobachtungszeitraums) außerhalb der Sichtweiten befinden.

Visualisierung

Erläuterungen zu den Visualisierungen sind im Fachgutachten (ARCADIS 2012c) aufgeführt (u. a. Aufnahmen bei guten Sichtverhältnissen, gemäß Forderungen des BSH Standards – StUK3). Auf der Grundlage der anlagenspezifischen Parameter und der Standortbedingungen wurde die Aussichtsweite für den jeweiligen Standort in Abhängigkeit von der Augenhöhe und der Anlagenhöhe ermittelt. Weiterhin wurde berechnet, welche Anlagenteile vom Strand bzw. dem ausgewählten, markanten Aussichtspunkt aus wahrgenommen werden können. Dabei wurde von der maximalen theoretischen Sichtweite ausgegangen. An den betreffenden Standorten treten meteorologische Sichtweiten von 40 km und mehr an ca. 94 Tagen im Jahr (26%) auf. Die Visualisierung (in Anlage 1 des Fachgutachtens) enthält je Standort eine Tagaufnahme ohne OWEA (siehe Abb. 55) und mit OWEA sowie eine Nachtaufnahme ohne und mit OWEA. Abb. 158 zeigt daraus die Visualisierung vom Standort Kap Arkona, dem Standort mit der geringsten Entfernung (ca. 19 km) zum geplanten Offshore-Windpark.

Abb. 158: Blick auf den OWP „ARCADIS Ost 1“ vom Standort mit der geringsten Distanz - Kap Arkona, mit OWEA (Visualisierung aus: ARCADIS 2012c)

Als Bewertungsmaßstab der zu erwartenden vorhabensbedingten visuellen Wirkung werden in ARCADIS (2012c) die Entfernungsklassen (Nahzone bis 8,5 km, Mittelzone 8,5 bis 14 km, Fernzone 14 bis 28 km, extreme Fernzone über 28 km Entfernung) herangezogen.

Tab. 105: Bewertung der zu erwartenden, vorhabensbedingten visuellen Wirkung (aus: ARCADIS 2012c)

Siedlungsgebiet/ Standort	Wirkzone	Bewertung der visuellen Wirkung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“
Insel Rügen		
Kap Arkona	Fernzone	<u>Betrachtungsstandort Königsteig</u> OWEA werden fast vollständig zu sehen sein und können z. T. als Einzelobjekte wahrgenommen werden, wobei sich der OWP als kompakte regelmäßige Struktur darstellt (vgl. Abb. 158) <u>Betrachtungsstandort Strandniveau, unterhalb des Königsteigs</u> wie oben, ca. 168 m der Gesamtanlage sind sichtbar
Schaabe	außerhalb der Fernzone	aufgrund der Erdkrümmung werden ca. 36 m der OWEA vom Horizont verdeckt, das Erscheinungsbild des unverbauten Blickraumes wird nur untergeordnet beeinträchtigt (OWP kleinflächig und knapp über der Horizontlinie des Meeres hinausragend)
Glowe	außerhalb der Fernzone	<u>Beobachtungsstandort Yachthafen</u> OWP erscheint als kompaktes Landschaftsbildelement

Siedlungsgebiet/ Standort	Wirkzone	Bewertung der visuellen Wirkung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“
		am Horizont Beobachtungsstandort Strand, nördlich der Ortschaft Im zentralen Blickbereich erscheint der OWP kompakt auf der Horizontlinie
Lohme	Fernzone	Beobachtungsstandpunkt am Yachthafen ca. 30 m der OWEA durch die Erdkrümmung verdeckt, OWP erscheint dem suchenden Beobachter im zentralen Blickfeld auf ansonsten unverbauter Horizontlinie Beobachtungsstandpunkt oberhalb des Hafens Anlagen nahezu komplett zu sehen, OWP erscheint größtenteils als zusammenhängendes Band auf der Horizontlinie
Stubbenkammer	Fernzone	Beobachtungspunkt am Strand OWP erscheint überwiegend als ein zusammenhängendes Band, ca. 27 m der OWEA werden durch die Erdkrümmung verdeckt Beobachtungspunkt Aussichtsplattform Königsstuhl OWP erscheint überwiegend als ein zusammenhängendes Band, ca. 18 m der OWEA werden durch die Erdkrümmung verdeckt
Insel Hiddensee		
Dornbusch	außerhalb der Fernzone	Betrachtungsstandort in der Nähe des Leuchtfeuers Dornbusch OWP wird nur bei sehr guten Sichtverhältnissen zu erkennen sein (als zusammenhängendes Landschaftsbildelement auf der Horizontlinie des Meeres) Betrachtungsstandort am Strand, unterhalb des Leuchtfeuers Dornbusch OWP wird nur bei sehr guten Sichtverhältnissen zu erkennen sein, wobei aufgrund der Erdkrümmung fast die Hälfte der Gesamtanlage hinter dem Horizont verschwindet
Halbinsel Fischland-Darß		
Prerow	außerhalb der Fernzone	Aufgrund der Erdkrümmung verschwinden die OWEA vollständig hinter der Horizontlinie und können selbst bei sehr guten Sichtverhältnissen nicht wahrgenommen werden.

Eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wird nach ARCADIS (2012c) für den Standort Prerow ausgeschlossen und auch für die weiteren betrachteten Küstenstandorte nicht erwartet. Für den Standort mit der geringsten Entfernung zum OWP – Kap Arkona – wird nicht davon ausgegangen, dass der unbefangene Betrachter die Erscheinung des Windparks als einen unangenehmen Blickfang empfinden wird. Die Erscheinung des Windparks wird am Standort Kap Arkona als nicht landschaftsprägend bewertet. Zusammenfassend werden die Landschaftsbildveränderungen als *gering* eingestuft (vgl. ARCADIS 2012c).

Beleuchtung und Befeuerung

Folgende Angaben zur Befeuerung und nächtlichen Sicht sind dem Fachgutachten (ARCADIS 2012c) zu entnehmen: Nach der „Richtlinie für die Gestaltung, Kennzeichnung und den Betrieb von Windenergieanlagen“ der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest / Nord besteht die Nachtkennzeichnung aus einer Befeuerung aller peripheren Windenergieanlagen mit gelben 5-

Seemeilenfeuem und einer Nahbereichskennzeichnung jeder einzelnen Windenergieanlage. Eine weitere Befeuerung ist nach den Anforderungen an die Luftfahrtshinderniskennzeichnung an der Gondelspitze der Windenergieanlage anzubringen. Die 5-Seemeilenfeuer sind an den peripheren Außenanlagen in einer Höhe von 10 bis 25 m über der Bezugshöhe (MW + 2 m) anzubringen und strahlen das Licht ausschließlich in Richtungen außerhalb des Windparks ab. Die Lichtstärke wird mit einer Obergrenze bis 180 cd (Candela) angegeben was einer meteorologischen Sichtweite bis max. 10 Seemeilen (max. 18,5 km) entspricht. Die Nahbereichskennzeichnung der Windenergieanlage wird durch Anstrahlung oder selbst leuchtende Schrift gewährleistet, wobei die erforderliche Leuchtdichte zwischen 5 und 10 cd/m² beträgt. Die Nachtkennzeichnung nach den Anforderungen an die Luftfahrtshinderniskennzeichnung muss rot sein und darf in ihrer Betriebslichtstärke 150 cd nicht überschreiten.

Die erforderlichen Gefahrfeuersysteme des geplanten Offshore-Windparks werden auf die Minimalstärken eingestellt, die den gesetzlichen Anforderungen und den Empfehlungen für Leuchtfeuer der International Association of Lighthouse Authorities, Iala entsprechen. Demnach haben die Leuchtfeuer eine Mindestreichweite von ca. 9,3 km bis max. ca. 19 km, lassen sich synchronisieren und in ihrer Stärke variieren. Weitere Vermeidungseffekte werden über die Regulierung des Abstrahlwinkels hergestellt, um so eine gerichtete Befeuerung einzustellen. Entsprechend ARCADIS (2012c) können die so ausgeführten Gefahrfeuersysteme von der Küste aus kaum wahrgenommen werden. Auch bei Dunkelheit sind keine Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch die Befeuerung der Anlagen zu erwarten. So wird für den Standort Kap Arkona (geringste Distanz zum OWP) ermittelt, dass bei Dunkelheit und guten Sichtverhältnissen die Parkbefeuerung von den Beobachtungsstandorten (vgl. Tab. 105) gerade noch wahrgenommen werden kann. Insgesamt werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet.

Veränderung der Naturlandschaft

Die anlagebedingte Umwandlung von Natur- in eine Kulturlandschaft wird mittelräumig wirken, d. h. die gesamte überbaute Fläche des Vorhabensgebietes betreffen. Die Auswirkungen werden dauerhaft sein, aufgrund der Größe des Vorhabensgebietes im Vergleich zu den angrenzenden offenen Meeresflächen jedoch mit mittlerer Intensität wirken. Insgesamt werden *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

5.5.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Drehbewegung, Lichtreflexionen und Schattenwurf der Rotoren (visuelle Unruhe) sowie Geräuschemission

Die Rotordrehung verstärkt in den Bereichen, in der sie noch erkennbar ist, die visuelle Wirkung von Windenergieanlagen. Langsam drehende Rotoren werden dabei weniger intensiv wahrgenommen als vergleichsweise schnell laufende Rotoren. Bei den hier betrachteten Windenergieanlagen werden Nenndrehzahlen erreicht, die grundsätzlich unter 12 U/min^{-1} liegen und somit den Aufmerksamkeitsgrad beim Betrachter senken (vgl. ARCADIS 2012c). Reflektierende Rotorblätter können über weite Distanzen ein unruhiges Bewegungsbild vermitteln. Wenig reflektierende Farben und Oberflächenstrukturen reduzieren die Erkennbarkeit der Rotorumdrehung erheblich. Es werden hierdurch nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

Im Nahbereich der Anlagen ist auch mit Schattenwurfeffekten und Geräuschemissionen zu rechnen. Unter Einbeziehung der vorgesehen Sicherheitszone um den Offshore-Windpark werden diese Beeinträchtigungen darüber hinaus nicht zu einem spürbaren Verlust der Landschaftsbildqualität führen. Relevante Beeinträchtigungen der Landschaftsbildqualität sind somit nur im Nahbereich zu erwarten.

Die Betriebsgeräusche der OWEA bzw. des Windparks werden meist schon in der Nähe der Anlagen durch den Lärm von Wind und Wellen überlagert und sind somit nur im Nahbereich der OWEA für Menschen hörbar.

Auch aus den regelmäßig notwendigen Instandhaltungsarbeiten können Beeinflussungen resultieren. Es kommt zu Schiffsbewegungen mit Lärmemissionen und Beunruhigungen. Die Auswirkungen werden als *gering* eingestuft.

5.5.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens würde die unverbaute Landschaft bzw. das natürliche Landschaftsbild erhalten bleiben. Die Erholungssuchenden (z. B. Segler) könnten bei Ausklammerung weiterer Windparkprojekte, d. h. ohne hohe Türme und Rotoren in diesem bisher unbebauten Raum, die Offenheit, Rauheit und Weite des Meeres ohne Einschränkungen weiterhin erleben. Möglicherweise ändert sich die Schiffsdichte oder der Anteil größerer Schiffe in den betrachteten Seegebieten durch zunehmenden Schiffsverkehr oder den Ausbau des Kreuzfahrttourismus.

5.5.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Die bau- und rückbaubedingten Auswirkungen des Vorhabens (Lärm, Sichtbarkeit, Beleuchtung, visuelle Unruhe, zusätzlicher Verkehr, Verlust von Naturlandschaft) wirken zeitlich begrenzt und das Vorhabensgebiet des Offshore-Windparks ist mindestens 19 km von den für die Erholungsnutzung bedeutenden Standorten entfernt. Daher werden durch diese Wirkfaktoren zusammenfassend *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

Hinsichtlich der anlagebedingten Auswirkungen in Bezug auf das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild wird eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes nach ARCADIS (2012c) für den Standort Prerow ausgeschlossen und auch für die weiteren auf den Inseln Rügen und Hiddensee betrachteten Küstenstandorte (Kap Arkona, Schaabe, Glowe, Lohme, Stubbenkammer, Dornbusch) nicht erwartet. Für den Standort mit der geringsten Entfernung zum geplanten OWP – Kap Arkona – wird nicht davon ausgegangen, dass der unbefangene Betrachter die Erscheinung des Windparks als einen unangenehmen Blickfang empfinden wird. Die Erscheinung des Windparks wird am Standort Kap Arkona als nicht landschaftsprägend bewertet. Zusammenfassend werden die Landschaftsbildveränderungen als gering eingestuft. Auch bei Dunkelheit sind keine Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch die Befeuerung der Anlagen (am Standort Kap Arkona bei guten Sichtverhältnissen gerade noch wahrgenommen) zu erwarten. Die anlagebedingte Umwandlung von Natur- in eine Kulturlandschaft wird mittelräumig, dauerhaft und mit mittlerer Intensität wirken, so dass *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet werden.

Reflektierende Rotorblätter können über weite Distanzen ein unruhiges Bewegungsbild vermitteln. Wenig reflektierende Farben und Oberflächenstrukturen reduzieren die Erkennbarkeit der Rotorumdrehung erheblich. Durch die Drehbewegung der Rotoren werden nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Im Nahbereich der Anlagen ist auch mit Schattenwurfeffekten und Geräuschemissionen zu rechnen. Unter Einbeziehung der vorgesehenen Sicherheitszone um den Offshore-Windpark werden diese Beeinträchtigungen darüber hinaus nicht zu einem spürbaren Verlust der Landschaftsbildqualität führen. Auch die Betriebsgeräusche der OWEA bzw. des Windparks werden nur im Nahbereich wirken (nur dort für Menschen hörbar), da diese meist schon in der Nähe der Anlagen durch den Lärm von Wind und Wellen überlagert sind. Die regelmäßig notwendigen Instandhaltungsarbeiten und damit verbundenen Schiffsbewegungen mit Lärmemissio-

nen und Beunruhigungen können zu *geringen* Beeinflussungen des hier betrachteten Schutzgutes führen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild relevanten bau- und rückbaubedingten, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen sowie die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zusammengefasst.

Tab. 106: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Landschaft / Landschaftsbild

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Verkehr	• Lärmemissionen	m	k	m	**G**
• Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe	m m	k k	m g	**G** **G**
• Veränderung der Naturlandschaft	• Baustellen- und Baustelleneinrichtungsflächen	l	k	g	**G**
• Baustellenbeleuchtung	• Visuelle Beeinträchtigung	gr	k	g	**M**
anlagebedingt					
• Veränderung des Landschaftsbildes	• Visuelle Wirkung	gr	d	g	**G***
• Veränderung der Naturlandschaft	• Technische Überprägung	m	d	m	**M**
• Anlagenbefeuerung (OWEA und SZ)	• Visuelle Unruhe	m	d	g	**G**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe • Schattenwurf • Drehbewegungen	 gr l m	d d d d	m g m g	**G** **G*** **G** **G***
• Störungsfreier Betrieb Wartung	• Lärmemissionen		d	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Lärmemissionen		k	m	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, G* = in und außerhalb der Fernzone, M = mittel, H = hoch

5.6 Auswirkungsprognose Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkfaktoren könnten Auswirkungen auf das Schutzgut Kultur- und sonstige Schutzgüter verursachen:

Baubedingte Projektwirkungen

- Schädigung von Kultur- und Sachgütern durch Lärm- und Schadstoffemissionen, visuelle Unruhe und Vibrationen (Baubetrieb und baubedingter Verkehr)
- strukturelle Veränderung von Kultur- und sonstigen Sachgütern (Verlagerung, Beschädigung, Zerstörung)

Anlagebedingte Projektwirkungen

- Flächeninanspruchnahme (potenzieller Flächen mit Kulturgütern, i. d. R. Wracks) durch Fundamente
- Einschränkung der traditionellen Fischerei

Betriebsbedingte Projektwirkungen

- optische Beeinflussungen (Schattenwurf, Beunruhigungen durch Drehbewegungen)
- Lärm- und Schadstoffemissionen bei Instandhaltungsarbeiten

5.6.1 Baubedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Lärm- und Schadstoffemissionen, visuelle Unruhe und Vibrationen

Während der Bauzeit sind Lärmemissionen und Vibrationen zu erwarten. Baubedingte Schadstoffemissionen sind bezüglich ihrer Intensität ähnlich wie die visuelle Unruhe und die Ausleuchtung der Baustelle weitgehend auf das unmittelbare Baufeld beschränkt. Diese Auswirkungen werden mittel- bis großräumig, jedoch nur kurzzeitig wirken. Es werden geringe bis mittlere Intensitäten erwartet, die insgesamt zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

Bezüglich der traditionellen Fischerei als Kulturgut ist damit zu rechnen, dass in erster Linie baubedingte Schallemissionen und Trübungsfahnen dazu führen werden, dass über das Gebiet des Offshore-Windparks hinaus die Fischfauna (hier im Zusammenhang mit dem Kulturgut Fischerei) durch Scheucheffekte beeinträchtigt wird. Ursächlich hängt dies zunächst mit den Fundamentgründungen zusammen, die auch Vibrationen im Unterwasserbereich erzeugen. Diese werden gemeinsam mit den Schallemissionen zeitlich befristete Fluchtreaktionen der Fischfauna auslösen und damit Auswirkungen auf die Fischerei haben (vgl. 5.7.4). Die Auswirkungen bezüglich der Fischerei werden mittelräumig, jedoch nur kurzzeitig wirken. Es werden mittlere Intensitäten erwartet, die insgesamt zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

Strukturelle Veränderung von Kultur- und sonstigen Sachgütern (Verlagerung, Beschädigung, Zerstörung)

Wie im Kapitel 4.6.2 herausgestellt, sind nach derzeitigem Kenntnisstand keine bekannten Bodendenkmale im Vorhabensgebiet und 500-m-Wirkraum um den OWP vorhanden. Aufgrund des großen Abstandes der bekannten Bodendenkmale zum geplanten Offshore-Windpark (>1,4 km) kann eine Beanspruchung der Wrack-Standorte ausgeschlossen werden. Im Zuge der Side-Scan-Sonar-Untersuchungen wurden zwei Objekte registriert, bei denen es sich möglicherweise um Wracks oder Wrackteile handelt. Eines der Objekte liegt innerhalb des Vorhabensgebietes, das zweite ca. 600 m südwestlich (s. Karte IV, Kartenanhang).

Baubedingt kann es beispielsweise beim Rammen der Pfähle sowie bei Verlegung der parkinternen Verkabelung zu einer möglichen Zerstörung unbekannter Kultur- und sonstiger Sachgüter, wie Seekabel und Wracks kommen. Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins unbekannter Kultur- und Sachgüter ist grundsätzlich zu berücksichtigen (vgl. auch Kap. 2.3.5 – Objekte, die Wracks oder Wrackteile sein könnten). Sicherheit über das tatsächliche Vorhandensein von Wracks auf dem Baustandort geben erst Vor-Ort-Untersuchungen im Vorfeld der Bauaktivitäten.

Werden trotz archäologischer Voruntersuchungen Bodendenkmale bei Erdarbeiten neu entdeckt, gelten die Bestimmungen des § 11 DSchG M-V. Die Untere Denkmalschutzbehörde ist unverzüglich zu informieren und der Fund oder die Fundstelle bis zum Eintreffen eines Mitarbeiters oder Beauftragten des Landesamtes für Bodendenkmalpflege in unverändertem Zustand zu erhalten. Die Verpflichtung erlischt fünf Werktage nach Zugang der Anzeige.

5.6.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Eine Betroffenheit von Kulturgütern, insbesondere von Bodendenkmalen ist für den Rückbau nicht gegeben, da davon ausgegangen werden kann, dass mit Errichtung des Windparks möglicherweise vorkommende Kulturgüter bereits gesichert wurden.

Mögliche rückbaubedingte Schadstoffauswirkungen auf Kultur- und Sachgüter sind entsprechend den baubedingten Wirkungen vernachlässigbar klein. Die Einschränkungen für die Fischerei werden voraussichtlich wieder entfallen.

5.6.3 Anlagebedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Flächeninanspruchnahme

Das Vorhabensgebiet wird von einem Seekabel (Telekommunikationskabel) gequert. Dieses wird hier als Sachgut betrachtet. Es werden privatrechtliche Kreuzungsvereinbarungen getroffen.

Bei allen Vorhaben, die mit Beeinflussungen des Sediments verbunden sind, lässt sich eine mögliche Beeinträchtigung auf dem Meeresgrund befindlicher Sachwerte bzw. kulturellen Erbes, welche im Vorfeld nicht bekannt waren, nicht vollständig ausschließen. Deshalb ist im Rahmen der Errichtung der Anlagenfundamente darauf zu achten, dass bisher nicht bekannte Objekte frühzeitig aufgefunden werden können. Eine Beanspruchung entsprechender Flächen kann durch die Verschiebung der entsprechenden Fundamente oder durch Räumung des entsprechenden Bereichs (Fischereigeschirre) vermieden werden.

Der Flächenverlust durch Überbauung wird mittelräumig erwartet und dauerhaft (Betriebsphase und damit Anlagenstandzeit) sein. Bei Berücksichtigung der nur geringen Intensität werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgleitet.

Einschränkung der traditionellen Fischerei

Es ist möglich, dass der Windparkbereich und eine sich daran anschließende Sicherheitszone mit einer Breite von bis zu 500 m mit Beginn der Bauphase für die Fischerei gesperrt werden. Es ist anzunehmen, dass es ein Befahrensverbot (vgl. Richtlinie der WSD 2009) und damit ein Fischereiverbot geben wird, so dass zumindest aktive Fanggeräte wie Grundschlepp- oder Scherbrettnetze in Windparks nicht eingesetzt werden dürfen. Für die Fischerei würde daraus ein potenzieller Fanggebietsverlust auf der Fläche des Offshore-Windparks zzgl. Sicherheitszone resultieren. Es sei allerdings auf die „Zwölfte Verordnung zur Änderung seerechtlicher Vorschriften“ verwiesen.

Nach IFAÖ (2013g) ist mit überschaubaren Einbußen für die Fangerträge und Umsätze zu rechnen, zumal sich die fischereiliche Einschränkung nur auf den Bereich des Vorhabensgebietes mit einer Größe von ca. 30 km² und einer dazugehörigen Sicherheitszone von bis zu 500 m (47,14 km²) um das Gebiet beschränken würde. Bei einer Rechteckgröße (ICES-rectangle 38G3) von 6.174 km² macht das Vorhabensgebiet nur einen Anteil von 0,8% (mit Sicherheitszone) der zur Befischung verfügbaren Fläche aus.

Es bestehen für die Fischerei neben dem potenziellen Verlust an Fangflächen für herkömmliche Fischereiarten jedoch auch Chancen. Die Einbringung von Hartsubstraten eröffnet den Lebewesen der vorgefundenen Zönose neue Siedlungs- und Aufenthaltsräume. Natürliche Riffe sind dafür bekannt, eine anziehende Wirkung auf Fische auszuüben. Das lokale Ausbleiben der fischereilichen Nutzung bietet den Fischen die Möglichkeit, die betroffenen Areale als Rückzugsgebiet zu nutzen. Erhöhte Individuendichten im Windparkareal können zu höheren Erträgen rings um die gesperrten Bereiche führen. In einem wirtschaftlich intensiv genutzten Ökosystem wie der Ostsee

muss jeder Schaffung von Schutzgebieten ein hoher Wert beigemessen werden. Abschließend ist festzustellen, dass eine verbindliche Auswirkungsprognose hinsichtlich der sich durch einen Windpark ergebenden fischereiwirtschaftlichen Veränderungen zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorgenommen werden kann. Die Ausführungen dieses Kapitels verdeutlichen, dass es nicht möglich ist, das Verhältnis des reduzierten Fischereidrucks im Vorhabensgebiet zu einer anzunehmenden ansteigenden Intensität der Fischerei in benachbarten Gebieten in Beziehung zu setzen.

Der Fischerei werden durch die Anlagen des Offshore-Windparks bisher durch Befischung genutzte Flächen verloren gehen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die materiellen Verluste aufgrund des Flächenentzuges durch einen erhöhten Fischereiaufwand im Umfeld des Offshore-Windparks kompensiert werden können. Hierbei gilt es auch zu beachten, dass durch die Schaffung der Sicherheitszone und das eventuelle Fischereiverbot möglicherweise positive Effekte auf die Fischbestände eintreten können, die wiederum die Auswirkungen durch den Flächenentzug mindern könnten. Insgesamt ergibt sich aus der möglichen Einschränkung des potenziellen Fischfanggebietes und der damit verbundenen Ertragsausfälle eine Beeinträchtigung fischereilicher Interessen. Bei Berücksichtigung des Überfischungsgrades bestimmter Fischarten, möglicherweise notwendiger Reduzierungen der Fangquoten und jahrweise sowieso schwankender Anlandungszahlen und der oben genannten möglicherweise positiven Effekte durch das Fischereiverbot im Offshore-Windpark und der Sicherheitszone, ergeben sich keine maßgeblichen Auswirkungen bezüglich des Kulturgutes Fischerei.

5.6.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Schattenwurf, Drehbewegungen, visuelle Unruhe

Die Wirkfaktoren, die sich potenziell auf die Artengruppe Fische auswirken (etwa Schattenwurf, Drehbewegungen der Rotoren, visuelle Unruhe, Vibrationen) könnten über die Scheuchwirkung auch für das Kulturgut Fischerei bedeutsam sein. Es wird eine nur geringe Intensität erwartet. Daraus ergeben sich nur *geringe* Effekte.

Lärm- und Schadstoffemissionen

Durch Lärm- und Schadstoffemissionen (z. B. bei Instandhaltungsarbeiten) sind Auswirkungen auf die Fischerei als Kulturgut möglich. Diese Auswirkungen werden nur lokal wirksam sein und von geringer Intensität, so dass sich daraus bei normalem Betrieb nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen ergeben.

5.6.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Wird das hier betrachtete Vorhaben nicht umgesetzt, bleiben die Kultur- und sonstigen Sachgüter in ihrem bisherigen Zustand erhalten bzw. unterliegen je nach Material und Einbettungsbedingungen der natürlichen Verwitterung.

5.6.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Das Vorhabensgebiet wird von einem Seekabel (Telekommunikationskabel) gequert, welches hier als Sachgut betrachtet wird. Es werden privatrechtliche Kreuzungsvereinbarungen getroffen. Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins unbekannter Kultur- und sonstiger Sachgüter (z. B. Objekte, die Wracks oder Wrackteile sein könnten) ist grundsätzlich zu berücksichtigen.

Für die anlagebedingte Flächeninanspruchnahme (OWP-Fläche und Sicherheitsabstand) und der damit verbundenen Einschränkung der traditionellen Fischerei wird eine *mittlere* Struktur- und

Funktionsbeeinflussung abgeleitet. Insgesamt besteht für Beeinträchtigungen von Kultur- und sonstigen Sachgütern ein *geringes* Risikopotenzial.

In der nachfolgenden Tabelle sind die möglichen bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen und die daraus abgeleitete Struktur- und Funktionsbeeinflussung zusammenfassend dargestellt.

Tab. 107: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Schutzgutes Kultur- und sonstige Sachgüter

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Schiffsverkehr	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen	m m	k k	g g	**G** **G**
• Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen • visuelle Unruhe • Vibrationen	m m gr m	k k k k	m m g g	**G** **G** **G** **G**
anlagebedingt					
• Flächeninanspruchnahme	• Flächenverlust durch Überbauung	m	d	g	**G**
• Flächeninanspruchnahme	• Nutzungseinschränkung für die im Seegebiet tätigen Fischer (Befahrensverbot / Befahrensbeschränkungen)	m	d	m	**M**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen • Vibrationen • Scheuchwirkung • Visuelle Unruhe • Schattenwurf • Drehbewegungen	m l l m gr l m	d d d d d d d	m g g m g g g	**G** **G** **G** **G** **G** **G** **G**
• Störungsfreier Betrieb Wartung	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen	l l	d d	g g	**G** **G**
• Betriebsstörungen	• Lärmemissionen • Schadstoffemissionen	l l	k k	m m	**G** **G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

Bei Erfassung bisher unbekannter Bodendenkmale wird den Informations- und Sicherungspflichten nachgekommen. Demnach sind keine Beeinträchtigungen von Kulturgütern durch das Vorhaben zu erwarten.

5.7 Auswirkungsprognose Schutzgut Tiere und Pflanzen

Die Wirkungsanalyse erfolgt nachfolgend getrennt nach Biotoptypen und den Artengruppen.

5.7.1 Auswirkungsprognose Marine Biotoptypen

Da in den nachfolgenden Kapiteln 5.7.2 bis 5.7.8 für die einzelnen marinen Artengruppen eine spezifische Wirkungsanalyse erfolgt, wird in diesem Abschnitt zu den marinen Biotopen lediglich eine zusammenfassende Darstellung der Konfliktprognose hinsichtlich wesentlicher struktureller und funktioneller Beeinflussungen vorgenommen (s. Tab. 108).

Tab. 108 Zusammenfassende Übersicht der Wirkungsprognose für marine Biotope

Biotoptyp	Beschreibung der maßgeblichen Umweltwirkungen/ Bewertung / Bemerkung, Hinweise
Schlicksubstrat	➢ baubedingte, lokale, mittelfristige Auswirkungen von mittlerer Intensität im Bereich der OWEA-Fundamente durch die Rammarbeiten und Einbringen der parkinternen Verkabelung ➢ baubedingte, mittelräumige, kurzfristige Auswirkungen von geringer Intensität durch Trübungsfahnen und Sedimentation ➢ anlagebedingte lokale Lebensraumverluste sowie Einbringen von künstlichem Hartsubstrat (Fundamente) ➢ anlagebedingte lokale Strömungsänderungen, Kolkbildungen Nach mittelfristiger Regeneration des Großteils des Zoobenthos ist der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt. Bei langlebigen Arten langfristige Regenrationszeit bis zur Herstellung des ursprünglichen Zustandes. Bewertung: geringe Umweltwirkungen mit mittel- bis langfristiger Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes.

5.7.1.1 Biotopschutzrechtliche Prüfung

Nach dem allgemeinen Grundsatz des § 30 Abs. 1 BNatSchG werden bestimmte Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, gesetzlich geschützt. Entsprechend § 30 Abs. 2 BNatSchG sind Handlungen, die zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung der in Satz 1 bis 6 genannten Biotope führen können, verboten. Die gesetzlich geschützten Biotope im hier relevanten Meeresgebiet sind in Satz 6 aufgeführt. Im Vorhabensgebiet des geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“ können potenziell folgende nach § 30 (2) Nr. 6 BNatSchG geschützte Biotope vorkommen:

- „Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände“,
- „Riffe“,
- „Sublitorale Sandbänke“,
- „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“ sowie
- „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich“.

Für die Beschreibung werden, wie in Kap. erwähnt, die Kartieranleitungen des BFN (2011a, b) sowie die Definitionen unter www.bfn.de/habitatmare herangezogen.

Gesetzlich geschütztes Biotop „Seegraswiesen und sonstige Makrophytenbestände“

Laut Bundesamt für Naturschutz (BfN) handelt es sich bei „Seegraswiesen und sonstigen marinen Makrophytenbeständen“ um von submersen Blütenpflanzen und/oder Großalgen unter Lichteinfluss geprägten Biotoptypen. Assoziierte Makrophyten-Arten bzw. Gattungen sind u. a. *Laminaria* und *Fucus* (KRAUSE et. al 2008). Umfangreiche „marine Makrophytenbestände“ gibt es allerdings auch im Küstenbereich. In den OSPAR- und HELCOM-Listen der zurückgehenden und/oder gefährdeten Biotoptypen sind verschiedene von marinen Makrophytenbeständen geprägte Biotoptypen aufgeführt.

Das Vorhabensgebiet liegt in Wassertiefen von 41 bis 46 m. In dieser Tiefe sind Makrophytenvorkommen aufgrund der geringen Lichtintensität nahezu ausgeschlossen. In den Videoaufnahmen und bei den Benthosuntersuchungen mittels van Veen-Greifer und Kurre wurden keine Makrophytenvorkommen im Vorhabensgebiet dokumentiert. Lediglich einzelne Driftalgen konnten beobachtet werden (IFAÖ 2013d).

Gesetzlich geschütztes Biotop „Sublitorale Sandbänke“

Der nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptyp „Sublitorale Sandbänke“ entspricht in der deutschen AWZ laut BfN dem durch Anhang I FFH-RL geschützten Lebensraumtyp „Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung durch Meerwasser“ (Code 1110) (www.bfn.de/habitatmare). Die Definition wird für das Vorhabensgebiet übernommen. „Sublitorale Sandbänke“ werden demnach wie folgt beschrieben:

- diese Sandbänke sind sandige Rücken, die sich deutlich aus ihrer weiteren Umgebung heraus erheben,
- sie müssen entsprechend der FFH-Anhang-Definition ständig mit Wasser bedeckt sein.
- Bei ihrem Substrat überwiegen flächenhaft Sande, eingestreut können sich kiesige Gemische finden; eine Mindestmächtigkeit von 30 bis 40 cm muss vorliegen, um Lebensraum für typische Sandbodengemeinschaften zu bieten;
- sie sind oft vegetationsfrei oder nur mit einer spärlichen Makrophytenvegetation bewachsen;
- sie heben sich in ihren ökologischen Funktionen und Lebensgemeinschaften von der weiteren Umgebung ab.

Ein Vorkommen von „sublitoralen Sandbänken“ wird ausgeschlossen, da im Vorhabensgebiet weder mittels SSS noch Videountersuchungen der Definition entsprechende Erhebungen des Meeresbodens dokumentiert wurden.

Gesetzlich geschütztes Biotop „Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna“

Nach der Kartieranleitung des BfN (2011b, vgl. http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/marine-biotope/Biotoptyp-Schlickgruende.pdf) liegt der Biotoptyp nur in der deutschen Nordsee vor. Ein Vorkommen im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ wird demnach ausgeschlossen.

Gesetzlich geschütztes Biotop „Riffe“

Laut BfN (www.bfn.de/habitatmare) entsprechen die nach § 30 BNatSchG geschützten Riffe in der deutschen AWZ dem durch Anhang I FFH-RL geschützten Lebensraumtyp „Riffe“ (Code 1170). Die Definition wird für das Vorhabensgebiet übernommen. „Riffe“ werden wie folgt beschrieben:

- Riffe sind vom Meeresboden schwach bis stark aufragende mineralische Hartsubstrate wie Felsen, Geschiebe, Steine, hauptsächlich auf Moränenrücken mit Block- und Steinbedeckung in kiesig-sandiger Umgebung

- oder biogene Hartsubstrate wie zum Beispiel Sandkorallen-Riffe und Miesmuschelbänke;
- sie sind dauerhaft überflutet und
- häufig mit Muscheln und einer charakteristischen Makrofauna bewachsen, in der Ostsee auch mit Großalgen.

Das Sediment im Vorhabensgebiet wird als reiner Schlick charakterisiert. Hartsubstrate wurden während der Untersuchungen nicht festgestellt. Das Vorkommen des Biotops „Riffe“ kann damit ausgeschlossen werden.

Gesetzlich geschütztes Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich“

Vom BfN wurde eine Kartieranleitung für das nach § 30 BNatSchG geschützten Biotop „Artenreiche Kies-, Grobsand und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich“ herausgegeben (BFN 2011a, vgl. http://www.bfn.de/habitatmare/de/downloads/marine-biotope/Biotoptyp-Kies-Sand-Schillgruende.pdf). Laut Kartieranleitung liegt dieses Biotop in der Ostsee vor, wenn beide der folgenden Bedingungen erfüllt werden (BFN 2011a):

1. Pro Station müssen mindestens zwei von drei van-Veen-Greiferproben Kies oder Grobsand gemäß FIGGE (1981) und HELCOM (1998) bzw. Schill in mehr als 50% der Gesamtfraktion enthalten und
2. innerhalb einer Vorkommensfläche müssen an drei Stationen, die deutlich (mindestens 15 m) voneinander getrennt sind, die Arten *Ophelia* spp. oder *Travisia forbesii* oder *Branchiostoma lanceolatum* zusätzlich zu anderen Endofaunavertretern vorkommen.

Weder Kies, Grobsand, Schill noch eine der charakteristischen Arten wurden im Vorhabensgebiet nachgewiesen, so dass das Vorkommen dieses Biotoptyps ausgeschlossen werden kann.

Weiterhin ist das Vorkommen des gesetzlich geschützten Biotops „Marine Block- und Steingründe“ nach § 20 Abs. 1 Satz 5 zu prüfen. Dieser ist durch überwiegend mit Blöcken bedeckten Meeresboden gekennzeichnet und kann damit ausgeschlossen werden, da der Meeresboden durchgängig mit Schlick bedeckt ist.

Aufgrund der Ergebnisse der Prüfung ist festzustellen, dass im Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ keine gesetzlich geschützten Biotope nach § 30 BNatSchG und § 20 NatSchAG M-V vorkommen.

5.7.1.2 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für die marinen Biotoptypen

Bei Nichtumsetzung des hier betrachteten Vorhabens bleiben die marinen Biotope in ihrem bisherigen Zustand erhalten, wenn sich nicht wesentliche abiotische Umweltbedingungen oder Nutzungsbedingungen verändern (z. B. Veränderungen durch steigende Wassertemperaturen als Folge des Klimawandels). Dazu wird auf die Erläuterungen der abiotischen Schutzgüter Boden/Sediment/Morphologie, Wasser und Klima/Luft sowie der zusammenfassenden Darstellung zu den Nutzungen beim Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit verwiesen.

5.7.1.3 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf die marinen Biotoptypen

Das Vorhabensgebiet des OWP „ARCADIS Ost 1“, welches eine Ausdehnung von ca. 30 km² umfasst, liegt vollständig im Biotoptyp „Feinsubstratbiotop der äußeren Meeresgebiete der Ostsee mit Schlicksubstrat (von Schluff und Ton dominiert)“. Es kommen keine gesetzlich geschützten Biotope nach § 30 BNatSchG und § 20 NatSchAG M-V vor.

Es werden überwiegend *geringe* Vorhabenswirkungen prognostiziert, die in der nachfolgenden Tabelle nach den möglichen bau-/rückbau, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen und die daraus abgeleitete Struktur- und Funktionsbeeinflussung zusammenfassend dargestellt sind.

Tab. 109: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Biotoptypen

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdeh-	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
Bautätigkeit					
• Rammarbeiten und Einbringen der parkinternen Verkabelung	Störung des natürlichen geologischen Aufbaus mit den jeweiligen Biotopstrukturen / Bestandverlust	l	k-m	m	**G**
• Resuspension und Sedimentation, Bildung von Trübungsfahnen, Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen	Beeinträchtigung durch Sedimentation	m	k	g	**G**
anlagebedingt					
• Flächenüberbauung und Raumverbrauch durch Fundamente	Lebensraumverluste, Einbringung von künstlichem Hartsubstrat	l	d	g	**G**
• Strömungsänderungen, Kolkbildungen durch die Fundamente als Hindernis im Wasserkörper	Habitatveränderung, Sedimentation	l	d	g	**G**
betriebsbedingt					
keine relevanten Wirkfaktoren					

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

5.7.2 Auswirkungsprognose Makrophytobenthos

Da keine autochthonen Makrophyten nachgewiesen wurden, können sich nur durch die anlagebedingte Bereitstellung von Hartsubstrat unter Wasser (Fundamente) und durch den Rückbau Auswirkungen auf das Makrophytobenthos ergeben.

5.7.2.1 Anlagebedingte Auswirkungen Makrophytobenthos

Durch die OWEA wird zusätzliches Siedlungssubstrat im Bereich der euphotischen Zone zur Verfügung gestellt. Es kommt zur Ansiedlung von im Vorhabensgebiet bislang nicht vorkommenden Makrophytobenthosarten, welche die Fundamentkonstruktionen im oberen Teil der Wassersäule zur Ansiedlung nutzen (s. auch Kap. 5.7.3.3).

5.7.2.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Makrophytobenthos

Durch die Entfernung des Hartsubstrates (Fundamente und Türme der OWEA und Fundamente der Umspannplattform) wird auch das durch Makrophytobenthos besiedelbare Hartsubstrat wieder aus dem Meeresgebiet entfernt.

5.7.2.3 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Makrophytobenthos

Ohne Umsetzung des OWP und bei weiterem Fehlen geeigneter Substrate werden sich das Artenspektrum und die Siedlungsdichte des Makrophytobenthos im Untersuchungsgebiet nicht verändern (keine autochthonen Makrophytenvorkommen).

5.7.2.4 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Makrophytobenthos

Das Vorkommen von Makrophyten kann sich potenziell auf andere Schutzgüter auswirken. Es werden nur *geringe* Auswirkungen erwartet. Die in nachfolgender Tab. 110 zusammengestellten Wirkungen sind ausschließlich anlagebedingt.

Tab. 110: Wirkfaktor, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen hinsichtlich Makrophytobenthos

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
anlagebedingt					
Fundamente der OWEA und der Umspannplattform hier: Fundament bis Wasseroberfläche • Hartsubstrat unter Wasser (Fundament)	anthropogenes Habitat (Hartsubstrat in Weichbodenlebensraum)	l	d	g	G
Tonnen/Seezeichen • Schaffung von Unterwasser- und Überwasser-Hartsubstratflächen	anthropogenes Habitat (Hartsubstrat in Weichbodenlebensraum) minimale Wirkungen möglich	l	d	g	G

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich

5.7.3 Auswirkungsprognose Makrozoobenthos

Die Intensität der Auswirkungen auf das Makrozoobenthos ist von den jeweiligen Sedimentverhältnissen, von der Struktur der benthischen Tiergemeinschaft (kurzlebige Opportunisten oder langlebige Arten mit geringer Reproduktion) und von der Hydrographie (Salzgehalt, Schichtung) abhängig.

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren können auf das Makrozoobenthos wirken:

Baubedingte Vorhabenswirkungen

- Flächen- und Raumverbrauch
- Beeinflussungen durch Resuspension und Umlagerung von Sediment, Trübungsfahnen und Vibrationen
- Handhabungsverluste (Müll, Schadstoffe usw.)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Flächenüberbauung und Raumverbrauch
- kleinräumig verändertes Strömungsregime (Hindernis im Wasserkörper)

- künstliches Hartsubstrat unter Wasser (Fundament, ggf. mit Kolkschutz)
- Nutzungsverbot

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Beeinflussung durch Wärmeemissionen
- Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten
- Handhabungsverluste

5.7.3.1 Baubedingte Auswirkungen Makrozoobenthos

Die Auswirkungen der Bauphase werden mit denen anderer Beeinflussungen des Meeresbodens zu vergleichen sein (Sedimententnahme, Baggergutverklappung, Kabelverlegung, Errichtung von Ölplattformen). Maßgebliche Beeinflussungen entstehen hauptsächlich infolge der Gründung der Fundamente und der Herstellung der Kabelgräben. Aber auch der eigentliche Baubetrieb beansprucht den benthischen Lebensraum (z. B. ankernde Schiffe, Aufstellen von Plattformen).

Flächen- und Raumverbrauch

Durch die Errichtung von Fundamenten wird lokal benthischer Lebensraum für die Standzeit der OWEA zerstört. Der Flächenanteil der betroffenen Fläche ist, gemessen an der Gesamtfläche des Vorhabensgebietes gering (<0,1%). Sonstige Bautätigkeiten führen lokal zum Verlust von Lebensraum für die Dauer der Bauphase.

Die Auswirkungen auf das Makrozoobenthos in Folge der Errichtung der Windenergieanlagen werden als lokal und kurzfristig bewertet und erreichen eine hohe Intensität. Wegen der geringen Größe der überbauten Fläche werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen prognostiziert.

Beeinflussungen durch Resuspension und Umlagerung von Sediment, Trübungsfahnen und Vibrationen

Während der Gründungsarbeiten und der Verlegung der parkinternen Verkabelung wird zusätzlich benthischer Lebensraum geschädigt. Die Beeinträchtigungen umfassen neben dem direkten mechanischen Einwirken am Wirkungssort auch kurzfristige Belastungen durch Trübungsfahnen (hohe Konzentrationen partikulärer Substanzen können z. B. den Filterapparat von Muscheln schädigen), erhöhte Sedimentation (einige benthische Tiere sterben bei Schütthöhen über 4 cm), Veränderungen der oberflächennahen Sedimente (tiefer liegende Sedimente könnten an die Bodenoberfläche gelangen) und erhöhte Nährstoff- und möglicherweise Schadstofffreisetzung.

Experimentelle Studien zur Mortalität einzelner Arten bei Überschüttung durch Sediment liegen vor allem durch MAURER et al. (1986) vor. Die Empfindlichkeit gegen Überschüttung ist art- und altersspezifisch, aber auch von der Überschüttungshöhe und dem Sedimenttypus des nativen und des aufgebrachten Sediments abhängig. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend verallgemeinern, dass nur Individuen mit den erforderlichen physischen und physiologischen Möglichkeiten zurück in bewohnbare oxische Bereiche gelangen können (PRENA et al. 2002). Große, wühlende Gruppen wie die Nereidae (*Neanthes succinea*, *Hediste diversicolor*) können bis 90 cm hohe Aufschüttungen von sandigen Sedimenten durchdringen (ESSINK 1996). Bei schlickigen Sedimenten, wiederholter Überschüttung und hohen Wassertemperaturen können nur deutlich geringere Sedimentmächtigkeiten überwunden werden. Auch Arten wie *Scoloplos armiger* scheinen Überschüttung von mehreren Dezimetern überleben zu können. Dagegen haben sessile Arten selbst bei wenigen Zentimetern Überschüttung kaum Überlebenschancen.

Die Dauer der Auswirkungen ist auch von der Zusammensetzung der betroffenen benthischen Gemeinschaft abhängig. Für den größten Teil der Artengemeinschaft kann nach der Beseitigung

der Störung eine relativ schnelle Wiederbesiedlung angenommen werden. Dagegen kann es mehrere Jahre bis Jahrzehnte dauern bevor sich langlebige Arten (z. B. *Arctica islandica*) wieder in einem gestörten Lebensraum ansiedeln (IFAÖ 2013d).

Für die Dauer der Auswirkungen ist die Ausdehnung der direkten Wirkungsfläche von entscheidender Bedeutung. In einem Versuchsfeld nördlich vor Warnemünde (Mecklenburger Bucht) wurden 2001 Kurz- und Langzeiteffekte von nicht schadstoffbelastetem Klappgut auf die Benthosgemeinschaft untersucht. Dabei handelte es sich um eine typische Weichbodengemeinschaft der westlichen Ostsee mit dominierenden Spezies wie *Arctica islandica*, *Macoma balthica*, *Diastylis rathkei* und *Nephty hombergii*. Es wurde festgestellt, dass kurzzeitig (3 Wochen nach Verklappung) dramatische Effekte auf die Individuendichte und Artenzusammensetzung zu erwarten ist. Arten wie *A. islandica, M. balthica* und *N. hombergii* wurden reduziert, überlebten aber zum Teil. Der Polychaet *Pectinaria koreni* wurde auf Grund der labilen Wohnröhre und den beschränkten Grabfähigkeiten des Individuums hingegen als sehr anfällig charakterisiert. Langfristig (2 Jahre) konnte jedoch gezeigt werden, dass eine Wiederbesiedlung stattfand. POWILLEIT et. al. 2006 wies jedoch auf eine mögliche Änderung in der Dominanzstruktur hin. Des Weiteren wurde beschrieben, dass der letztendliche Einfluss von verschiedenen Faktoren abhängt, welche im Einzelnen näher beleuchtet werden müssen. Dazu gehören z. B. die Sedimentparameter, die Verklap-pungsmenge, die vorherrschende Strömung, die Partikelgröße, die Wassertiefe aber auch der Zeitpunkt der Verklappung.

Auftretende Vibrationen während der Bauarbeiten könnten lokal begrenzt ebenfalls Störungen der benthischen Fauna bedeuten.

Die baubedingten Auswirkungen durch Sedimentumlagerungen und damit einhergehende Einflüsse werden aufgrund der mächtigen Schlickauflagerungen mittelfristig und mittelräumig wirken. Es wird eine hohe Intensität prognostiziert, so dass *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen resultieren.

Handhabungsverluste (Müll, Schadstoffe, usw.)

Beeinträchtigungen des Makrozoobenthos können im Falle von schwerwiegenden Handhabungsverlusten auftreten. Handhabungsverluste können derzeit nicht abschließend prognostiziert werden, da noch nicht bekannt ist, welche Substanzen (Öle, Schmierstoffe, usw.) in welchen Größenordnungen bei der Einbringung des Kabelsystems Verwendung finden werden.

Bei Einhaltung der Handhabungsvorschriften ist jedoch nicht mit einer Beeinträchtigung von Arten des Makrozoobenthos durch Schad- und Nährstoffe zu rechnen.

5.7.3.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Makrozoobenthos

Die möglichen Wirkungen des Rückbaus der Anlagen werden denen der Bauphase entsprechen. Dennoch ist aus heutiger Sicht keine seriöse Prognose für die Rückbauphase zu erstellen. So existieren die wenigen europäischen Offshore-Windenergieanlagen in der Nordsee erst seit wenigen Jahren, so dass es unmöglich ist, Aussagen über Langzeitfolgen für die Meeresumwelt zu treffen (DIEMBECK 2006). Die Prozesse der globalen Erwärmung, der anthropogen verursachten Änderungen der Biogeographie und der fortschreitenden Reduktion der globalen Artenvielfalt (z. B. durch anhaltende Überfischung) stehen dem entgegen (IFAÖ 2013d).

5.7.3.3 Anlagebedingte Auswirkungen Makrozoobenthos

Flächenüberbauung und Raumverbrauch

Durch die Fundamente für die OWEA und weitere Anlagen (Umspannwerk) erfolgt eine dauerhafte Flächenversiegelung und damit ein dauerhafter Verlust an Lebensraum für die dort angesiedelte

Weichbodenbenthosgemeinschaft. Der prozentuale Anteil des Flächenverlustes an der Gesamtfläche des Vorhabensgebiets wird für das geplante Jacketfundament sehr gering sein. Es werden lokale, dauerhafte Auswirkungen mit hoher Intensität erwartet. Daraus resultieren *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Kleinräumig verändertes Strömungsregime (Hindernis im Wasserkörper)

Durch das Einbringen von Strukturen in die Wassersäule werden Veränderungen des Strömungsregimes auftreten. Durch Offshore-Bauwerke veränderte Strömungsverhältnisse können die Sedimentdynamik beeinflussen. Im Strömungsschatten der Hauptstromrichtungen können in den Kolken feine Sedimente und Schill akkumulieren (SCHRÖDER et al. 2005), was zu einer Veränderung der Siedlungsstruktur (Verschiebung der Dominanzverhältnisse) im Nahbereich führt. In der Umgebung der Forschungsplattform FINO 1 wurden die Verdrängung vieler Weichbodenbewohner und das verstärkte Auftreten von Räubern wie Schwimmkrabben, Flohkrebsen und carnivoren Borstenwürmern beobachtet. Der Einfluss der Forschungsplattform auf die Benthosgemeinschaft konnte bis in 15 m Entfernung vom Pfeiler dokumentiert werden, schien sich aber noch auszuweiten (SCHRÖDER et al. 2005). Diese Effekte sind jedoch als lokal zu werten und haben über den beschriebenen Bereich hinaus kaum Auswirkungen auf die benthische Besiedlung.

Im Nahbereich der Fundamentbasen werden sich Auskolkungen bilden, deren Ausdehnung stark von der Größe der resultierenden Strömung und der Einbringung eines Kolkschutzes abhängt. Die Beeinflussung der Strömung durch ein einzelnes Bauwerk erstreckt sich nur auf einen kleinräumigen Bereich. Bei Annahme eines Kreiszylinders resultiert im Abstand eines Bauwerksdurchmessers nur noch eine Geschwindigkeitserhöhung von etwa 10%, und im Abstand von zwei Durchmessern eine solche von etwa 4%. Hinter dem Bauwerk treten ein Ablösebereich und Wirbel auf, die über mehrere Bauwerksdurchmesser langsam abklingen, wobei die Intensität von den jeweiligen Strömungsbedingungen abhängt. Insgesamt weist die Strömung unmittelbar am Bauwerk eine sehr komplizierte räumliche Struktur auf (ZIELKE 2000). Die Veränderungen im Strömungsverhalten sowie die Kolkbildungen werden im Vorhabensgebiet aufgrund der großen Wassertiefe, kleinräumige Veränderungen in der Faunenzusammensetzung hinsichtlich einer Verschiebung der Dominanzverhältnisse bewirken, die als gering einzustufen sind.

Die Veränderung des Strömungsregimes führt zu kleinräumigen, aber dauerhaften Auswirkungen. Über die Intensität der Auswirkungen kann keine Aussage getroffen werden, da sie von der Änderung der benthischen Artengemeinschaft abhängen. Es werden dennoch nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen des Makrozoobenthos erwartet, da der Anteil der beeinflussten Fläche an der Windparkfläche sehr gering ist.

Künstliches Hartsubstrat unter Wasser (Fundament und ggf. Kolkschutz)

Im Vorhabensgebiet wurden im Rahmen aller Untersuchungen keine natürlichen Hartsubstrate in Form von Steinen und Geröllen nachgewiesen, sondern ausschließlich homogener Weichboden mit ausgeprägten Schlickauflagerungen. Ebenso wurden keine typischen Hartsubstratbewohner wie z. B. die Miesmuschel *Mytilus edulis* sowie deren Begleitfauna in den Proben aufgefunden (IFAÖ 2013d). Durch die Einbringung von Hartsubstrat wird somit die Ansiedlung von gebietsfremden oder für das Gebiet untypischen Arten (Hartbodenfauna) gefördert, was einer Veränderung der natürlichen Lebensgemeinschaft durch anthropogene Einflüsse gleichzusetzen ist. Durch die genannte Einbringung von Hartsubstrat in den Lebensraum erhöht sich die Habitatkomplexität. Potenzielle Hartbodenbewohner verhalten sich invasiv bei Angebot geeigneter Substrate. Letzteres gilt ebenfalls für diverse Makrophyten, die an den Konstruktionen entsprechend ihrer Lichtansprüche einen vertikal differenzierten Bewuchs bilden könnten. Dieser Aufwuchs von Pflanzen und sessilen Tieren bietet seinerseits anderen mobilen Tieren Nahrung und Lebensraum. Allerdings gibt es bisher überwiegend widersprüchliche Erkenntnisse darüber, wie sich die Ansiedlung der

Hartboden-Arten auf die Sandbodengemeinschaften auswirken könnte (DAVIS et al. 1982, AMBROSE & ANDERSON 1990, POSEY & AMBROSE 1994, FABI et al. 2002, BECH et al 2004). Neuere Erkenntnisse bringen die Untersuchungen am dänischen Windpark Horns Rev (LEONHARD & BIRKLUND 2006) und die Forschungsarbeiten an der Plattform FINO 1 (SCHRÖDER et al. 2005).

Der Monopile der Forschungsplattform FINO 1 wurde innerhalb kurzer Zeit von Makrozoobenthos besiedelt. Dabei entwickelte sich eine hochdynamische Sukzessionsfolge, deren endgültiges Stadium mit Beendigung des BeoFINO-Projektes noch nicht erreicht war (SCHRÖDER et al. 2005). Dominiert wurde die Gemeinschaft nach 18 Monaten von der Miesmuschel *Mytilus edulis* und der Flohkrebs-Art *Jassa herdmanni*. Insgesamt wurden bis zu diesem Zeitpunkt 54 Arten auf den Hartböden nachgewiesen, darunter waren zahlreiche neue Arten für das Gebiet. Bemerkenswert war die Akkumulation der Biomasse auf über 3 Tonnen Feuchtgewicht im Sommer 2004, 18 Monate nach der Installation der Messplattform. Die vorläufigen Ergebnisse der Modellierung des Biomasse-Exports weisen einen spürbaren Austrag von Biomasse aus einem Windpark von 5x5 Anlagen in einen Umkreis von wenigen km aus (POTTHOFF et al. 2007). Von einer Akkumulation wird jedoch nur für den inneren Bereich des Offshore-Windparks ausgegangen. Die zusätzliche Biomasse auf den Hartböden und auf dem Weichsubstrat wird insbesondere große, vagile Prädatoren und Aasfresser (v. a. decapode Krebse und Seesterne) anlocken. Zusätzlich wirken strukturierte Hartböden mit Versteckmöglichkeiten (ggf. erforderlicher Kolkschutz) attraktiv auf diese Arten. Möglicherweise wird dadurch auch der Fraßdruck auf potenzielle Beutetiere der Infauna (insbesondere Muscheln) erhöht.

Eingebrachtes Hartsubstrat im Arkonabecken wird relativ schnell von der Miesmuschel und Balaniden (Seepocken) dicht besiedelt werden. Der Aufwuchs wird erhebliche Biomassen erreichen, wodurch im Vorhabensgebiet plötzlich ein stark erhöhter Eintrag an organischem Material vorliegen wird, der unter Umständen zu vermehrten Sauerstoffmangelsituationen führen kann. Dies betrifft vor allem die Sedimentflächen um die OWEA herum, große Aufwuchsklumpen lösen sich ständig infolge von starken Wellenbewegungen ab und lagern sich auf dem Sediment ab. Dadurch können sich dicke Auflagerungen an organischem Material bilden und so zu starken Sauerstoffzehrungsprozessen innerhalb des Sedimentes führen. Auf der anderen Seite gehören beide Aufwuchsarten zu den aktiven Filtrierern, die zu starken Nahrungskonkurrenten der im Weichboden lebenden filtrierenden und partikelfressenden Arten werden. (IFAÖ 2013d)

Die Wirkungen des künstlichen Hartsubstrates auf das Makrozoobenthos werden für die gesamte Betriebsdauer kleinräumig um die einzelnen Windenergieanlagen im Bereich der Windparkfläche relevant sein. Die Intensität wird mit mittel prognostiziert, und die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen werden als *gering* eingeschätzt.

<u>Nutzungsverbot</u>

Die Errichtung des Windparks könnte die lokale Einstellung der Schleppnetzfischerei zur Folge haben (hier so angenommen). Obgleich die Bodenfischerei bereits seit langer Zeit im Verdacht steht, die benthischen Habitate und Gemeinschaften nachhaltig zu verändern, sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse nach wie vor uneinheitlich und die Positionen kontrovers. Effekte traten vor allem durch Verletzung fragiler (überwiegend bei Stachelhäutern) und sessiler Epifauna, Attraktion von Aasfressern und durch Suspendierung und Verdriftung sehr kleiner, oberflächennah lebender Fauna auf. Tiefer grabende Infauna (einschließlich aller Mollusken) war dagegen kaum betroffen. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die Schleppnetzfischerei in erster Linie über Veränderungen der Habitateigenschaften wirkt, während eine direkte Beeinflussung benthischer Organismen zwar gegeben ist, aber eher eine untergeordnete Bedeutung hat. Es wird mit der Sukzession der Gemeinschaft gerechnet (Erhöhung der Diversität, Veränderung der Altersstruktur), die

Auswirkungen werden aber schwer nachweisbar sein. Generell ist eine Entwicklung von Makrozoobenthosgemeinschaften in der Ostsee kaum langfristig prognostizierbar.

Das Nutzungsverbot wird sich mittelräumig und dauerhaft mit geringer Intensität auswirken. Daher werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet.

5.7.3.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Makrozoobenthos

Beeinflussungen durch elektromagnetische Felder und Wärmeemissionen

Die parkinterne Verkabelung zwischen den OWEA erzeugt schwache elektrische und magnetische Felder (bei der hier zu betrachtenden Verwendung von Drehstromkabeln sind diesbezüglich allerdings keine Effekte zu erwarten). Gegenwärtig liegen keine Erkenntnisse über Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf marine, benthische Wirbellose vor. Unbekannt ist, ob marine, benthische Wirbellose elektromagnetische Felder wahrnehmen können, diese eine Bedeutung für ihre Lebensweise besitzen, und ob und bei welchen Feldstärken physiologische oder verhaltensbiologische Effekte möglich sind. Ebenfalls unbekannt ist, ob mögliche Auswirkungen messbar sein werden (KULLNICK & MARHOLD 1999).

In der unmittelbaren Umgebung der Kabel treten nur geringfügige positive Temperaturanomalien auf. Als Effekt durch die parkinterne Verkabelung ist die Abgabe der erzeugten Wärme zu erwarten. Um maßgebliche Beeinflussungen der benthischen Lebensgemeinschaften (insbesondere von arktischen Arten) zu vermeiden, ist eine oberflächennahe Erhöhung der Sedimenttemperatur von maximal 2 K einzuhalten. Bisher angefertigte Studien rechnen mit deutlichen Temperaturerhöhungen in Kabelnähe, in größerer Entfernung (ab ca. 80 cm) werden 2 K nicht überschritten. Bei Auftreten von permanenten Temperaturerhöhungen im Sediment ist mit einer Veränderung von physikochemischen Eigenschaften des Substrates wie der Veränderung von Redox-, Sauerstoff-, Sulfid- und Nährstoffprofilen sowie einem Anstieg der bakteriellen Aktivität zu rechnen. Dies könnte auch Auswirkungen auf die Evertebratenfauna haben. Mit permanenten Temperaturerhöhungen ist jedoch nur bei mehrtägigen Volllastphasen zu rechnen, die selten auftreten (BRAKELMANN 2005). Das Maß der Temperaturänderung ist weiterhin abhängig von den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Sedimenttyp, Strömungsverhältnisse etc.). Laborversuche mit *Marenzelleria* sp. und *Corophium volutator* zeigen jedoch, dass zumindest bei einigen Arten Meidungen von erwärmten Sedimentbereichen nachzuweisen sind (BORRMANN 2006).

Durch die Wärmeemissionen der Kabel werden lokal dauerhafte Auswirkungen mit geringer bis mittlerer Intensität erwartet. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen werden *gering* sein, da die Emissionen bei Stillstand der Anlagen aussetzen und nur die unmittelbare Kabelumgebung betroffen ist.

Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten

Bei Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten können die gleichen Wirkungen auftreten, die bei den baubedingten Wirkungen bereits erläutert wurden. Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten haben jedoch fallspezifisch unterschiedliche räumliche Bezüge (punktuelle oder abschnittsweise Betroffenheit eines Kabels, eine OWEA). Die Wirkungen sind in jedem Fall auf eine kurze Zeit begrenzt und weisen geringe Intensitäten auf. Damit ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Handhabungsverluste

Durch Handhabungsverluste sind maßgebliche negative Auswirkungen bezüglich des Makrozoobenthos in Anbetracht der geringen Schadstoffmengen, die dabei ins Ökosystem gelangen können, unwahrscheinlich (IFAÖ 2013d). Durch Handhabungsverluste verursachte Auswirkungen

treten lokal und kurzfristig mit geringer Intensität auf und verursachen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

5.7.3.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für das Makrozoobenthos

Für die Arkonasee sind im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel erhebliche Veränderungen im benthischen Lebensraum wahrscheinlich, die über das bislang bekannte Maß an natürlicher Variabilität hinausgehen. Diese werden vor allem in einer Zunahme von Sauerstoffmangelereignissen im Tiefenwasser bestehen (es zeichnet sich eine Tendenz zu Abnahme der Häufigkeit von Salzwassereinbrüchen ab; der Anstieg der Sommertemperaturen führt zu einer Steigerung der Sauerstoffzehrungsrate und zu stabileren thermohalinen Schichtungen; Änderungen in der Niederschlagsrate im Einzugsgebiet der Ostsee beeinflussen die Stabilität haliner Schichtungen und den Eintrag von Nährstoffen), sich aber auch in einem Faunenwandel bemerkbar machen (Aussterben der kalt-stenothermen Crustaceen). Ebenso wahrscheinlich ist eine anhaltende exponentielle Zunahme der Einschleppung von Neophyten und Neozoen mit dem Ballastwasser von Schiffen (JANSSON 1994). Änderungen des Gesamtökosystems sind dabei nicht auszuschließen. (IFAÖ 2013d)

5.7.3.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf das Makrozoobenthos

Baubedingt sind bei Gründungsarbeiten und bei der Verlegung der parkinternen Verkabelung lediglich durch die Resuspension und Verlagerung von Sedimenten sowie daraus resultierenden Trübungsfahnen und Überschüttungen von Makrozoobenthos mittlere Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten. Anlage- und betriebsbedingt werden nur geringe Auswirkungen eintreten.

Tab. 111: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich des Makrozoobenthos

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
baubedingt					
• Bautätigkeit	• Flächen- und Raumverbrauch	l	k	h	**G**
	• Beeinflussungen durch Resuspension und Umlagerung von Sediment, Trübungsfahnen und Vibrationen	m	m	h	**M**
• Handhabungsverluste	• Schadstoffemissionen	l-gr	k	g-h	**G-H**
anlagebedingt					
• Fundamente der OWEA und Umspannplattform	• Flächen- und Raumverbrauch	l	d	h	**G**
	• Künstliches Hartsubstrat unter Wasser	l	d	m	**G**
	• Kleinräumig verändertes Strömungsregime	l	d	k.A.	**G**
• Nutzungsverbot	• Änderung der Struktur der Benthosgemeinschaft	m	d	g	**G+**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• elektromagnetische Felder	l	d	g	**G**
	• Wärmeemission	l	d	g-m	**G**
• Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten	• Beseitigung, Trübungsfahnen, Sedimentation	l-m	k	g	**G**
• Handhabungsverluste	• Schadstoffemissionen	l	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen	l	k	g-m	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich, (+) = Auswirkungen führen zu positiven Auswirkungen, die bei der Gesamtbewertung unberücksichtigt bleiben

5.7.4 Auswirkungsprognose Fische und Rundmäuler

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren können auf Fische und Rundmäuler wirken:

Baubedingte Vorhabenswirkungen

- Lärmemissionen
- Lichtemissionen und visuelle Unruhe
- Beeinflussungen durch Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen
- Nutzungs- und Befahrungsverbot
- Handhabungsverluste (Müll, Schadstoffe usw.)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Flächenüberbauung
- Einbringung von künstlichem Hartsubstrat
- Nutzungs- und Befahrungsverbot
- Veränderung des Wellenfeldes und des Strömungsregimes

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Lärmemissionen und Vibrationen
- Beeinflussungen durch elektromagnetische Felder
- Wärmeemission der parkinternen Verkabelung
- Beeinflussungen durch Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten

Die Beurteilung der bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen erfolgt nach ihrer Ausdehnung, Dauer, Intensität und den daraus resultierenden Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Diese Kategorien werden abweichend von der Differenzierung in der Einleitung zu Kap. 3.3 für Fische und Rundmäuler wie folgt charakterisiert (IFAÖ 2013e):

Ausdehnung

- **kleinräumig**: Veränderungen im Bereich der einzelnen OWEA zzgl. des näheren Umfeldes der OWEA
- **mittelräumig**: Veränderungen im Bereich des OWP, zzgl. des unmittelbar angrenzenden Umfeldes des OWP
- **großräumig**: alle Veränderungen, die deutlich über die Fläche des OWP hinausgehen

Dauer

- **kurzfristig**: Tage bis Wochen, d. h. während der Bauphase
- **mittelfristig**: bis max. 2-3 Jahre, d. h. die Auswirkungen sind während der Bauphase und bis maximal 2 Jahre darüber hinaus nachweisbar
- **dauerhaft**: über 3 Jahre bis über die gesamte Betriebsphase

Intensität

- **gering**: Auswirkungen, die Verhaltensänderungen der Tiere hervorrufen (z. B. Änderung des Schwimmverhaltens von Fischarten); bzw. von diesen Auswirkungen sind nur einzelne Fische betroffen
- **mittel**: die Auswirkungen behindern oder unterbinden artspezifische Verhaltensweisen (z. B. Nahrungssuche); bzw. von diesen Auswirkungen ist ein größerer Anteil der Fische betroffen (<50%)
- **hoch**: die Auswirkungen können Tiere schädigen oder töten bzw. von diesen Auswirkungen ist der überwiegende Anteil der Fische betroffen (>50%).

Struktur- und Funktionsbeeinflussung

Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird aus den vorher genannten Kriterien abgeleitet und bezeichnet den Sachverhalt, dass das Vorhaben Auswirkungen auf das Untersuchungsgebiet hat, welche dessen wichtige Strukturen / Funktionen z. B. Raum für Wanderung, Laichplatz oder Nahrungssuche hinsichtlich dieses Schutzgutes ändern können. Hieraus wird die Schwere der Veränderungen der für das Schutzgut bestimmenden Strukturen und Funktionen abgeleitet und bewertet. Relevant ist außerdem, ob eine Änderung der Bestandsdichte durch Vergrämung oder Verletzung bzw. Tötung hervorgerufen werden kann. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird wie folgt bewertet. Die Größe des Auswirkungsgebietes ist jeweils abhängig vom Wirkfaktor und der Art.

- **gering**: die Funktion, die das Auswirkungsgebiet für die Fische erfüllt, bleibt weitgehend erhalten, zum Beispiel, wenn sich die Bestands- bzw. Individuendichte innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite bewegt.
- **mittel**: die Funktion, die das Auswirkungsgebiet für die Fische erfüllt, bleibt nur teilweise erhalten; die Bestands- bzw. Individuendichte im Wirkungsbereich des OWP ändert sich deutlich.
- **hoch**: das Auswirkungsgebiet kann die Funktionen für die Fische nicht mehr erfüllen; es treten großräumige Bestandsveränderungen auf.

5.7.4.1 Baubedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler

Lärmemissionen

Während der Bauphase ist mit starken Geräuschemissionen zu rechnen, z. B. durch den Einsatz von Schiffen, Kränen, ggf. auch Baggern und besonders durch die Fundamentgründung. In dieser Phase kann davon ausgegangen werden, dass eine starke Scheuchwirkung auf Fische aller Arten ausgeübt wird. Fische nehmen Schall- und Druckwellen teilweise auf große Entfernung wahr und hören artspezifisch unterschiedlich gut. So ist bekannt, dass Lachs, Scholle und Kliesche über ein schwach ausgeprägtes Hörvermögen verfügen. Scholle und Kliesche vermögen Schall zwischen 30 bis 250 Hz (CHAPMAN & SAND 1974) wahrzunehmen. Heringe sind dagegen Hörspezialisten, die Frequenzen bis zu 4.000 Hz wahrnehmen können (BfN 2012).

Im Nahbereich lauter Schallquellen lassen sich physische Schädigungen nicht ausschließen, die durch Verletzungen nicht-sensorischer Epithelien oder der Schwimmblase bis zur Mortalität führen können (CALTRANS 2001). Auch die Zerstörung von Haarzellen im sensorischen Epithel des Innenohrs stellt eine Schädigung auf physischer Ebene dar (HASTINGS et al. 1996, MCCAULY et al. 2003). In vielen Fällen wurden Verhaltensreaktionen von Fischen durch Schalleinwirkungen experimentell ausgelöst, jedoch erfolgten diese Untersuchungen mit unterschiedlichsten Schallquellen und die erzeugten Töne und Geräusche variierten stark. Abschreckende Wirkungen wurden für verschiedene Fischarten nachgewiesen (BLAXTER & HOSS 1981, BLAXTER et al. 1981, DUNNING et

al. 1992, NESTLER et al. 1992, ROSS et al. 1993, KNUDSEN et al.1994, 1997, GREGORY & CLABBURN 2003). In anderen Situationen wurden jedoch durch niederfrequenten Schall auch anlockende Wirkungen festgestellt (RICHARD 1968, MYRBERG et al. 1972, CHAPMAN et al. 1974). Verschiedene Autoren bemerkten aber auch eine rasche Gewöhnung der jeweiligen untersuchten Fischart an den Schallreiz (CHOO et al. 1988a, b). NEHLS et al. (2007a) und CARLSSON et al. (2007) weisen der Kumulation durch eine Vielzahl von Rammschlägen eine entscheidende Bedeutung bei.

Derzeit ist für den Bau der OWEA des Windparks „ARCADIS Ost 1“ eine Jacketgründung als Pfahlgründung mit drei Pfählen je Anlage vorgesehen (COWI & IMS 2012a). Für 58 Anlagen ergeben sich damit 174 Pfähle, die in den Untergrund gerammt werden. Dabei wird meist das Impulsrammverfahren angewendet. In der Literatur sind pro Pfahl 500 bis 2.200 Rammschläge bei 2 bis 35 Schlägen pro Minute angegeben. Bei 1.500 Rammschlägen pro Pfahl und 20 Schlägen pro Minute berechnen sich 1.200 Schläge pro Stunde und eine Zeitdauer von 75 Minuten für das Rammen eines Pfahls. An einem Tag kann beim Einsatz einer Ramme mit bis zu 9.000 Rammschlägen gerechnet werden (6 - 22 Uhr), was dem Rammen von 6 Pfählen entspricht. (TÜV Nord 2012b) Die Geräuschentwicklung beim Rammen hängt vom Durchmesser der Pfähle und dem Untergrund ab. Bei den Rammarbeiten für die Plattform FINO 3 lagen die maßgebenden Geräusche bei 100 bis 630 Hz mit Pegeln zwischen 150 und 170 dB re 1 µPa (NEHLS et al. 2008). In der Literatur finden sich Schalldruckpegel für das Rammen von Pfählen von 196 bis 218 dB re 1 µPa und einem Mittelwert von 211 dB re 1 µPa. Die Spitzenpegel werden im Mittel mit 234 dB re 1 µPa angegeben. Die maßgebenden Geräusche liegen in den Frequenzen von 100 bis 1.000 Hz. (TÜV NORD 2012b) Für die Versorgungsschiffe wird von einem Schallpegel von 177 dB re 1 µPa ausgegangen (nach KNUST et al. 2003, vgl. TÜV NORD 2012b). Dieser Schalleintrag kann über einen längeren Zeitraum anhalten.

Nach TÜV NORD (2012b) wird durch einen Rammimpuls in 750 m Entfernung ein Schalldruckpegel von 168 dB re 1 µPa und damit eine Überschreitung des Vorsorgewertes des UBA von 8 dB erreicht (s. Tab. 117). Der Spitzenpegel liegt mit 191 dB re 1 µPa nur knapp über dem vom BSH vorgeschlagenen Schwellenwert. Der Schwellenwert (160 dB re 1 µPa) wird für einen Rammimpuls in 2.500 m Entfernung zur Schallquelle eingehalten. Bei einer größeren Anzahl an Impulsen steigt auch der Schalldruckpegel, der in 750 m Entfernung auftritt (z. B. für 500 Impulse 195 dB, für 8.000 Impulse 207 dB), da sich impulshafter Schall mit der Anzahl von Impulsen aufaddiert.

Schallemissionen werden großräumig zu Flucht- und Vermeidungsreaktionen einiger Fischarten führen. Vergrämungen dieser Art sind als kurzfristig anzusehen, da sich die geflüchteten Fische an die Reizquelle gewöhnen oder nach deren Wegfall ins Gebiet zurückkehren werden. Da die Schallemissionen mit hoher Intensität wirken, ergeben sich *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für Fische und Rundmäuler.

Eine Beeinträchtigung des Laichgeschäfts des Rügenschen Frühjahrsherings wird gutachterlicherseits nicht erwartet, da dieses hauptsächlich in sehr großer Entfernung zum Vorhabensgebiet, im Greifswalder Bodden, stattfindet. Laichgebiete an der Ostküste Rügens in geringerer Entfernung zum Vorhabensgebiet spielen nur eine untergeordnete Rolle. Das Laichgeschäft erfolgt in Abhängigkeit von der Wassertemperatur meist zwischen März und Juni. Entsprechend wandern die Heringe vorher aus der Nordsee zu den Laichplätzen und passieren dabei das Vorhabensgebiet. Zu diesem Zeitpunkt kann es zur Vergrämung von Tieren aus dem Gebiet kommen, wobei jedoch keine Individuenverluste erwartet werden. Zudem wird es zu diesem Zeitpunkt aufgrund der zu erwartenden Wetterbedingungen (ggf. Eisgang, Sturmwetterlagen) voraussichtlich noch keine Bautätigkeiten geben, sodass eine Bauzeitenregelung, wie in den Stellungnahmen der TÖBs und der Landesplanerischen Beurteilung gefordert, nicht als sinnvoll betrachtet wird. Im Vorhabensgebiet

besteht zudem die Möglichkeit des Vorkommens des herbstlaichenden Herings. Über deren Laichgründe ist jedoch nur wenig bekannt. (BfN 2012)

Lichtemissionen und visuelle Unruhe

Durch nächtliche Beleuchtung der Baustelle könnten pelagische Fischarten wie der Hering oder die Sprotte angelockt werden. Die dadurch bedingte Beeinträchtigung dieser Arten erscheint jedoch gering. Denkbar ist lediglich, dass diese angelockten Fische dann verstärkt Beute von Räubern werden können. Bodenlebende Fischarten werden von den Lichtwirkungen wahrscheinlich weniger beeinflusst, da aufgrund der Wassertiefe im Vorhabensgebiet das Baustellenlicht kaum den Meeresboden erreichen dürfte. Die Auswirkungen der Baustellenbeleuchtung werden als lokal und kurzzeitig angesehen. Die Intensität der Lockwirkung kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden, da noch keine technischen Daten hierzu verfügbar sind. Insgesamt werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

Mögliche Fluchtreaktionen von Fischen aufgrund visueller Unruhe werden nur sehr kleinräumig und kurzfristig stattfinden und sind daher nicht relevant.

Beeinflussungen durch Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen

In der Bauphase des Offshore-Windparks kann es bei Baggerungsarbeiten zu Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen im unmittelbaren Baugebiet und auch außerhalb des Baustellenbereiches in Strömungsrichtung kommen. Trübungsfahnen behindern die Nahrungssuche bestimmter Fischarten. Sie können mitunter auch am Grund abgelegten Laich schädigen. Fischlaich kann durch Sedimentumlagerungen überschüttet werden, was zu einer Unterversorgung der Eier mit Sauerstoff führen und je nach Wirkungsgrad und Dauer zu einer Schädigung oder zum Absterben des Laichs führen kann. Der wichtigste demersale Laicher der Ostsee ist der Hering. Da er aber eher in küstennahen Makrophytenzonen laicht (KLINKHARDT 1996) ist im Baugebiet nicht direkt mit einer Laichschädigung für den Hering zu rechnen. Für andere standorttreue demersale Fischarten kann dies jedoch zutreffen, wie z. B. für Grundeln, die ihre Eier am Boden ablegen und teilweise sogar bewachen (MUUS & NIELSEN 1999).

Für pelagische Fische besteht die Gefahr, dass der Kiemenapparat durch Sedimentaufwirbelungen verklebt und damit die Sauerstoffaufnahme gestört ist. Dies betrifft besonders die standorttreuen Kleinfische. Größere pelagische Fische wie Makrele und Stöcker verlassen nach EHRICH & STRANSKY (1999) jedoch Bereiche mit hohen Sedimentfrachten und sind somit kaum betroffen. An den Eiern und Larven pelagischer Laicher können Sedimentpartikel aggregieren, welche daraufhin sinken können. Dies hat eine erhöhte Mortalität der Frühstadien zur Folge. Das Vorhabensgebiet befindet sich im südlichen Bereich des Dorschlaichgebietes Arkonabecken, in welchem im Mai und Juni gelaicht wird. Für ein erfolgreiches Laichen sind Temperaturen von ca. 8°C bis 12°C sowie Salzgehalte von >10 PSU notwendig, da unter diesen Voraussetzungen der nötige Auftrieb für die pelagischen Eier gegeben ist. In der Regel werden diese Voraussetzungen in Meeresgebieten mit Wassertiefen von >40 m erreicht (BLEIL & OEBERST 2000). Der notwendige Salzgehalt ist stark abhängig von Salzwassereinbrüchen aus der Nordsee. Diese Einstromsituationen sind nur selten gegeben - nicht selten liegen zwischen den Ereignissen mehrere Jahre. Aufgrund dieser Variabilität ist auch das Laichgebiet Arkonabecken in seiner Ausdehnung sehr variabel (vgl. Laichgebiete Abb. 159 vs. Abb. 160). Das Vorhabensgebiet ist im Randbereich des Laichgebietes lokalisiert, sodass davon auszugehen ist, dass dieses nicht in jedem Jahr zum Laichgeschäft genutzt wird. Zudem ist die Vorhabensgebietsfläche gering im Vergleich zur Größe des Laichgebietes Arkonabecken.

Abb. 159: ***Überblick zu den Laichgebieten des westl. und östl. Ostseedorschbestandes (aus: BLEIL & OEBERST 2000)***

Abb. 160: ***Lokalisierung der Laichplätze des westl. Ostseedorschbestandes (aus: BLEIL & OEBERST 2002). (Kreis: Lage des Vorhabensgebietes „ARCADIS Ost 1“).***

In den flachen deutschen Meeresgewässern sind andererseits die zahlreichen bodenlebenden Fischarten vielfach an Sedimentaufwirbelungen angepasst, die lokal aufgrund natürlicher Ursachen regelmäßig auftreten (EHRICH & STRANSKY 1999). So zeigten beispielsweise verschiedene Plattfischarten während durch einen Sturm verursachter starker Sedimentaufwirbelungen sogar eine

erhöhte Aktivität bei der Nahrungssuche und verließen den schützenden Boden (EHRICH et al. 1998).

Durch Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen während der Bauphase werden lokal kurzfristige Auswirkungen mit mittlerer bis hoher (bei Schädigung von Laich oder Larven) Intensität verursacht. Es werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen abgeleitet.

Nutzungs- und Befahrungsverbot

Ein in der Bauphase beginnendes und sich über die Betriebsphase erstreckendes mögliches Nutzungs- und Fischereiverbot wird für den hier betrachteten Offshore-Windpark angenommen.

Ein dauerhafter Wegfall des Fischereidrucks auf die Ichthyozönose im Gebiet des Offshore-Windparks hätte Einfluss auf die Artenzusammensetzung und würde die Ansiedlung neuer Arten begünstigen und auch langlebigen Arten wieder eine reelle Chance geben sich anzusiedeln und möglicherweise zu reproduzieren (Verringerung der fischereilichen Sterblichkeit bei den Wirtschaftsfischarten und auch bei den nicht kommerziell genutzten Arten). Die nutzungsfreie Zone würde sowohl für alle Standort-Fischarten als auch für die durchwandernden Arten ein Rückzugsgebiet darstellen. Von diesem Gebiet könnten dann positive Effekte für die Fischfauna der Umgebung ausgehen. Die steigende Individuenzahl im Gebiet würde nach der vollständigen Besiedlung dazu führen, dass sich Teile der Fischbestände auch außerhalb des Gebietes aufhalten (Konkurrenzdruck). Außerdem könnte von diesem Rückzugsgebiet bei natürlichen Katastrophen wie z. B. lokalen Sauerstoffmangelereignissen in anderen Gebieten eine Wiederbesiedlung durch Fischarten ausgehen, die in anderen Regionen bereits verschwunden sind. Dieser Effekt wird wahrscheinlich gering sein, da sich der Fischereidruck in den Bereichen außerhalb des Offshore-Windparks erhöhen wird und lokale Vergrämungseffekte durch Betriebsschall (siehe unten) usw. diese positiven Auswirkungen überlagern werden.

Das Nutzungs- und Befahrungsverbot im Offshore-Windpark und der Sicherheitszone würde jedoch die unmittelbar umgebenden Gebiete stärker belasten, da der Schiffsverkehr und die Fischerei auf die Randbezirke ausweichen müssten. Demnach ist in den angrenzenden Gebieten mit einem erhöhten Fischereidruck zum Ausgleich der Ertragsausfälle zu rechnen. Neben den Effekten auf die Fische, wird auch das Makrozoobenthos als Nahrungsgrundlage weniger stark durch fischereiliche Aktivitäten beeinträchtigt werden.

Die Auswirkungen des zu erwartenden Nutzungsverbotes im Offshore-Windpark und der angrenzenden Sicherheitszone werden voraussichtlich mittelräumig wirken, jedoch nicht weit über die Grenzen der Sicherheitszone hinaus. Die Veränderungen sind kurzzeitig und von geringer Intensität. Insgesamt werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass auch positive Effekte auftreten können, die jedoch im Rahmen der UVS-Auswirkungsprognose keine Rolle spielen. Aus diesem Grund ist auch ein Monitoring positiver Effekte, wie im Rahmen der Stellungnahmen zum Raumordnungsverfahren gefordert, nicht zielführend (IFAÖ 2011).

Handhabungsverluste (Müll, Schadstoffe, usw.)

Auftretende Handhabungsverluste können derzeit noch nicht abschließend prognostiziert werden, da noch nicht in allen Einzelheiten bekannt ist, welche Substanzen (Öle, Schmierstoffe usw.) in welchen Größenordnungen bei der Errichtung des Offshore-Windparks Verwendung finden werden. Es können lokal und kurzfristig Vergiftungen und Mortalitäten von Fischen auftreten. Insbesondere wenig mobile Bodenfischarten sind in diesem Zusammenhang als anfällig anzusehen. Eine mögliche Beeinträchtigung der Fischfauna ist somit nicht grundsätzlich auszuschließen. Bei Einhaltung der geltenden Sicherheitsvorschriften dürften keine Handhabungsverluste auftreten und

es dürfte daher auch zu keinen Beeinträchtigungen kommen. Es werden nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen durch Handhabungsverluste erwartet.

5.7.4.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler

Die rückbaubedingten Projektwirkungen entsprechen im Wesentlichen den Auswirkungen der Bauphase. Es treten wieder Scheuchwirkungen durch die Bautätigkeiten und durch die starken Trübungsfahnen auf, die zu den bereits genannten Auswirkungen für die Fische führen. Je nach Bauweise des OWP werden beim Rückbau die Fundamente ausgespült und unterhalb des Meeresgrundes abgetragen, so dass danach keine Strukturen mehr im Gebiet verbleiben. Nach dem Rückbau wird somit wieder annähernd das ursprüngliche Habitat hergestellt. Auf Schlickgrund wäre dann kein Hartsubstrat mehr zu finden und die typischen Bodenbewohner würden sich wieder einfinden.

Insgesamt sind die negativen Auswirkungen der Rückbauphase auf die Fische noch als gering zu werten, da sie auf einen relativ kurzen Zeitraum begrenzt sind, relativ kleinräumig wirken, die Intensität der Auswirkungen nur geringe Verhaltensänderungen der Fische hervorruft und sich daraus nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen ableiten lassen.

Ein einschneidendes Ereignis mit drastischen und dauerhaften Auswirkungen für die Fische wird dann gegebenenfalls die Wiederaufnahme der Fischerei darstellen. Das jahrelang als nutzungsfreie Zone für die Fischerei geltende Gebiet wird plötzlich wieder von Fischereikuttern aufgesucht werden, die sich in diesem unbefischten Gebiet große Gewinne erhoffen. Dies kann zur Aufhebung der "Rückzugszonen-Funktion" des Gebietes für Fische und damit auch zum Wegfall positiver Effekte auf die Fischfauna der Umgebung führen.

Die Aufhebung des möglichen Nutzungs- und Befahrungsverbots nach dem Rückbau der Anlagen wäre als *hohe* Struktur- und Funktionsbeeinflussung einzustufen, da sie dauerhaft sein wird, mit hoher Intensität stattfindet und zu deutlichen und dauerhaften Veränderungen in Artenzusammensetzung, Bestandsdichte und Längenverteilung im Gebiet führt.

5.7.4.3 Anlagebedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler

<u>Flächenüberbauung</u>

Die Errichtung der Fundamente und ggf. die Anlage von Kolkschutz sowie die Deckelung der parkinternen Verkabelung wird einen Teil des Lebensraumes insbesondere von mehr oder weniger eingegraben lebenden Fischarten wie Plattfischen dauerhaft und lokal versiegeln. Gleichzeitig ist auch das Makrozoobenthos als Nahrungsgrundlage der Fischarten von dieser Überbauung betroffen. Insgesamt wird die während der Bauphase kontinuierlich stattfindende Flächenüberbauung durch die Fundamenterrichtung auch nach Inbetriebnahme der OWEA vorhanden sein. Sie wird als geringer, wenngleich dauerhafter Habitatverlust für die Fischfauna eingeschätzt. Der versiegelte Flächenanteil an der Gesamtfläche des Vorhabensgebiets wird jedoch gering (lokal) sein (vgl. Auswirkungen Schutzgut Boden, Kap. 5.2.3), so dass trotz hoher Intensität (wegen Überbauung) eine insgesamt *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussung erwartet wird.

<u>Einbringung von künstlichem Hartsubstrat</u>

Durch das Einbringen von Hartsubstrat verändern sich die ökologischen Bedingungen insbesondere in der euphotischen Zone. Es entsteht neues Besiedlungssubstrat für sessile Makrophyten und Evertebraten. Dies kann zur Attraktion von großen benthophagen Fischarten wie Dorschen führen (sogenannter „Wrackeffekt“; z. B. SOLDAL et al. 1998). Die Untersuchungen von WESTERBERG (2000) in Schweden zeigten schwache, aber messbare Effekte. So hatte die untersuchte Anlage einerseits die Wirkung eines künstlichen Riffs, welches Fische anlockte. Während des Betriebs

nahm die Fischdichte um die Anlage andererseits aufgrund der Geräuschemission, besonders der niederfrequenten Bereiche (Infraschall), wieder ab. Nach HOFFMANN et al. (2000) zieht die Anlage nicht nur Dorsche und Wittlinge an, sondern auch die Scholle und möglicherweise auch andere Plattfischarten. Es wird eine insgesamt erhöhte Diversität der Fische in der Umgebung der künstlichen Hartsubstrate angenommen. Ähnliche Auswirkungen sind auch für die Makrozoobenthosvergesellschaftungen anzunehmen. Eine Änderung der Ernährungssituation ist hierdurch jedoch nicht zu erwarten.

Die Intensität der Besiedlung des eingebrachten Hartsubstrates hängt von verschiedenen Faktoren, wie Strömung, Beschattungseffekten, Größe und Form des Objektes, Farbe, und Geräuschen ab (KIM et al. 1994).

Das Einbringen von Hartsubstrat wird sich im Vorhabensgebiet als dauerhafte Veränderung feststellen lassen. Die Auswirkungen werden lokal bzw. kleinräumig (keine Auswirkungen auf der Fläche des gesamten Offshore-Windparks oder gar darüber hinaus) und insgesamt von geringer Intensität sein. Es werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet.

Nutzungs- und Befahrungsverbot

Der durch ein mögliches Nutzungs- und Befahrungsverbot bedingte Wegfall der Fischerei im Bereich des Offshore-Windparks wird bis auf die Dauer entsprechend der für die Bauphase beschriebenen Auswirkungen beurteilt.

Veränderung des Wellenfeldes und des Strömungsregimes

Die Errichtung der Unterwasserkonstruktion der OWEA kann weiterhin zu einer Änderung des Strömungsregimes im Gebiet führen. Infolge des veränderten Strömungsregimes könnten kleinere Vertiefungen durch Auskolkung und Sedimentumlagerungen durch versteckt lebende Kleinfischarten, die hier Schutz vor Räubern suchen, verstärkt besiedelt werden. Im Gegensatz dazu ist bei starken Strömungen die Entstehung von Trübungsfahnen möglich, was zu dem bereits geschilderten Ausweichverhalten führt. Die Veränderung der Bodenmorphologie wird ebenfalls kleinskalig erfolgen und entsprechend den genannten Auskolkungen Kleinsthabitate für bestimmte Fischarten schaffen. Ob diese Effekte allerdings in der Ansiedlung bislang nicht im Gebiet angetroffener Fischarten resultiert, ist fraglich. Dieses gilt in verringertem Umfang auch für die windparkinterne Verkabelung und die damit verbundenen morphologischen Veränderungen des Meeresbodens. Die Auswirkungen mit geringer Intensität werden dauerhaft nachweisbar sein und zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

5.7.4.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Fische und Rundmäuler

Lärmemissionen und Vibrationen

Während des Betriebes von OWEA entstehen Schall- und Infraschallwellen. Diese gelangen als übertragene Schwingungen des Rotors über den Turm und das Fundament ins Wasser. Der zweite Weg, der Übertritt der Schallwellen aus der Luft ins Wasser, spielt kaum eine Rolle, da ein Großteil dieser Wellen an der Wasseroberfläche reflektiert. Das Frequenzspektrum und die Intensität der in den Wasserkörper gelangenden Schallwellen hängen von einer Vielzahl, meist noch nicht bekannter Faktoren ab (z. B. konstruktiven Details, Windgeschwindigkeit, Wellen, Füllung des Turms). Wie bereits zuvor angeführt, kann Schall eine vergrämende Wirkung auf einzelne Fischarten haben. Dabei wird die Scheuchwirkung entsprechend dem unterschiedlichen Hörvermögen artspezifisch stark unterschiedlich sein. Sie ist zudem in ihrer Ausprägung nur schwer vorhersagbar (vgl. Kap. 5.7.4.1).

Insgesamt scheint aber die Schallwirkung einer OWEA auf Fische keine starken Auswirkungen zu haben und ist daher meist zu vernachlässigen. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie an den

dänischen OWEA des Offshore-Windparks „Horns Rev“ (HOFFMANN et al. 2000). Dies wird bestätigt durch inzwischen im Rahmen eines Monitorings nachgewiesene große Ansammlungen von Fischen an den in Betrieb befindlichen Anlagen des Offshore-Windparks „Horns Rev“ (HVIDT et al. 2004). Diese Aussage wird auch durch Unterwasser-Videoaufnahmen aus dem im Betrieb befindlichen Offshore-Windpark „Nysted“ gestützt (gezeigt auf einer Offshore-Tagung in DK).

Die möglichen Auswirkungen der betriebsbedingten Geräuschentwicklung sind als lang anhaltend bis dauerhaft zu bezeichnen. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass der durch die OWEA emittierte Schall bei den meisten Fischarten nach kurzer Gewöhnungszeit keine Reaktionen mehr auslösen wird. Von einer dauerhaften Lockwirkung der Schallquellen ist ebenfalls nicht auszugehen. Insgesamt ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Beeinflussungen durch elektromagnetische Felder

Für eine Reihe von Fischarten wie Lachs *(Salmo salar)* oder Aal *(Anguilla anguilla)* ist eine Orientierung am Erdmagnetfeld dokumentiert. Diese Arten könnten durch das kabelbedingte Magnetfeld desorientiert werden, allerdings konnten KULLNICK & MARHOLD (1999) mit weitaus höheren als den zu erwartenden Feldstärken keinen eindeutigen Nachweis der Verhaltensbeeinflussung bei Jungaalen führen. Elektrische Felder können grundsätzlich im (elektrisch leitenden) Meerwasser entstehen, wenn es strömungsbedingt durch ein Magnetfeld bewegt wird, allerdings liegen die Feldstärken hier in einem noch weitaus geringeren Bereich. Untersuchungen über die Auswirkung schwacher elektrischer Felder auf marine Organismen liegen bislang nicht vor (DEBUS 1998).

Auswirkungen durch elektromagnetische Felder sind nicht zu erwarten, da sich die von drehstromführenden Kabeln emittierten elektromagnetischen Felder bis auf einen Restbetrag gegenseitig aufheben. Der Restbetrag kommt aufgrund der durch die (durch die Dicke der Isolierung) Abstände der einzelnen Drähte zueinander bedingten geringfügig unterschiedlichen Feldstärken der drei umlaufenden Magnetfelder am jeweiligen Messpunkt zustande (KULLNICK & MARHOLD 1999). Zusätzlich werden die Kabel ca. 1 m tief im Sediment verlegt, sodass keine Beeinträchtigungen von elektrosensitiven Arten erwartet werden.

Insgesamt sind die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen durch elektromagnetische Felder auf die Fischfauna kleinräumig, dauerhaft und von geringer Intensität und damit insgesamt *gering*.

Wärmeemission der parkinternen Verkabelung

Beim Betrieb eines Seekabels kann es zu positiven Temperaturanomalien kommen (EHRICH 2000). Nach Modellrechnungen, die im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsstudie „Eurokabel/Viking Cable“ für ein stärker dimensioniertes Kabel durchgeführt wurden, treten bei einer Kabelverlegungstiefe von 1 m noch in 50 cm Tiefe im Boden Temperaturerhöhungen von 3 °K und in 20 cm Tiefe noch 1 °K auf (EHRICH 2000).

Die veränderliche Temperaturerhöhung (abhängig von Betriebszustand) wird dauerhaft feststellbar sein. Es kommt zur Erhöhung der Sedimenttemperatur und zu einer Temperaturerhöhung im Bodenporenwasser um das Kabel herum. Geringe Veränderungen (Anlockung oder Vergrämung) sind zu erwarten. Es kann auch zur Veränderung der Makrozoobenthoszönose (Nahrungsgrundlage) in Kabelnähe kommen.

Die zu erwartenden Auswirkungen werden lokal, jedoch dauerhaft sein und eine geringe Intensität aufweisen. Insgesamt ist mit einer *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussung zu rechnen.

Beeinflussungen durch Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten

Bei Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten können die gleichen Wirkungen auftreten, die bei den baubedingten Vorhabenswirkungen bereits erläutert wurden. Diese treten lokal und während eines

kurzen Zeitraumes mit geringer Intensität auf. Es sind lediglich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten.

5.7.4.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Fische und Rundmäuler

Ohne die Durchführung des Vorhabens ist eine grundlegende Änderung der Fischgemeinschaft nicht zu erwarten. Die bisherige fischereiliche Nutzung des Gebietes wird, soweit prognostizierbar, unverändert fortgeführt werden. Eine Änderung der Habitatsstruktur durch Veränderung der hydrographischen Gegebenheiten wie Strömungsregime, Sedimentationsgeschehen oder Salinität und Temperatur infolge von Witterungsgeschehen oder Klimaveränderungen ist grundsätzlich vorstellbar, jedoch nicht vorauszusagen.

Grundsätzlich unterliegt die Bestandsstärke und -struktur einzelner Fischarten natürlichen annuellen Veränderungen, wodurch es zu einer Verschiebung des Artengefüges kommen kann. Insbesondere die Rekrutierung einzelner Jahrgänge eines Fischbestandes ist naturgemäß starken Schwankungen unterworfen. Nahrungsangebot, Temperatur und Salzgehalt konnten dabei für einzelne Fischarten als entscheidende Faktoren erkannt werden.

Die Wechselwirkungen zwischen Bestandssituation und Fischereidruck beeinflussen die wirtschaftlich genutzten Fischbestände seit Beginn der fischereilichen Nutzung des Gebietes und werden bei Beibehaltung des Status quo weiterhin bestehen bleiben. Erhebliche Veränderungen in der Artengemeinschaft fischereilich nicht genutzter Fischarten - abgesehen von den geschilderten natürlichen Schwankungen - bei Zustandekommen der Nullvariante sind nicht absehbar.

5.7.4.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Fische und Rundmäuler

Während der Bau- und Rückbauphase des Offshore-Windparks sind bedingt durch die Lärmemissionen Fluchtreaktionen oder physiologische Schädigungen von Fischen möglich, die zu mittleren Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen, sofern schallmindernde Maßnahmen erfolgen (zum Schutz der Meeressäuger, s. dort, vgl. BSH 2010). Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen, Lichtemissionen der Baustelle sowie das mögliche Nutzungs- und Befahrungsverbot verursachen nur geringe Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Die durch den Rückbau der OWEA induzierte Bautätigkeit wird geringe Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bewirken. Das Wiedereinsetzen der Fischerei kann allerdings zu einer hohen Beeinflussung führen.

Die anlagebedingten Auswirkungen werden insgesamt zu geringen Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen. Das anlagebedingte (Offshore-Windpark und Sicherheitszone) mögliche Nutzungs- und Befahrungsverbot mit einem Wegfall der Fischerei könnte positive Effekte auf die Fischfauna durch Verringerung der fischereilichen Sterblichkeit sowohl bei fischereilichen Zielarten als auch bei nicht genutzten Arten auslösen.

Der Betrieb der Anlagen wird beispielsweise durch Wärme um die Elektrokabel, Vibrationen und Infraschalleintrag nur zu geringen Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Fische führen (bei Verwendung von Drehstromsystemen und Verzicht auf Antifoulinganstriche).

Tab. 112: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Fische und Rundmäuler

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
baubedingt					
• Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Lichtemissionen und visuelle Unruhe • Trübungsfahnen und Sedimentumlagerungen • Nutzungs- und Befahrungsverbot	gr l l m	k k k k	h k.A. m-h g	**M*** **G** **G** **G+**
• Handhabungsverluste	• Vergiftung / Mortalität, Ausmaß nicht absehbar	l	k	k.A.	**G**
anlagebedingt					
• Fundamente	• Flächenüberbauung • Einbringung von künstlichem Hartsubstrat • Veränderung des Wellenfeldes und des Strömungsregimes	l l l	d d d	h g g	**G** **G** **G**
• Windparkfläche und Sicherheitszone	• Nutzungs- und Befahrungsverbot	m	d	g	**G+**
betriebsbedingt					
• störungsfreier Betrieb	• Lärmemissionen und Vibrationen • elektromagnetische Felder • Wärmeemission	l l l	d d d	g g g	**G** **G** **G**
• Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten	• akustische Störungen, Trübungsfahnen, Sedimentation	l	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen • Lärmemissionen	m m	k k	g-m g-m	**G** **G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal / kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch, k.A. = keine Aussagen möglich, (+) = Auswirkungen führen zu positiven Auswirkungen, die bei der Gesamtbewertung unberücksichtigt bleiben; * = unter Berücksichtigung von Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung zur Einhaltung des UBA-Vorsorgewertes für den Schutz von Meeressäugern von 160 dB SEL in 750 m Entfernung (BSH 2010)

5.7.5 Auswirkungsprognose Rastvögel

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für die Rastvögel zu verzeichnen:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- baubedingter Verkehr und Baubetrieb (Lärmbelastungen entlang der Transportwege, visuelle Unruhe)
- Sedimentumlagerung
- Handhabungsverluste

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Scheuch- und Barrierewirkung
- Kollision mit Windenergieanlagen

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Scheuch- und Barrierewirkung (Lärmemissionen, visuelle Unruhe)
- Kollision mit Windenergieanlagen

Die Beurteilung der bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen erfolgt nach ihrer Ausdehnung, Dauer, Intensität und den daraus resultierenden Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Diese Kategorien werden abweichend von der Differenzierung in der Einleitung des Kap. 1 (Ermitteln, Beschreiben und Beurteilen der Umweltauswirkungen des Vorhabens) für Rastvögel wie folgt charakterisiert (IFAÖ 2013h):

Ausdehnung

- **kleinräumig**: Veränderungen im Bereich der einzelnen OWEA und dem näheren Umfeld
- **mittelräumig**: Veränderungen im Bereich des OWP, zuzüglich des unmittelbar angrenzenden Umfeldes des OWP
- **großräumig**: alle Veränderungen, die deutlich über die Fläche des OWP hinausgehen

Dauer

- **kurzfristig**: Tage bis Wochen, d. h. während der Bauphase
- **mittelfristig**: bis max. 2-3 Jahre
- **dauerhaft**: über 3 Jahre bis über die gesamte Betriebsphase

Intensität

- **gering**: Auswirkungen, die Verhaltensänderungen der Tiere hervorrufen (z. B. Änderung des Schwimm- und Tauchverhaltens von Seevögeln); bzw. von diesen Auswirkungen sind nur einzelne Vögel betroffen
- **mittel**: die Auswirkungen behindern oder unterbinden artspezifische Verhaltensweisen (z. B. Nahrungssuche, Kommunikation); bzw. von diesen Auswirkungen ist ein größerer Anteil der Vögel betroffen (< 50%)
- **hoch**: die Auswirkungen können Tiere schädigen oder töten bzw. von diesen Auswirkungen ist der überwiegende Anteil der Vögel betroffen (> 50%).

Struktur- und Funktionsbeeinflussung

Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird aus den vorher genannten Kriterien abgeleitet und bezeichnet den Sachverhalt, dass das Vorhaben Auswirkungen auf das Untersuchungsgebiet hat, welche dessen wichtige Strukturen / Funktionen z. B. Raum für Wanderung, Rast, Nahrungssuche hinsichtlich dieses Schutzgutes ändern können. Hieraus wird die Schwere der Veränderungen der für das Schutzgut bestimmenden Strukturen und Funktionen abgeleitet und bewertet. Relevant ist außerdem, ob eine Änderung der Bestandsdichte durch Vergrämung oder Verletzung bzw. Tötung hervorgerufen werden kann. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung wird wie folgt bewertet. Die Größe des Auswirkungsgebietes ist jeweils abhängig vom Wirkfaktor und der Art.

- **gering**: die Funktion, die das Auswirkungsgebiet für das Schutzgut erfüllt, bleibt weitgehend erhalten, zum Beispiel, wenn sich die Bestands- bzw. Individuendichte innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite bewegt.
- **mittel**: die Funktion, die das Auswirkungsgebiet für die Vögel erfüllt, bleibt nur teilweise erhalten; die Bestands- bzw. Individuendichte im Wirkungsbereich des OWP ändert sich deutlich.
- **hoch**: das Auswirkungsgebiet kann die Funktionen für dieses Schutzgut nicht mehr erfüllen; es treten großräumige Bestandsveränderungen auf.

5.7.5.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Rastvögel

Baubedingter Verkehr und Baubetrieb

Die Auswirkungen durch die Errichtung des OWP sind weitgehend zeitlich und räumlich begrenzt. Während der Bauphase gehen mittelräumige Störeinflüsse auf Seevögel in erster Linie von einem erhöhten Schiffsverkehr im Vorhabensgebiet und auf den Anfahrtsrouten aus. Dort bestehen auf Grund der fischereilichen Aktivitäten und des vorhandenen Schiffsverkehrs bereits Vorbelastungen. Wegen der mit den Bauarbeiten verbundenen Geräuschemissionen und dem Einsatz mehrerer Schiffe ist dennoch von einer vorübergehenden Zunahme der Störeinflüsse auszugehen. RECK et al. (2001) geben für die Beurteilung der Geräuschimmissionen für Vögel eine Erheblichkeitsschwelle von 52 dB(A) an. Auch das KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (2009) geht von einem kritischen Schallpegel für Dauerlärm von 52 dB(A) am Tag und 47 dB(A) in der Nacht aus, oberhalb derer eine ökologisch relevante Einschränkung der akustischen Kommunikation zu erwarten ist. Die Intensität von Störwirkungen auf Vögel steigt im Allgemeinen mit der optischen und akustischen Auffälligkeit sowie mit der Unvorhersehbarkeit des Auftretens. Demzufolge ist in der Bauphase durch die Geräuschemissionen sowie den regelmäßigen Ortswechsel lokal von einer mittleren Intensität auszugehen. Demgegenüber dürfte der Effekt der nächtlichen Baustellenbeleuchtung wesentlich geringer sein. Die Dauer ist auf die Bauzeit beschränkt, wodurch *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen entstehen (IFAÖ 2013h).

Sedimentumlagerung

Weitere baubedingte Einflüsse stellen Sedimentumlagerungen dar. Beeinflussungen des Meeresbodens beim Bau der Fundamente und der parkinternen Verkabelung bewirken Scheucheffekte bei Fischen durch die Trübung des Wassers. Fischfressende Arten (Seetaucher, Alkenvögel) könnten dadurch in diesem Seegebiet vorübergehend ein reduziertes Nahrungsangebot vorfinden. Eine Beeinträchtigung benthophager Meeresenten ist angesichts der Wassertiefen im Vorhabensgebiet nicht zu erwarten, da es sich nicht um ein Nahrungsgebiet für diese Seevögel handelt. Die Auswirkungen durch Sedimentumlagerungen sind kurzfristig, mittelräumig und von geringer bis mittlerer Intensität. Damit ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für die Rastvögel (IFAÖ 2013h).

Handhabungsverluste

Außerdem kann in der Bauphase anorganischer Abfall ins Meer gelangen, der für zahlreiche Seevögel ein Verletzungsrisiko birgt. Die Einflüsse sind auf die Bauarbeiten und wenige Tage danach beschränkt. Die Auswirkungen sind lokal und von geringer Intensität und verursachen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen (IFAÖ 2013h).

5.7.5.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Rastvögel

Da der Rückbau des Offshore-Windparks ähnliche Bautätigkeiten und den Einsatz vergleichbarer Bautechnik erfordert, sind ähnliche Wirkungen für den Rückbau wie für die Errichtung des Windparks zu erwarten. Die zu erwartenden Auswirkungen werden kleinräumig und kurzfristig mit geringen Intensitäten wirken und zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

5.7.5.3 Anlagebedingte Auswirkungen Rastvögel

Scheuch- und Barrierewirkung

Als wichtigste anlagebedingte Auswirkung ist die Stör- bzw. Scheuchwirkung der OWEA anzusehen, die zu einer artspezifisch unterschiedlich starken Meidung des Gebiets führen kann. Diese Stör- und Scheuchwirkung könnte sich zum Beispiel nachteilig auf den ohnehin beanspruchten Energiehaushalt überwinternder Vögel auswirken (MADSEN et al. 2010). Zur Prognose der damit einhergehenden Habitatverluste muss für einige Vogelarten angenommen werden, dass Auswirkungen im Vorhabensgebiet und einer 2 km breiten Pufferzone auftreten. Die Meidungs- bzw. Reaktionsdistanzen von Wasservögeln gegenüber Störreizen sind auch innerhalb einer Art nicht kon-

stant, sondern hängen von zahlreichen Einflussfaktoren ab. Sie unterscheiden sich zwischen Gebieten, Jahreszeiten und Individuen und sind situationsabhängig. Eine Meidezone von 2 km entspricht den Beobachtungen in dänischen Offshore-Windparks (s. u.) und schließt die Reaktionsdistanzen von Seevögeln gegenüber Störreizen (z. B. Schiffen, BELLEBAUM et al. 2006) auch für empfindliche Arten ein (IFAÖ 2013h).

Die Befeuerung der peripheren Anlagen wird voraussichtlich bei störungsempfindlichen Arten zur Scheuch- und Barrierewirkung beitragen. Weil Untersuchungen zum Verhalten von Vögeln an unbefeuerten Offshore-Windparks aus Sicherheitsgründen unmöglich sind, können ihre Auswirkungen nur im Zusammenhang mit den übrigen anlagebedingten Auswirkungen betrachtet werden.

Den größten Einfluss auf das Verhalten der Vögel gegenüber Offshore-Windparks und damit auf die Intensität von Auswirkungen hat möglicherweise die Aufenthaltsdauer und damit Vertrautheit mit der lokalen Umgebung: je länger sich Vögel im Gebiet aufhalten, umso stärker kann die Störwirkung abgebaut werden (BELLEBAUM et al. 2003). Artspezifische Unterschiede im Meideverhalten gegenüber Offshore-Windparks sind z. B. zwischen Seetauchern, Alkenvögeln, verschiedenen Meeresenten und Möwen nachgewiesen (FOX et al. 2006, PETERSEN et al. 2006). Seetaucher zeigten z. B. einen deutlichen Dichterückgang im OWP „Horns Rev“ und der 2 km-Pufferzone und auch Tordalk und Trottellumme nutzen den Windpark seltener als während der Voruntersuchungen (FOX et al. 2006, PETERSEN et al. 2006). Für einige Arten können dagegen auch positive Effekte erwartet werden. BLEW et al. (2008) stellten für den dänischen OWP „Nysted“ fest, dass sich Möwen und nichtziehende Kormorane regelmäßig innerhalb des Windparks aufhielten und diesen als neue Futterquelle nutzten. Ferner ist für verschiedene Entenvögel erwiesen, dass sich das Flucht- und Meideverhalten in binnenländischen Winterquartieren auch im Laufe eines Winters verändert und eine Gewöhnung an konstante und vorhersagbare Störreize stattfindet (z. B. Ringelgänse *Branta bernicla,* OWENS 1977; Stock- und Tafelente *Anas platyrhynchos, Aythya ferina,* SELL 1991). Dies ist auch bei den stationären OWEA denkbar. Eiderenten traten im dritten und vierten Winter nach der Errichtung des OWP „Tunø Knob“ (Dänemark) in höherer Anzahl auf als im Winter vor dem Bau und zeigten keine erkennbare Meidung des Offshore-Windparks (GUILLEMETTE et al. 1999, TULP et al. 1999). In einem solchen Fall haben die Anlagen nur mittelfristige Störwirkungen. Viele Arten zeigten kein eindeutiges Verhalten gegenüber Offshore-Windparks (z. B. Trauer- und Eiderenten am OWP „Horns Rev“) oder wurden nicht betrachtet, so dass eine Prognose unsicher ist. Auch bei Arten, bei denen eine Meidung festgestellt werden konnte, sind die längerfristig betroffenen Bestandsanteile bisher nur ungefähr abzuschätzen. (IFAÖ 2013h) Mögliche Gewöhnungseffekte sind bei nur kurzzeitig rastenden Vögeln nicht mit Sicherheit vorherzusagen (BELLEBAUM et al. 2003).

Zusätzlich zur Meidung durch rastende Vögel können die Anlagen eine Barriere bilden und möglicherweise die Flugaktivität innerhalb des Rastgebietskomplexes beeinflussen. Bislang liegen hierzu Beobachtungsergebnisse aus vier Offshore-Windparks vor: „Tunø Knob“, „Utgrunden“, „Horns Rev“ und „Nysted“. In allen Untersuchungen wurde übereinstimmend festgestellt, dass Seevögel zumeist in einem Abstand von 500-1.000 m die OWEA umfliegen und nur selten durch Offshore-Windparks hindurchfliegen (mit Ausnahme von Möwen und Seeschwalben, s. Tab. 113). Tagsüber wurden in Nysted Reaktionen in bis zu 3.000 m Entfernung registriert (DESHOLM 2004, KAHLERT et al. 2004, FOX et al. 2006). Nachts wurden Meideabstände von bis zu 1.500 m beobachtet (TULP et al. 1999, PETTERSSON 2002, CHRISTENSEN et al. 2003, 2004, DESHOLM 2004, KAHLERT et al. 2004, FOX et al. 2006). Die Barrierewirkung unterbindet aber Flugaktivitäten nicht immer vollständig. Über einen längeren Zeitraum rastende (z. B. überwinternde) und damit mit dem Hindernis vertraute Tauchenten können besonders in mondhellen Nächten zwischen den OWEA hindurchfliegen, während sie in dunklen Nächten den Offshore-Windpark eher umfliegen (DIRKSEN et al. 1998b). Da der Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ weit außerhalb der Rastgebiete (> 20 km Entfernung zu grö-

ßeren Seevogelkonzentrationen) und nicht in potentiellen Korridoren zwischen bedeutenden Rastgebieten liegt, dürfte eine Beeinträchtigung der Rastfunktion der südöstlich gelegenen Pommerschen Bucht gering ausfallen. Bei Möwen und Seeschwalben, die überwiegend fliegend im Gebiet auftreten, ist bekannt, dass eine Barrierewirkung im Brutgebiet (d. h. in vertrauter Umgebung) nur gering ausfällt (VAN DEN BERGH et al. 2002). Über Barrierewirkungen küstenferner Offshore-Windparks liegen derzeit keine artspezifischen Daten vor (IFAÖ 2013h).

Tab. 113: Flugverhalten von Seevögeln nach Sichtbeobachtungen am OWP „Horns Rev“ (CHRISTENSEN et al. 2004)

Art bzw. Artengruppe	Gesamtzahl	In Windparkfläche	Anteil in Windparkfläche
Seetaucher	70	0	0%
Kormoran	147	8	5%
Trauerente	35.779	10	0%
Skua	103	27	26%
Möwen	4.243	1.553	37%
Seeschwalben	4.387	2.166	49%
Tordalk/Trottellumme	50	2	4%

Barriere- und Scheucheffekte wirken mittelräumig und mittelfristig bis dauerhaft. Die Intensität der Wirkung variiert in Abhängigkeit von der Art zwischen gering bis hoch. Damit ergeben sich artspezifisch *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen. Die davon betroffenen Rastbestände sind von geringer Bedeutung.

Kollision mit den Windenergieanlagen

Innerhalb des Offshore-Windparks besteht zugleich ein Vogelschlagrisiko auch an den nicht bewegten Anlagen. Basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen an Eiderenten in den Offshore-Windparks „Utgrunden“ und „Nysted“ ist zumindest für Entenvögel ein geringes Kollisionsrisiko anzunehmen (FOX et al. 2006, PETTERSSON 2005, PETERSEN et al. 2006). Da die Flugaktivität in dunklen Nächten gegenüber mondhellen Nächten reduziert ist, kann von einem begrenzten Vogelschlagrisiko ausgegangen werden (DIRKSEN et al. 1998b, TULP et al. 1999), dessen Einfluss auf die Rastbestände geringer sein dürfte als die Scheuchwirkung. Im Zuge der bisherigen Untersuchungen zum Verhalten fliegender Seevögel an Offshore-Windparks wurde nur ein Kollisionsereignis beobachtet (TULP et al. 1999, PETTERSSON 2005, CHRISTENSEN et al. 2003, KAHLERT et al. 2004, FOX et al. 2006). Innerhalb des Offshore-Windparks „Horns Rev“ wurden nur Raubmöwen, Möwen und Seeschwalben in nennenswerten Anteilen beobachtet (FOX et al. 2006, Tab. 113) (IFAÖ 2013h).

Zur Abschätzung der möglichen artspezifischen Gefährdung durch Kollisionen wurde von GARTHE & HÜPPOP (2004) ein „Windenergie-Sensitivitätsindex“ (WSI) ermittelt. Die höchsten Werte des WSI, die eine höhere Gefährdung anzeigen, ergaben sich für Seetaucher, Samtente, Brandseeschwalbe, Kormoran und Eiderente (WSI > 20). Lediglich Stern- und Prachttaucher traten im Vorhabensgebiet regelmäßiger, aber in mäßiger Anzahl als Rastvögel auf. Trottellumme und Tordalk liegen dagegen im unteren Bereich aller untersuchten Arten. Das Vorhabensgebiet liegt weit abseits (>20 km) von größeren Seevogelkonzentrationen (v. a. Meeresenten) und nicht in potenziellen Korridoren zwischen bedeutenden Rastgebieten. Damit ergeben sich weder aus den Erkenntnissen von bestehenden Offshore-Windparks noch aus dem modellierten WSI nennenswerte Auswirkungen auf die im Vorhabensgebiet vorkommenden Seevögel. Das Kollisionsrisiko für diese

Vogelgruppe ist gering und es ist keine zusätzliche Beeinträchtigung der Rastvorkommen zu erwarten (IFAÖ 2013h).

Durch die bessere Sichtbarkeit des Offshore-Windparks kann die Befeuerung das Vogelschlagrisiko für lokale Rastvögel verringern, soweit diese Vögel den Offshore-Windpark umfliegen. Dagegen könnte das Risiko für Vögel, die das Hindernis zu überfliegen versuchen (z. B. Möwen), gesteigert werden, weil nach geltenden Vorschriften nur das Bauwerk unterhalb der Rotoren anzustrahlen ist (WSD 2009). Allerdings bietet die rote Flugsicherheitsbeleuchtung auf den Gondeln der Anlagen eine gewisse Sichtbarkeit der Rotorblätter. Eine Anlockungswirkung der weißen Befeuerung ist für Möwen zu erwarten, die z. T. auch in Häfen im künstlichen Licht Nahrung suchen. Der Umfang dieser Anlockung auf See ist aber nicht vorhersagbar. Damit sind auch Prognosen über ein gesteigertes Kollisionsrisiko nicht zuverlässig möglich (IFAÖ 2013h).

Durch das angenommene Nutzungsverbot innerhalb des Offshore-Windparks werden in Vorhabensgebiet und Pufferzone die Einflüsse durch Fischerei weitgehend entfallen. Im Fall einer Verlagerung von Fischereiaktivitäten (worst case) wäre keinerlei Entlastung zu erwarten, sondern u. U. sogar eine additive Wirkung der Einflüsse durch den Offshore-Windpark und die verstärkte fischereiliche Nutzung in den Nachbarflächen (IFAÖ 2013h).

Die Auswirkungen der Kollision mit Windenergieanlagen sind dauerhaft, lokal, von hoher Intensität und verursachen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

5.7.5.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Rastvögel

Scheuch- und Barrierewirkung (Lärmemissionen, visuelle Unruhe)

Auswirkungen durch den störungsfreien Betrieb der Anlagen, d. h. durch Drehung der Rotoren, können die anlagebedingten Auswirkungen verstärken. So können Bewegung und Lichtreflexionen an den Rotoren die optische und akustische Stör- und Barrierewirkung steigern (KRUCKENBERG & JAENE 1999). Eine betriebsbedingt erhöhte Scheuchwirkung des OWP „Tunø Knob“ auf Bestand und Verteilung von Eiderenten war nicht nachweisbar (GUILLEMETTE et al. 1998). Für andere Meeresenten und die besonders störungsempfindlichen Seetaucher liegen hierzu keine Angaben vor. Nach TÜV NORD (2012b) wird der Schalldruckpegel von 52 dB(A) (vgl. Kap. 5.7.5.1) im Abstand von etwa 860 m um den Windpark „ARCADIS Ost 1“ eingehalten (vgl. Kap. 5.7.6.3). Der kritische Schallpegel von 47 dB(A) wird in ca. 2.000 m außerhalb der Windparkgrenze eingehalten (vgl. Kap. 5.7.6.3, TÜV Nord 2012b). Die Pufferzone, in der eine anlagebedingte Meidung angenommen wird, wurde mit 2 km so groß gewählt, dass betriebsbedingte Habitatverluste über das worst-case-Szenario hinaus nicht zu erwarten sind. Auch die in Kap. 5.7.5.3 genannten Meidedistanzen beziehen sich auf Anlagen in Betrieb (IFAÖ 2013h).

Die Scheuch- und Barrierewirkung durch den Berieb der Anlagen wird als mittelräumig, dauerhaft und mit geringer bis hoher Intensität eingestuft. Somit entstehen *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Kollision mit den OWEA

Von größerer Bedeutung dürfte die Steigerung des Vogelschlagrisikos durch die Drehung der Rotoren sein. Bei Rastvögeln ist dieses Risiko durch die geringen Flughöhen, die meist unterhalb der Rotorebene liegen, begrenzt. Flughöhen von weniger als 50 m über offenen Wasserflächen sind von rastenden Tauchenten (DIRKSEN et al. 1998a) sowie ziehenden Meeresenten bekannt (NEHLS & ZÖLLICK 1990, BERNDT & BUSCHE 1993, KRÜGER & GARTHE 2001). Seetaucher fliegen ebenfalls i. d. R. fast ausschließlich unter 40 m (BERNDT & DRENCKHAHN 1990, KRÜGER & GARTHE 2001). Außerdem können rastende Entenvögel das Kollisionsrisiko verringern, indem sie in mondhellen Nächten in sicherer Entfernung zwischen den Anlagen hindurchfliegen und in dunklen Nächten den

Bereich von Windparks insgesamt meiden (DIRKSEN et al. 1998b). Nachlaufströmungen des Rotors können das Risiko für Vögel, die in Rotorenhöhe fliegen, vergrößern (WINKELMAN 1992b). Insgesamt ist über ihre Auswirkungen nur wenig bekannt. Prognosen über den zahlenmäßigen Umfang des Vogelschlages sind nicht zuverlässig möglich, da keine Vergleichsdaten für Anlagen vorliegen, die nach Höhe und Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren mit den geplanten vergleichbar sind (IFAÖ 2013h).

Die Auswirkungen werden daher ähnlich wie bei den anlagebedingten Wirkungen als lokal, dauerhaft und von hoher Intensität eingeschätzt und verursachen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

5.7.5.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Rastvögel

Ohne den Bau des geplanten Offshore-Windparks sind keine grundlegenden Änderungen der Bedingungen für Rastvögel im Vorhabensgebiet und im Untersuchungsgebiet zu erwarten. Eine Verringerung der Fischfangquoten, wie sie innerhalb der EU angestrebt wird, kann sich auf Seevogelbestände je nach Art unterschiedlich auswirken. Alken, die sich in der Ostsee fast ausschließlich von Sprotten ernähren, profitieren seit zwei Jahrzehnten von der Überfischung des Dorsches. Für fischfressende und schiffsbegleitende Arten, die sich u. a. von Fischereiabfällen ernähren (v. a. Möwen), ist eine Bestandsabnahme mit der Abnahme der Fischereiintensität wahrscheinlich. Das Ausmaß solcher Veränderungen ist momentan nicht vorhersagbar (IFAÖ 2013h).

Innerhalb des Untersuchungsgebietes für die OWEA „ARCADIS Ost 1“ befinden sich keine Bergbaubewilligungsfelder. Dagegen sind östlich angrenzend weitere OWP geplant. Bei Umsetzung der Planungen ist potenziell eine Eingrenzung des Lebensraumes für Rastvögel gegeben. Dass sich dadurch die Rastvogelbestände im Seegebiet signifikant verringern, ist angesichts der geringen Vogeldichten im Untersuchungsgebiet (Ausweichen innerhalb des Gebietes) und eventueller Gewöhnungseffekte nicht zu erwarten (IFAÖ 2013h).

Unfälle im Schiffsverkehr stellen in der Nähe von Schifffahrtslinien eine ständige potentielle Gefährdung für Seevögel dar. Infolge einer Schiffskollision am 31.5.2003 sank vor Bornholm ein mit 1.700 t schwerem Maschinenöl beladener Frachter. Ein Ölteppich trieb in den Folgetagen direkt auf das einzige Seevogelbrutgebiet in der südlichen Ostsee auf der Insel Græsholm zu. Bis Ende Juni 2003 verendeten ca. 1.500 Seevögel (darunter 250 Tordalken und 750 Trottellummen; IFAÖ 2006a). Derartige Ereignisse können sich auch auf die Rastbestände von Seevögeln im Untersuchungsgebiet langfristig auswirken (IFAÖ 2013h).

5.7.5.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Rastvögel

Die zu erwartenden betriebs- und anlagebedingten Auswirkungen des geplanten Windparks betreffen das Risiko von Kollisionen sowie Scheuch- und Barrierewirkungen. Im Vorhabensgebiet mit Pufferzone wurden übereinstimmend keine Vorkommen von Meeresenten festgestellt (vgl. Kap. 4.7.5.2). In dem Gebiet sind regelmäßig nur Seetaucher, Alken und Möwen anzutreffen, die sich flexibel innerhalb eines größeren Seegebietes bewegen. Die Meidung eines Windparks wurde dabei für Seetaucher und Alken nachgewiesen, Möwen hielten sich teils sogar öfter zwischen den Anlagen auf als vor dem Bau. Weiterhin wurde nachgewiesen, dass eine Gewöhnung an konstante Störreize stattfindet. Der Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ liegt so weit außerhalb der Rastgebiete, dass Beeinträchtigungen der Rastfunktion der Pommerschen Bucht *gering* ausfallen.

Das Risiko von Kollisionen an nicht bewegten Anlagen ist für die im Vorhabensgebiet vorkommenden Arten *gering*. Dies wurde durch Untersuchungen an den Offshore-Windparks „Utgrunden“ und

„Nysted“ für Entenvögel festgestellt und durch GARTHE & HÜPPOP (2004) für Alken modelliert. Drehende Rotoren stellen dagegen potentiell eine größere Gefahr dar. Allerdings bewegen sich viele Rastvögel (z. B. Tauchenten, Seetaucher) in geringer Flughöhe, die meist unterhalb der Rotorebene (ab ca.40 m) liegt. Entenvögel meiden Windparks zusätzlich in dunklen Nächten.

Die bau- und rückbaubedingten Auswirkungen des Vorhabens (Lärmbelastungen, Lichtemissionen, visuelle Unruhe) wirken zeitlich und räumlich begrenzt mit geringen bis mittleren Intensitäten. Lediglich Sedimentumlagerungen können mittelräumig zu einem geringeren Nahrungsangebot für fischfressende Vögel führen. Durch diese Wirkfaktoren werden daher *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Anlage- und betriebsbedingte Wirkungen bestehen dagegen dauerhaft. Das Risiko von Kollisionen ist lokal und weist eine hohe Intensität auf, Scheuch- und Barriereeffekte treten mittelräumig mit geringer bis hoher Intensität auf (s. Tab. 114).

Tab. 114: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Rastvögel

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Baubedingter Verkehr und Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe	l l	k k	m m	**G** **G**
• Sedimentumlagerung	• Reduziertes Nahrungsangebot für fischfressende Arten	m	k	g-m	**G**
• Handhabungsverluste	• Verletzung	l	k	g	**G**
anlagebedingt					
• Windpark	• Scheuch- und Barrierewirkung • Kollisionsrisiko	m l	m-d d	g-h h	**G-M** **G**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Scheuch- und Barrierewirkung • Kollisionsrisiko	m l	d d	g-h h	**G-M** **G**
• Wartung	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe	l l	k k	g g	**G** **G**
• Betriebsstörungen	• Austritt von Öl	m	k	g	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

5.7.6 Auswirkungsprognose Zugvögel

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für die Zugvögel zu verzeichnen:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- Barrierewirkung durch baubedingten Verkehr (Lärmbelastungen entlang der Transportwege, visuelle Unruhe) und Baubetrieb (Lärm, Lichtemissionen, visuelle Unruhe und sonstige Störreize)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Kollision mit Windenergieanlagen
- Barrierewirkung (Ablenkung und Veränderung des Zugweges)
- Lichtemissionen

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Kollision mit Windenergieanlagen
- Barrierewirkung (Ablenkung und Veränderung des Zugweges)
- Lärmemissionen

5.7.6.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Zugvögel

Barrierewirkung durch baubedingten Verkehr und Baubetrieb

Geräuschemissionen (Schiffe, Krane, Bautätigkeiten wie Rammen) sowie visuelle Unruhe durch Baugeräte und durch den Baubetrieb könnten artspezifisch unterschiedlich ausgeprägte Scheuchwirkungen (Barrierewirkung) auf ziehende Vögel ausüben. (IFAÖ 2013f)

Auswirkungen von Bauaktivitäten an OWP auf den Vogelzug konnten erstmals im Frühjahr 2003 am dänischen OWP „Nysted“ untersucht werden, wobei sich die Daten vornehmlich auf den Zug von Wasservögeln beschränkten (KAHLERT et al. 2004). Tagsüber und auch nachts kam es zu erhöhtem Schiffsverkehr, zu Arbeiten an den Fundamentgründungen und dem Errichten der einzelnen OWEA, was z. T. mit hoher Geräuschemission verbunden war.

Nachts waren die Baustellen durch starke Scheinwerfer beleuchtet. Durch Vergleichsuntersuchungen in den Vorjahren war ein direkter Vorher-Nachher-Vergleich möglich (vornehmlich mit Hilfe von Radarmessungen). Die Bauaktivitäten führten nur in der Nacht zu reduzierten Echodichten im Vergleich zu den Vorjahren, während am Tage keine Abweichungen zu den Vergleichsjahren zu erkennen waren (insgesamt 11% der Echos im Park gegenüber 16 bis 25% in den Vorjahren). In Gebieten mit einem Vorkommen von störungsempfindlicheren Arten (wie z. B. Trauerente, Seetaucher) sind dagegen wahrscheinlich auch tagsüber Ausweichbewegungen zu erwarten. Da Scheuchwirkungen durch Bauaktivitäten wahrscheinlich artspezifisch unterschiedlich sind, ist die generelle Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Regionen mit anderen Artenzusammensetzungen jedoch nicht gegeben (IFAÖ 2013f).

Insbesondere im Frühjahr findet zwischen dem Vorhabensgebiet und der Küste Rügens Massenzug von Trauerenten und Seetauchern statt, die beide als störungsempfindliche Arten einzustufen sind (z. B. CHRISTENSEN et al. 2004, BLEW et al. 2008). Bauarbeiten mit erhöhtem Aufkommen von Schiffsverkehr in diesem Seegebiet könnten für diese Arten eine Scheuchwirkung verursachen. Der Hauptzug verläuft im Frühjahr jedoch so küstennah, dass von den direkten Bauarbeiten vermutlich nur geringe Störungen ausgehen. Während die starke nächtliche Beleuchtung der Baustelle bei guten Sichtbedingungen einerseits eine Scheuchwirkung ausüben kann, sind bei schlechten Witterungsbedingen (Nebel, Regen) auch Attraktionswirkungen mit erhöhten Kollisionsrisiken denkbar (z. B. entsprechend bekannten Phänomenen von Leuchtturmanflügen bei schlechtem Wetter). Hiervon wären vor allem nachts ziehende Landvögel betroffen (HANSEN 1954).

Die Tatsache, dass Bautätigkeiten auf der offenen See von stabilen „Schönwetterlagen“ abhängen, mindert die Wahrscheinlichkeit, dass während der Bauphase kritische Schlechtwetterbedingungen mit hohen Kollisionsrisiken für ziehende Vögel vorkommen. Insgesamt wurden die Auswirkungen im dänischen OWP während der Bauphase als gering angesehen, wobei keine Aussagen zum nächtlichen Zug von Kleinvögeln möglich waren und die Aussagen zu Wasservögeln vor allem „unempfindliche“ Arten wie Eiderente, Kormorane, Möwen und Seeschwalben betrafen. Dem Verbrauch von Flächen durch die Baustelle wird keine Bedeutung für den Vogelzug beigemessen (IFAÖ 2013f).

Aufgrund der zeitlich-räumlichen Begrenzung der möglichen baubedingten Auswirkungen und den bisherigen Erfahrungen werden *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen des Vogelzuges erwartet (IFAÖ 2013f).

5.7.6.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Zugvögel

Da der Rückbau des Offshore-Windparks ähnliche Bautätigkeiten und den Einsatz vergleichbarer Bautechnik erfordert, sind ähnliche Wirkungen für den Rückbau wie für die Errichtung des Windparks zu erwarten. Die zu erwartenden Auswirkungen werden jedoch kleinräumig wirken und zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen (IFAÖ 2013f).

5.7.6.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Zugvögel

Kollision mit OWEA

Die bisherigen Kenntnisse über das Verhalten von Vögeln gegenüber Windenergieanlagen, Offshore-Windparks und anderen anthropogenen Strukturen sind in IFAÖ 2013f zusammengestellt. Im Vergleich zu den Bewertungen im Raumodnungsverfahren ergaben sich keine neuen Kenntnisse. Nach fachgutachtlicher Meinung haben die Prognosen bzgl. der Kollision mit Windenergieanlagen weiterhin Bestand. Darüber hinausgehende Präzisierungen sind nur im Rahmen von Forschungsvorhaben möglich. Ein Abgleich der fachgtutachtlichen Prognosen ist mittels eines betriebsbegleitenden Monitorings möglich.

Zahlreiche Kollisionsopfer an Leuchttürmen und Offshore-Plattformen zeigen, dass Zugvögel über der offenen See einer Kollisionsgefahr mit anthropogenen Strukturen ausgesetzt sind (z. B. SCHMIEDL 2001). Kollisionen wurden ebenfalls an den Forschungsplattformen FINO 1 (Nordsee, mindestens 442 Kollisionsopfer in 14 Monaten, OREJAS et al. 2005) und FINO 2 (Ostsee, ca. 30-40 Kollisionsopfer in ca. 5 Monaten, eigene Daten IfAÖ) festgestellt (IFAÖ 2013f).

Bisher sind keine Kollisionen an Offshore-Windparks gemessen worden. Die für Landstandorte beschriebenen Kollisionsraten sind mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht einfach auf Offshore-Bedingungen zu übertragen, da auf See:

- häufiger Starkwind-Situationen vorkommen (höheres Kollisionsrisiko),
- die geplanten Windenergieanlagen höher (höheres Kollisionsrisiko, HÖTKER et al. 2004) und die Parks wesentlich größer dimensioniert sind,
- die Lichtattraktion vermutlich stärker ist. Beleuchtete OWEA stellen auf See die einzigen Lichtquellen dar (neben Seezeichen und Schiffsverkehr). Daher ist die Attraktionswirkung wahrscheinlich höher als an Land (an Land: zusätzliches Licht neben vielen anderen Lichtquellen wie Straßenbeleuchtung, Gebäude, Straßenverkehr…),
- keine anderen Landemöglichkeiten bestehen und Landvögel den Zug fortsetzen müssen, bzw. von Licht angezogen werden. (IFAÖ 2013f)

Aus den aufgeführten Punkten lassen sich mit großer Wahrscheinlichkeit generell höhere Kollisionsrisiken über See ableiten (IFAÖ 2013f).

Der Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ wird mit 58 Anlagen der 6 MW-Klasse (Gesamtleistung 348 MW) eine Fläche einnehmen, die bezogen auf die Hauptzugrichtung nachts ziehender skandinavischer Kleinvögel im Herbst (210 °, s. IFAÖ 2013f), die zahlenmäßig die weitaus größte Gruppe der Zugvögel darstellen, eine Strecke von ca. 15 km ausmacht. Die Einzelanlagen mit einer Nabenhöhe von ca. 100 m und Rotordurchmessern von max. 150 m erreichen eine Gesamthöhe von ca. 175 m, wobei der minimale Abstand des Rotors von der Wasseroberfläche 25 m beträgt (IFAÖ 2013f).

Von entscheidender Bedeutung für die Abschätzung von Kollisionsraten ist die Frage, in welchem Maße Vögel in der Nacht auf Windenergieanlagen reagieren, d. h. einerseits Meideverhalten zeigen, andererseits jedoch auch vom Licht angezogen werden können. Solange diese Verhaltensweisen von Vögeln im Bereich von Windenergieanlagen nicht berücksichtigt werden können, unter-

liegen theoretische Modellrechnungen von Kollisionsraten einer nicht näher bekannten Ungenauigkeit und spiegeln möglicherweise nicht die realistischen Bedingungen wieder (CHAMBERLAIN et al. 2006). Mit den bisher im StUK 3 (BSH 2007) festgeschriebenen Methoden kann das nächtliche Verhalten von Vögeln im Nahbereich von Windenergieanlagen nicht erfasst werden. Der Stand der Technik zur Untersuchung der Kollisionsgefährdung befindet sich noch in der Prüfphase und die relative Bedeutung von Anlock- und Ausweichbewegungen ist noch nicht im ausreichenden Maße untersucht worden. Gemäß Zwischenbericht des BSH (2012) „stellt sich die Frage, ob Schiffsradare geeignet sind, Anlockungen von Vögeln im Windpark nachzuweisen …. Daher ist der weitere Einsatz von Schiffsradaren kritisch zu prüfen.“ Lediglich vom OWP „alpha ventus“ in der Nordsee liegen Erkenntnisse mit Anlagenbezug vor. Hier wurden in einigen wenigen Nächten seit 2010 Anlockereignisse von Singvögeln nachgewiesen, so dass sich das Kollisionsrisiko für diese Artengruppe vermutlich am höchsten darstellt.

Insgesamt muss die Abschätzung von Kollisionsraten derzeit aber noch von Analogieschlüssen ausgehen. Das Kollisionsrisiko an den Offshore-Windenergieanlagen wird möglicherweise dem an Feuerschiffen (100-200 Kollisionen pro Jahr) entsprechen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird das Kollisionsrisiko an den Anlagen des Windparks „ARCADIS Ost 1“ über dem von unbeleuchteten Windenergieanlagen an Land (<100 m Höhe) und unter dem von beleuchteten Funksendemasten (>200 m Höhe) liegen. Das Vogelschlagrisiko an peripheren Windenergieanlagen wird größer sein als das an zentral im Park gelegenen Anlagen (nicht kollidierte Vögel können reagieren; Verschattung: Anzahl der Vögel im Inneren des Parks nimmt ab, da ein Teil der Vögel bereits an äußeren OWEA kollidiert ist). Die einfache Multiplikation des Vogelschlagrisikos an einer einzelnen OWEA mit der Gesamtzahl der geplanten OWEA ist daher nicht sinnvoll. Die Zahl der jährlich anfliegenden Vögel wird sehr stark in Abhängigkeit vom Zusammentreffen der dafür wesentlichen Voraussetzungen variieren, wobei besondere Bedeutung dem Auftreten von nächtlichem Massenzug in geringer Höhe verbunden mit schlechten Witterungsbedingungen zukommt (IFAÖ 2013f).

Die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Zugvogel mit einer beleuchteten anthropogenen Struktur auf See kollidiert, ist artspezifisch verschieden. HANSEN (1954) wies unter den dänischen Leuchtturmopfern aus 54 Jahren insgesamt 190 Arten nach, wobei ganze 5 Arten ca. 75% aller Opfer ausmachten: Feldlerche, Singdrossel, Rotdrossel, Star und Rotkehlchen. Etwa 90% aller Anflugopfer betrafen insgesamt 14 Arten, bei denen es sich fast ausnahmslos um Nachtzieher handelte. Auch im OWP „ARCADIS Ost 1“ werden vermutlich 90% aller Vogelschlagopfer nachts ziehende Singvögel sein, da sie >90% des nächtlichen Zugaufkommens stellen (IfAÖ unpubl. Messungen mittels Zielfolgeradar auf Rügen) (IFAÖ 2013f).

- Wasservögel

Die zu erwartenden Kollisionsraten von Wasservögeln am Windpark „ARCADIS Ost 1“ sind gering, da z. T. wenige Individuen in den Gewässern vor Rügen beobachtet wurden (Gänse und Schwäne), die Arten am Tag sehr gute visuelle oder Manövrierfähigkeiten besitzen (Gänse und Schwäne bzw. Möwen und Seeschwalben) oder die Erfahrungen aus den Leuchtturmanflügen auf ein geringes Kollisionsrisiko schließen lassen (Gänse, Schwäne, Möwen und Seeschwalben). Arten, die regelmäßig im Vorhabensgebiet vorkommen (Meeresenten, Seetaucher) zeigen ein hohes Meideverhalten gegenüber Offshore-Windparks, teils können die Anlagen auch nachts erkannt werden (Eiderenten). Kritische Situationen für Wasservögel sind hauptsächlich bei Schlechtwetterbedingungen zu erwarten (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: aktive Ruderflieger / Nachtzieher

Bei nachts ziehenden Kleinvögeln wurde kein Ausweichverhalten gegenüber Offshore-Windparks festgestellt, so dass davon ausgegangen wird, dass sie in großer Zahl den Park durchfliegen

(BLEW et al. 2008). Innerhalb der angenommenen Fläche des Windparks von 15 km in Bezug zur Hauptzugrichtung dieser Vogelgruppe bewegen sich von den angenommenen 7,3 Mio. Vögeln im Herbst und 6,1 Mio. Vögeln im Frühjahr, die das Vorhabensgebiet überfliegen (anteiliges Zugaufkommen im Park am Gesamt-Zugaufkommen: s. Kap. 4.7.6.3), im Herbst 39% unterhalb von 200 m, im Frühjahr ca. 27% (s. Kap. 4.7.6.2). Diese Prozentwerte sind als Minimalwerte anzusehen, da der Anteil tief fliegender Vögel aus methodischen Gründen mittels Schiffsradar unterschätzt wird. Ausgehend von diesen Annahmen befänden sich im Verlaufe des Herbstzuges ca. 2,8 Mio. Vögel im direkten Gefahrenbereich (39% von 7,3 Mio.), im Frühjahr wären es mit ca. 1,6 Mio. (27% von 6,1 Mio.) Vögeln deutlich weniger. Entsprechend den Vergleichen von Kollisionen mit anderen anthropogenen Strukturen (Leuchttürme, Offshore-Plattformen, Sendemasten, Brücken) werden möglicherweise in den meisten Jahren im OWP „ARCADIS Ost 1“ ca. 1.000 bis 10.000 Kollisionen pro Jahr auftreten, in manchen Jahren möglicherweise mehr. Eine Variation der Kollisionsraten nach oben erscheint durch die beschriebene, unregelmäßig auftretende sehr ungünstige Konstellationen (hohe Zugaktivität bei schlechtem Wetter) wahrscheinlicher als eine Variation nach unten. Bei angenommenen 10.000 Vögeln pro Jahr würden je Anlage im Mittel 172 Vögel kollidieren, der Anteil kollidierter Vögel an den insgesamt im Herbst und Frühjahr über die Ostsee ziehenden Individuen läge dann bei ca. 0,003% (bzw. 0,075% der im Bereich des Windparks durchziehenden Vögel und 0,227% der unterhalb von 200 m fliegenden Vögel). Die Verlustrate bezogen auf die Zugvögel der skandinavischen Populationen wird sich demnach auch bei der Annahme hoher Verluste (hier das Szenario mit 100.000 Opfern, entsprechend 0,027% der Zugpopulation) angesichts der bestehenden Vorbelastungen (vgl. Tab. 84) nur geringfügig erhöhen (IFAÖ 2013f).

Aufgrund der sehr hohen zu erwartenden Individuenzahlen nachts ziehender Singvögel über der westlichen Ostsee (und damit auch im Bereich des Vorhabensgebietes), des relativ hohen Anteils tief fliegender Vögel und der eingeschränkten Wahrnehmung von Hindernissen in der Nacht (bzw. einer möglichen Attraktionswirkung durch die Beleuchtung) wird das Kollisionsrisiko für dieser Vogelgruppe im Vergleich zu den anderen Vogelgruppen als vergleichsweise hoch eingeschätzt. Populationsgefährdende Größenordnungen werden aber nicht erwartet (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: aktive Ruderflieger / Tagzieher

Das Kollisionsrisiko tagziehender Landvögel wird ebenfalls als gering eingeschätzt. Diese Arten sind in weit geringerem Umfang über der offenen See beobachtet worden, als nachts ziehende Landvögel. Weiterhin sind die Sichtverhältnisse am Tag ausreichend, um Hindernissen auszuweichen und die meisten Arten können sehr gut manövrieren. Aber auch für die tagziehenden Landvögel steigt die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen bei schlechten Wetterverhältnissen (IFAÖ 2013f).

- Landvögel: Thermiksegler – Greifvögel und Kraniche

Im Vorhabensgebiet wurden vergleichsweise wenige Greifvögel gesichtet. Am häufigsten wurde der Sperber beobachtet, für den jedoch aufgrund seines Flugverhaltens und der sehr guten visuellen Fähigkeiten von einer geringen Kollisionswahrscheinlichkeit auszugehen ist. Thermiksegler bewegen sich i.d.R. in großen Höhen und damit außerhalb des Gefahrenbereichs von Windenergieanlagen. Bei den Beobachtungen 2005 bis 2008 konnte festgestellt werden, dass Greifvögel sich in Thermiksäulen befanden und in großer Höhe abflogen, jedoch konnten sie meist nicht weiter verfolgt werden, so dass eine genaue Höheneinschätzung nicht möglich war (IFAÖ 2013f).

Als reine Tagzieher mit sehr gutem Sehvermögen und Manövrierfähigkeiten bestehen für diese Vogelgruppe dessen ungeachtet geringe Kollisionsgefahren. Dies belegen auch die Untersuchun-

gen von HANSEN (1954), bei denen nur drei segelfliegende Greife der hier betrachteten Arten mit Leuchttürmen kollidierten (IFAÖ 2013f).

An allen Tagen mit starkem Kranichzug herrschten gute Sichtbedingungen (Sichtweiten nicht unter 20 km), so dass davon auszugehen ist, dass über der Ostsee ziehende Kraniche einen Windpark aus weiter Entfernung erkennen und die Möglichkeit haben, ihr Verhalten in beschriebener Weise anpassen. Kraniche zogen im Mittel vorrangig in Höhen von 258-313 m (IFAÖ 2013f, S. 38). Bei Gegenwind, bei dem die Kraniche durchschnittlich tiefer fliegen, wird ein Höhenverlust aktiv kompensiert, so dass der Schleifenflug über See zu den normalen Verhaltensweisen der Kraniche zählt. Daher kann vermutet werden, dass sie dieses Verhalten auch zeigen, wenn sie auf ein Hindernis treffen. Es ist zu vermuten, dass generell Massenzugereignisse bei günstigen Windbedingungen verbunden mit großen Flughöhen stattfinden. Hierbei ist zu bedenken, dass die Windbedingungen im Aufbruchsgebiet (im Herbst im südlichen Schweden) für den Zugbeginn entscheidend sind, sich diese Bedingungen aber im Verlauf der Ostseeüberquerung ändern können. Weiterhin kann der zeitliche Verlauf bestimmter Wetterbedingungen dazu führen, dass Kraniche auch bei suboptimalen Bedingungen (Gegenwind) mit dem Zug beginnen (verbunden mit geringen Zughöhen). Am kritischsten ist ein Szenario einzuordnen, bei dem bei guten Zugbedingungen am Abflugort viele Kraniche aufbrechen, dann aber auf See plötzlich in Nebel mit geringen Sichtweiten geraten, wodurch die Reaktionszeit verkürzt wird. Auch einsetzender Starkregen in Verbindung mit starkem Gegenwind würde vermutlich zu kritischen Situationen im Bereich von Windparks führen (IFAÖ 2013f). Die Untersuchungen zeigen, dass im Herbst ein nicht unbeträchtlicher Teil des Kranichzuges über der Ostsee auch in der Nacht stattfindet (10%), wenn aufgrund eingeschränkter Sicht ein erhöhtes Kollisionsrisiko besteht. Da der beobachtete Nachtzug im Herbst 2005 jedoch ausschließlich in Höhen von über 200 m stattfand (mit deutlichem Schwerpunkt über 600 m), ist das Kollisionsrisiko in der Nacht als gering einzustufen. (IFAÖ 2011)

Das Kollisionsrisiko von Zugvögeln mit dem Windpark „ARCADIS Ost 1“ ist kleinräumig und dauerhaft. Die Intensität wird für alle Arten hoch eingeschätzt. Das Risiko einer Kollision ist für verschiedene Vogelgruppen unterschiedlich hoch, populationsgefährdende Ausmaße werden jedoch nicht erreicht. Daher ergeben sich insgesamt *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für die Zugvögel.

<u>Barrierewirkung (Ablenkung und Veränderung des Zugweges)</u>

Der geplante Windpark „ARCADIS Ost 1“ ist mit 58 Anlagen und einer Ausdehnung von ca. 3,7 x 15 km ein relativ großflächiger Park. Untersuchungen an dänischen Windparks („Horns Rev“ und „Nysted“) zeigten deutlich die Barrierewirkung solch großer Windparkanlagen. Die Auswirkungen waren jedoch artspezifisch verschieden. Eine Barrierewirkung und damit eine Ablenkung des Zugweges (Umfliegen des Parks) ist vornehmlich bei tagziehenden Arten zu erwarten. Für Trauerenten und Seetaucher, die im Vorhabensgebiet häufig angetroffen wurden, stellen Offshore-Windparks ausgeprägte Barrieren dar, die umflogen werden (CHRISTENSEN et al. 2004), während Eiderenten zwar größtenteils Ausweichflüge zeigten, jedoch teilweise diese auch durchfliegen (KAHLERT et al. 2004). Trauerenten und Seetaucher ziehen im Frühjahr konzentriert entlang der Küste vor Wittow, gelangen aber auch in den Bereich des geplanten Windparks (jedoch vergleichsweise geringer Anteil). Für die meisten Vögel wäre der Park dann etwa 5-10 km entfernt (Entfernung des Parks von der Küste ca. 20 km), so dass er wahrscheinlich nicht als Hindernis erkannt wird und den Zug nicht beeinflusst. Die weiter nördlich fliegenden Trauerenten und Seetaucher, die in dieser Untersuchung im Bereich des Vorhabensgebietes gesehen wurden, werden dem Park wahrscheinlich ausweichen, indem sie weiter südlich fliegen, d. h. ihre Zugroute der Hauptzugroute der meisten Artgenossen anpassen. Für den Herbstzug gestaltet sich die Situation anders. Der genaue Verlauf der Zugwege von Trauerenten und Seetauchern im Herbst ist nicht bekannt. Eine Beurteilung der Situation während des Herbstzuges ist deshalb nicht möglich (IFAÖ 2013f).

Sofern bei Ausweichflügen der Park großräumig umflogen wird, stellt sich die Frage, inwieweit mit diesem Verhalten relevante Erhöhungen des Energieverbrauches verbunden sind. Während des Zuges macht das Fliegen *an sich* oft nur einen geringen Anteil am Gesamtverhalten aus (viel Zeit für Rast und Nahrungsaufnahme; GREEN et al. 2002). Eine verlängerte Zugstrecke durch Ausweichflüge hätte demnach nur geringe energetische Folgen. Für Trauerenten und Seetaucher sind wichtige Herbst- und Frühjahrs-Rastgebiete in der Ostsee bekannt, wo sie zwischen den eigentlichen Zugstrecken viel Zeit zur Nahrungssuche verbringen (z. B. DURINCK et al. 1994). Die Zugwege unterliegen weiterhin hohen wetterbedingten Schwankungen (vor allem Windeinflüsse), so dass in einem gewissen Umfang variierende Zugrouten auch natürliche Ursachen haben können. Mit einer maximalen Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 3,7 km (relevant für Vögel, die generell in Richtung W-E ziehen) lägen die Ausweichflüge vermutlich im Bereich einer natürlichen Variation der Zugwege. Die zusätzlichen energetischen Belastungen sind deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht als kritisch einzustufen. Für tagziehende Kleinvögel mit geringeren Energiereserven könnten größere Ausweichflüge jedoch höhere Energiebelastungen darstellen. Diese Vogelgruppe zeigte Reaktionen auf Offshore-Windparks und es gibt Hinweise auf ein Meideverhalten (weniger Vögel im Park als außerhalb, BLEW et al. 2008). Für Möwen und Seeschwalben stellen Offshore-Windparks dagegen keine Barriere dar, nur Fluss- und Küstenseeschwalben mieden Windparks (CHRISTENSEN et al. 2004).

Bei nachts ziehenden Landvögeln wurden keine Hinweise auf Ausweichbewegungen gefunden, die Vogeldichte innerhalb und außerhalb des Parks unterschied sich nicht (BLEW et al. 2008). Die Barrierewirkung bei dieser Artengruppe ist also als gering einzuschätzen (entsprechend hoch ist das Kollisionsrisiko). Die großen artspezifischen Unterschiede in den Kollisionsraten vornehmlich nächtlich ziehender Landvögel (HANSEN 1954) lassen jedoch vermuten, dass möglicherweise auch artspezifische Unterschiede in den Barrierewirkungen bestehen. Thermiksegler fliegen oft so hoch, dass ein Windpark keine Barriere darstellt. Tiefer fliegende Vögel könnten den OWP jedoch als Barriere ansehen und Ausweichbewegungen zeigen (IFAÖ 2013f).

Über das Verhalten von Kranichen gegenüber Windparks auf hoher See ist bisher nichts bekannt. An Landstandorten halten Kraniche 300 (BRAUNEIS 2000) bis 700 m (KAATZ 1999) Abstand von Windenergieanlagen, lösen z. T. ihre Flugformation auf, steigern ihre Flughöhe, um die Anlagen zu überfliegen, bzw. sie umfliegen den Park in Abständen von bis zu 1.500 m, um dann in ihre ursprüngliche Richtung weiter zu fliegen. Ein entsprechendes Verhalten wäre auch bei Offshore-Windparks denkbar. Der zusätzliche Energieaufwand für dieses Verhalten ist schwer abzuschätzen. Der regelmäßig beobachtete Höhengewinn über See durch kreisende Flugbewegungen deutet darauf hin, dass dieses Verhalten als natürliche Verhaltensweise der Vögel angesehen werden kann. Demzufolge wären Kraniche, die auf See auf eine Barriere in Form eines Windparks stoßen, vermutlich in der Lage, durch das beschriebene Verhalten so viel an Höhe zu gewinnen, dass das Hindernis überflogen werden kann. Alternativ könnte das Hindernis auch umflogen werden. Eine dadurch verursachte Verlängerung des Zugweges würde zusätzliche energetische Kosten mit sich bringen. Das gleiche gilt, vermutlich in geringerem Umfang, durch einen Höhengewinn, der auf dem Flügelschlagen gegen den Wind bei kreisenden Flugbewegungen beruht. Inwieweit sich diese zusätzlichen Kosten auf den weiteren Verlauf des Zugweges auswirken würden, ist schwer zu beurteilen. Die Tatsache, dass alle Kraniche im Herbst nach Erreichen der Küstenlinie ihren Zug fortsetzten und nicht „entkräftet“ auf der Halbinsel Wittow zwischenlandeten, zeigt jedoch, dass die Überquerung der Ostsee (auch bei ungünstigen Gegenwind-Situationen) die Vögel nicht an den Rand ihrer energetischen Möglichkeiten bringt. Zudem ermöglicht es der natürlicherweise von der überwiegenden Zahl der Individuen eingelegte längere Zwischenstopp in den großen Rastgebieten der Rügen-Bock-Region den Kranichen, ihre Reserven schnell wieder aufzufüllen (IFAÖ 2013f).

Bei der Beurteilung von Barrierewirkungen ist zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu möglichen Auswirkungen auf Rastvögel kaum Gewöhnungseffekte auftreten werden. Aussagen über zusätzliche energetische Belastungen sind derzeit nur spekulativ. Angesichts hoher natürlicher Variationen von Zugwegen und im Kontext der gesamten zurückzulegenden Zugstrecke sind den zusätzlichen Belastungen eher eine geringe Bedeutung zuzumessen (Ausnahme möglicherweise bei Kleinvögeln). Diese Annahme ist jedoch durch entsprechende Messungen und Modellrechnungen zu verifizieren (IFAÖ 2013f).

Bei Untersuchungen an den ersten Offshore-Windparks wurde nicht differenziert zwischen Auswirkungen bei unterschiedlichen Betriebsstadien (z. B. stehende und drehende Rotoren), so dass Aussagen zu betriebsbedingten Auswirkungen derzeit nicht auf konkrete Daten gestützt werden können. Deshalb muss analog zu Landstandorten von der Annahme ausgegangen werden, dass für drehende Rotoren grundsätzlich die gleichen Risiken und Auswirkungen wie bei den „anlagebedingten Auswirkungen“ beschrieben gelten, wobei sowohl für die Barrierewirkung als auch für das Kollisionsrisiko mit einer Erhöhung der Auswirkungen zu rechnen ist. Die Überlegungen zu erhöhten Kollisionsrisiken gründen sich auf mathematische Berechnungen, die noch mit geeigneten Methoden zu verifizieren sind (z. B. mit Hilfe von Infrarotkameras) (IFAÖ 2013f).

Die Barrierewirkung des Windparks hat für Zugvögel eine mittelräumige Ausdehnung und ist dauerhaft. Die Intensität hängt von der Vogelgruppe ab, kann aber auch artspezifisch verschieden sein. Teilweise ist über das Verhalten gegenüber Offshore-Windparks nichts bekannt, so dass die Aussagen auf Annahmen beruhen. Eine geringe Intensität lässt sich für nachtziehende Kleinvögel (dementsprechend höheres Kollisionsrisiko) und Greifvögel (aufgrund der großen Flughöhen) feststellen. Wasservögel zeigten je nach Art ein unterschiedliches Verhalten. Mittlere Intensitäten werden für tagziehende Kleinvögel und Kraniche angenommen, da ein Meideverhalten gegenüber Offshore-Windparks (Kleinvögel) bzw. gegenüber Windparks an Land (Kraniche) beobachtet wurde. Insgesamt sind aufgrund der beschriebenen Gegebenheiten *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten.

Lichtemissionen

Lichtemissionen können sowohl ein Meideverhalten als auch die Anziehung von Vögeln bewirken. Letzteres wäre besonders bei nachtziehenden Vögeln und bei schlechten Wetterverhältnissen denkbar. Derartige Verhaltensweisen wurden für beleuchtete Funksendemasten beobachtet, die genaue Funktionsweise und der Umfang solcher Verhaltensweisen sind jedoch nicht bekannt (IFAÖ 2013f).

Die Auswirkungen von Lichtemissionen werden als mittelräumig, dauerhaft und von geringer bis mittlerer Intensität eingestuft. Damit ergeben sich *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Lärmemissionen

Der Schallleistungspegel für die Turbine ALSTOM HALIADE 150-6MW wird vom Hersteller mit 112,3 dB(A) prognostiziert. Aufgrund des Fehlens einer bestätigenden Messung wird ein Sicherheitszuschlag von 2 dB(A) berücksichtigt. Ausgehend von einem Richtwert für Vögel von 52 dB(A) am Tag bzw. 47 dB(A) nachts (Erheblichkeitsschwellen für den Mittelungspegel der Geräusche; TÜV NORD 2012b) kann damit gerechnet werden, dass diese etwa 860 m bzw. 2.000 m außerhalb der Windparkgrenze eingehalten werden. Innerhalb des Windparks wird der Schalldruckpegel von 52 dB(A) aufgrund des Abstandes der OWEA nicht unterschritten (TÜV NORD 2012b).

Die Auswirkungen durch Lärmemissionen sind somit mittelräumig und dauerhaft. Da im Windpark selbst vergleichsweise wenige Vögel erwartet werden, wird von einer geringen Intensität ausgegangen, so dass sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen ergeben.

5.7.6.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Zugvögel

Ohne den Bau des geplanten OWP sind keine grundlegenden Änderungen der Bedingungen für den Vogelzug im Baugebiet zu erwarten. Das Zuggeschehen wird sich auch bei mittelfristiger Betrachtung, von jahrweisen Schwankungen abgesehen, nur soweit ändern, wie sich die wesentlichen Faktoren ändern, welche die Populationsentwicklung der durchziehenden Vogelarten bestimmen. Alljährlich ziehen gegenwärtig im Herbst ca. eine halbe Milliarde Vögel durch die westliche Ostsee (s. Tab. 88). Im Frühjahr sind es auf Grund der hohen Mortalität der Jungvögel in ihrem ersten Winter erheblich weniger (IFAÖ 2013f).

5.7.6.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Zugvögel

Die zu erwartenden betriebs- und anlagebedingten Auswirkungen des geplanten Windparks betreffen das Risiko von Kollisionen sowie Barrierewirkungen. Kollisionsraten mit vergleichbaren anthropogenen Strukturen (Windparks an Land, Leuchttürmen, Sendemasten, Brücken) lassen vermuten, dass jährlich Zugvögel in einer Größenordnung von 1.000 bis 10.000 Vögeln am Windpark „ARCADIS Ost 1“ verunglücken, wobei vor allem nachts ziehende Vögel betroffen sein werden. Die Anteile an den Zugpopulationen werden dabei vergleichsweise gering sein und angesichts bestehender Vorbelastungen wird sich die artspezifische Mortalität nur geringfügig erhöhen. Kritische Situationen entstehen dabei vor allem beim Zusammentreffen von hohem Zugaufkommen (d. h. bei guten Zugbedingungen im Aufbruchsgebiet) und im Verlaufe des Zugweges einsetzenden schlechten Witterungsbedingungen (Regen, Nebel, Starkwind). Dies kann zu einer Attraktion vieler Zugvögel und zu deutlich höheren Kollisionszahlen führen. Für Tagzieher, Greifvögel und Kraniche wird die Kollisionsgefahr als *gering* eingeschätzt, da sie Hindernisse am Tage erkennen und reagieren können. Ein Abgleich der fachgtutachtlichen Prognosen ist mittels eines betriebsbegleitenden Monitorings möglich.

Barrierewirkungen durch den relativ großflächigen Windpark werden vornehmlich für Tagzieher erwartet, wobei diese artspezifisch unterschiedlich ausgeprägt sein werden. Trauerenten und Seetaucher werden generell als störungsempfindlich eingestuft. Während des Frühjahrszuges wird deren Zugroute vermutlich noch konzentrierter zwischen dem Windpark und der Küste verlaufen (d. h. der OWP wird südlich umflogen), während im Herbst das Ausmaß möglicher Ausweichflüge aufgrund der Unsicherheiten im generellen Zugverlauf unklar ist. Der von Rügen startende Greifvogel- und Kranichzug im Frühjahr verläuft größtenteils westlich des Vorhabensgebietes, so dass nur für einen geringen Anteil der Zugpopulation Barrierewirkungen erwartet werden. Kraniche zeigten vor Rügen als „natürliches“ Verhalten kreisende Flugbewegungen mit Höhengewinn über der Ostsee. Dieses Flugverhalten könnte auch im Zusammenhang mit Ausweichbewegungen gegenüber dem geplanten Windpark ein Überfliegen des Parks ermöglichen. Für größere Arten, wie Gänse, Enten, Seetaucher und Kraniche werden die zusätzlichen energetischen Aufwendungen für das Umfliegen bzw. Überfliegen des Parks als gering eingeschätzt. Sie liegen wahrscheinlich im Rahmen der natürlichen Variation der Zugwege (z. B. bedingt durch Wind). Für tagziehende Kleinvögel mit geringeren Energiereserven könnten größere Ausweichflüge jedoch höhere Energiebelastungen darstellen. Für die meiste Möwen und Seeschwalben stellen Offshore-Windparks dagegen keine Barriere dar.

Die bau- und rückbaubedingten Auswirkungen des Vorhabens (Lärmbelastungen, Lichtemissionen, visuelle Unruhe) wirken zeitlich und räumlich begrenzt mit geringen Intensitäten. Durch diese Wirkfaktoren werden daher *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Die anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen des Offshore-Windparks wirken dagegen dauerhaft, das Risiko von Kollisionen ist kleinräumig und mit hoher Intensität gegeben. Barrierewirkung entfaltet das

Vorhaben mittelräumig und in geringer bis mittlerer Intensität. Insgesamt sind somit durch die anlage- und betriebsbedingten Wirkungen *geringe* bis *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten (s. Tab. 115).

In den Stellungnahmen zum ROV wird auf den Naturschutzfachlichen Planungsbeitrag des BfN (2006) zur Raumplanung in der deutschen AWZ verwiesen, wonach die Region Rügen – Schonen von für den Vogelzug beeinträchtigenden Wirkungen freizuhalten ist. In dem Beitrag heißt es jedoch auch, dass dies nur „außerhalb der Flächen mit bereits genehmigten oder im Genehmigungsverfahren befindlichen Windparks sowie außerhalb der raumordnerischen Vorrang- und Eignungsgebiete für Windkraftnutzung“ (BfN 2006, S. 16) anzuwenden ist. Der Großteil der geplanten Anlagen wird sich innerhalb des Eignungsgebietes für Windenergieanlagen (MFABL 2005) befinden, welches zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des naturschutzfachlichen Planungsbeitrags bereits ausgewiesen war. Die Verlegung eines Teils der Anlagen an Standorte außerhalb des Eignungsgebietes im Zuge des ROV geschah in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde zur Vermeidung von Überschneidungen mit militärischen und Schiffahrtsbelangen (s. Kap .2.4.2). Zudem erfolgte damit eine Verlegung in einen Bereich mit niedrigeren Zugintensitäten innerhalb des Zugkorridors „Rügen-Schonen“. (vgl. IFAÖ 2011)

Tab. 115: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Zugvögel

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Verkehr	• Lärmemissionen • Visuelle Unruhe	l l	k k	g g	**G** **G**
• Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Lichtemissionen • Visuelle Unruhe	m m l	k k k	g g g	**G** **G** **G**
anlagebedingt / betriebsbedingt					
• Windpark im störungsfreien Betrieb	• Kollisionsrisiko • Barrierewirkung • Lichtemissionen • Lärmemissionen	l m m m	d d d d	h g-m g-m g	**G-M** **G-M** **G-M** **G**
betriebsbedingt					
• Wartung	• Lärmemissionen	l	k	g-m	**G**
• Betriebsstörungen	• Lärmemissionen	l	k	g-m	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

5.7.7 Auswirkungsprognose Fledermäuse

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren sind für die Fledermäuse zu verzeichnen:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- baubedingter Verkehr und Bautätigkeit (Licht- und Lärmemissionen, Kollisionsgefahr)

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Kollision mit Windenergieanlagen

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Kollision mit Windenergieanlagen
- Lärm- und Lichtemissionen

5.7.7.1 Baubedingte Auswirkungen Fledermäuse

Baubedingter Verkehr und Bautätigkeit

Die Errichtung von OWEA ist mit einem erhöhten Schiffsaufkommen verbunden. Durch die Beleuchtung der Schiffe und der Baustelle können über das Meer wandernde Fledermäuse angelockt werden. Es besteht dann die Gefahr von Kollisionen mit den Schiffen und der Baustelle (BSH 2009a). Die These der Anlockung durch Geräusche konnte bisher weder bestätigt noch widerlegt werden (AHLÉN 2003). Die Wirkungen sind jedoch insgesamt lokal, kurzfristig und von geringer Intensität, so dass nur *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bestehen (BSH 2009a).

5.7.7.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Fledermäuse

Da der Rückbau des Offshore-Windparks ähnliche Bautätigkeiten und den Einsatz vergleichbarer Bautechnik erfordert, sind ähnliche Wirkungen für den Rückbau wie für die Errichtung des Windparks zu erwarten. Die zu erwartenden Auswirkungen werden zu *geringen* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen führen.

5.7.7.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen Fledermäuse

Kollision mit Windenergieanlagen

Die Studien von AHLÉN et al. (2009) belegen, dass Fledermäuse noch bis in 10 km Entfernung von der Schwedischen Küste regelmäßig im Spätsommer von Offshore- Windenergieanlagen in der Ostsee, genau wie an Windenergieanlagen an Land, angezogen werden. Sie jagen dort nach Insekten, die wahrscheinlich die Ostsee queren (RYDELL et al. 2010). Es ist nicht auszuschließen, dass es sich bei den Studien um ziehende Fledermäuse handelt, die auch die Ostsee queren. Die Erfassungen auf der Greifswalder Oie (POMMERANZ et al. 2012) könnten ein Indiz für Fledermauszug über die Ostsee sein, ein hinreichender Beweis liegt jedoch noch nicht vor (endgültige Ergebnisse stehen noch aus).

Von den Offshore-Windenergieanlagen selbst sowie ihrem Betrieb können Fledermäuse angelockt werden und es besteht die Gefahr mit den Anlagen zu kollidieren. Aus Untersuchungen an Onshore-Windenergieanlagen ist diese Gefahr sowie die Möglichkeit von Barriere-, Habituations- und Anlockeffekten bekannt (AHLÉN 2003, JOHNSON 2004). Eine Studie aus Südschweden zeigt, dass sowohl ziehende als auch nicht-ziehende Arten durch tödliche Unfälle betroffen sind (AHLÉN 2003). Die Ursachen der Unfälle blieben weitgehend ungeklärt. Es zeichnete sich jedoch ab, dass sich aufgrund der Wärme- und Lichtemissionen der Turbinen vermehrt Insekten ansammelten, welche nahrungssuchende Fledermäuse anlockten (AHLÉN 2003). Diese zeigten keine Scheu vor den sich bewegenden Rotorblättern und jagten auch dazwischen (AHLÉN et al. 2007). Dabei können sie „durch Nachlaufströmungen und Turbulenzen mit dem Turm kollidieren“ (SKIBA 2007). BAERWALD et al. (2008) gehen davon aus, dass der Großteil von an Onshore-Windenergieanlagen getöteten Fledermäusen durch innere Verletzungen infolge des Unterdrucks, der durch die drehenden Rotoren entsteht (Barotrauma), starb. BARCLAY et al. (2007) zeigten, dass die Zahl verunglückter Fledermäuse im Gegenteil zu Vögeln mit der Höhe der Windenergieanlagen zunahm. Sie führten das auf die geringere Flughöhe von Fledermäusen im Vergleich zu nachtfliegenden Vögeln zurück.

Nach AHLÉN et al. (2007) fliegt die Mehrheit der Fledermäuse bei Nacht und bei milden Windverhältnissen (höchstens 10 m/s) über das Meer, die höchste Aktivität wurde bei weniger als 5 m/s

festgestellt, die intensivsten Jagdflüge fanden bei 0 m/s und glatter See statt, also wenn auch die meisten Insekten flogen. Auf offener See sind so niedrige Windgeschwindigkeiten eher selten, so dass die Aktivitäten überwiegend gering sein dürften. Gleichzeitig besteht unter diesen Bedingungen und in Betrieb befindlichen Windenergieanlagen die größte Gefahr für Unfälle.

Die Auswirkungen von Kollisionen sind lokal und dauerhaft mit mittlerer Intensität. Da der Zug über das Vorhabensgebiet verstreut stattfindet (vgl. Kap. 4.7.7.2), ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für die Fledermäuse.

Lärm- und Lichtemissionen

Die These der Anlockung durch Geräusche konnte bisher weder bestätigt noch widerlegt werden (AHLÉN 2003). Daher kann keine Aussage zur direkten Wirkung von Lärm auf die Fledermäuse gemacht werden. Auch über die direkten Auswirkungen von Licht auf Fledermäuse ist nichts bekannt. Allerdings konnten AHLÉN et al. (2007) und RYDELL et al. (2010) zeigen, dass sich vermutlich aufgrund der Wärme- und Lichtausstrahlung vermehrt Insekten in der Nähe der Turbinen aufhalten und nahrungssuchende Fledermäuse anlocken. Damit erhöht sich die Gefahr eines Zusammenstoßes mit den drehenden Rotorblättern (vgl. Kap. 4.7.7.2). Die Auswirkungen von Lärm und Licht werden als lokal, dauerhaft und von geringer Intensität eingestuft und ergeben somit *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

5.7.7.4 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Fledermäuse

Bestände und Verbreitung der über die Ostsee ziehenden Fledermausarten sind v. a. aufgrund der hohen Wanderdynamik nicht abschließend erfasst und auch Zugmuster sind weitgehend unbekannt. Mit dem aktuellen Kenntnisstand lässt sich die Bestandsentwicklung nicht abschätzen oder prognostizieren. Somit ist auch die Abschätzung der voraussichtlichen Entwicklung des Schutzgutes bei Nichtumsetzung des geplanten Windparks nur eingeschränkt möglich. Fledermäuse werden indirekt durch die Auswirkungen der Klimaveränderung auf ihre Nahrungsorganismen (Insekten) betroffen sein. Diese Entwicklung ist jedoch unabhängig von der Durchführung / Nichtdurchführung des Vorhabens.

5.7.7.5 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Fledermäuse

Es kann zum derzeitigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden, dass Fledermäuse die Ostsee und damit auch das Vorhabengebiet queren. Es wird aber angenommen, dass dies nicht in konzentrierten Zügen wie bei Vögeln geschieht. Die Tiere werden durch die Anlagen angelockt (Licht und/oder Nahrung), sodass das Risiko von Kollisionen mit den OWEA gegeben ist. Die größte Gefahr besteht bei niedrigen Windgeschwindigkeiten und Windstille. Darüber hinausgehende Präzisierungen sind nur im Rahmen von neuen Erkenntnissen aus Forschungsvorhaben möglich. Für alle Auswirkungen werden geringe Struktur- und Funktionsbeeinflussungen erwartet. Ein Abgleich der fachgtutachtlichen Prognosen ist mittels eines betriebsbegleitenden Monitorings möglich. Tab. 116 gibt eine Übersicht der zu erwartenden Auswirkungen.

Tab. 116: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Fledermäuse

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Verkehr und Bautätigkeit	• Lärmemissionen • Lichtemissionen • Kollisionsrisiko	l l l	k k k	g g m	**G** **G** **G**
anlagebedingt					
• Windpark	• Kollisionsrisiko	l	d	m	**G**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Kollisionsrisiko • Lärm- und Lichtemissionen	l l	d d	m g	**G** **G**
• Wartung	• Lärmemissionen	l	k	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Lärmemissionen	l	k	g	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch

5.7.8 Auswirkungsprognose Meeressäuger

Folgende bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren können auf Meeressäuger wirken:

Bau- und rückbaubedingte Vorhabenswirkungen

- Geräuschemissionen durch Bauarbeiten, Verlege- und Hilfsschiffe
- Visuelle Unruhe durch Baugeräte und -betrieb
- Flächen- und Raumverbrauch
- Störung oberflächennaher Sedimente, Veränderung der Morphologie / Sedimentstruktur
- Kollisionsrisiko / Unfall (Baugeräte / Schiff – Meeressäuger)
- Handhabungsverluste

Anlagebedingte Vorhabenswirkungen

- Nutzungs- und Befahrungsverbot
- Visuelle Unruhe
- Flächenüberbauung und Raumverbrauch
- Hartsubstrat unter Wasser (Fundament, Kolkschutz, Tonnen und Seezeichen)
- Wirkungen der Anlage als Hindernis im Wasserkörper

Betriebsbedingte Vorhabenswirkungen

- Geräuschemissionen
- Visuelle Unruhe
- Erzeugung von Wärme und magnetischen Feldern
- Wartungs-, Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten

5.7.8.1 Bau- und rückbaubedingte Auswirkungen Meeressäuger

Geräuschemissionen durch Bauarbeiten, Verlege- und Hilfsschiffe

Beim Bau der Windenergieanlagen werden Lärmemissionen sowohl durch die Bauarbeiten als auch durch die Baufahrzeuge auftreten. Die Wirkungen von Schallemissionen auf marine Säuger werden in Abhängigkeit von der Entfernung zur Schallquelle in vier Wirkungszonen unterteilt:

1) *Zone der Hörbarkeit:* das Signal kann gehört werden, aber es entsteht keinerlei Beeinträchtigung. Es erfolgt keine Reaktion.
2) *Zone der Reaktion:* es erfolgt eine physiologische oder Verhaltensreaktion. Als Verhaltensreaktionen können vorkommen: erhöhte Aufmerksamkeit (Vigilanz), Aufschrecken / Panik, Unterbrechung von Verhaltensweisen (Jagen, Ruhen, Wandern, soziale Interaktion), Scheuchwirkung durch Schalleintrag in den Wasserkörper, Vermeidungsreaktion, evtl. kurz- bis langfristige Vertreibung aus dem Problemgebiet.
3) *Zone der Maskierung:* die Schallquelle ist laut genug, um die Kommunikation oder das Sonar mariner Säugetiere zu maskieren. Andere Geräusche (Nahrung / Umwelt) können vermindert oder nicht mehr wahrgenommen werden. Tiere oder Populationen können signifikant beeinträchtigt werden.
4) *Zone des Hörverlustes, des Unbehagens, der Verletzung:* in unmittelbarer Nähe zur Schallquelle ist das Signal so stark, dass es ein Tier verletzen und die Höreigenschaften dauerhaft beeinträchtigen kann; im Extremfall letale Folgen. Bei einigen gestrandeten Zahnwal- und Robbenarten fanden KETTEN (1999, 2002) und DEGOLLADA et al. (2003) Verletzungen des Trommelfells und teilweise Zerstörungen des Innenohres als mögliche Folgen anthropogenen Schalleintrages.

Die genannten Zonen sind weiterhin abhängig von verschiedenen Parametern wie

- den Höreigenschaften der untersuchten Art,
- dem Schallpegel der Schallquelle,
- dem Hintergrundlärm und
- der Schallausbreitung im Raum.

Für die Beurteilung anthropogener Auswirkungen sind die Zonen zwei bis vier von besonderer Bedeutung. Da unter Experten Einigkeit herrscht, dass Schädigungen zu vermeiden sind, wird hier der Schwerpunkt auf die vierte Zone gelegt. Auch ist die Kenntnislage bezüglich der beiden anderen Zonen sehr lückenhaft.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Bautätigkeiten auf Meeressäuger sind weiterhin die Hintergrundgeräusche zu beachten. Dazu gehören Meeresströmungen, Wind, Wellen, Niederschlag, Geräusche von Schifffahrtsrouten und biologische Quellen. Die Intensität der Hintergrundgeräusche schwankt und ist abhängig von den Windverhältnissen, der Quellstärke, der Frequenz und der Entfernung sowie der Wassertiefe und der saisonalen Schichtung des Wasserkörpers. Bei Rügen wurde ein Hintergrundgeräuschpegel von 83 bis 99 dB(A) im Frequenzbereich von 31,5 bis 1.000 Hz gemessen. Der Gesamtpegel über alle Frequenzen betrug 110 dB re 1 µPa (KOSCHINSKI & LÜDEMANN 2009).

Die Reaktionen von Meeressäugern auf Schalleinträge lassen sich kaum vorhersagen. Sie reichen von kaum merklichen Effekten bis zum Abbruch wichtiger Verhaltensweisen wie Fressen oder die Aufgabe wichtiger Aufenthaltsräume. Verhaltensreaktionen scheinen von der Motivation bzw. vom Verhaltensstatus des Empfängers abzuhängen. In der Kalbungszeit oder während sozialer Interaktionen sind viele Walarten wesentlich empfindlicher als zu anderen Zeitpunkten. Auch das Alter und der soziale Status des Empfängers spielen offenbar eine Rolle. Ältere Schwertwalweibchen, die Leittiere ihres Verbandes, reagieren im Freiland wesentlich stärker auf Störungen als jüngere oder sozial tieferstehende Tiere (BARRETT-LENNARD 2000). Es ist weiterhin wahrscheinlich, dass wichtige Habitate auch aufgesucht werden, obwohl dort erhebliche Störungen auftreten.

RICHARDSON et al. (1995) schlagen einen Grenzwert von 120 dB re 1µPa Empfangspegel (kontinuierlicher Lärm) als Grenzwert für Verhaltensreaktionen von Schweinswalen vor (SLC-Kriterium; vgl. hierzu auch ERBE & FARMER 2000, ERBE 2002). Alternativ definieren RICHARDSON et al. (1995) ein ‚Signal-to-noise-Ratio'-Kriterium (SNR), nach dem der Störlärm 20-30 dB über dem Hintergrundschall liegen muss, um Verhaltensreaktionen auszulösen. Die Schwierigkeit bei solchen Schwellenwerten ist jedoch, dass sie die Höreigenschaften des Empfängers weitgehend außer Acht lassen. KASTELEIN et al. (2005) testeten die Verhaltensreaktionen von Schweinswalen auf verschiedene Signale im Bereich um 12 kHz (Hörschwelle ~51 dB) und fanden aversive Reaktionen bei einem Empfangsschalldruck zwischen 97 – 111 dB_{Leq} re 1µPa[16]. Setzt man diese Werte in Bezug zu den Höreigenschaften des Schweinswals, fanden aversive Reaktionen zwischen 59 und 73 dB über der Hörschwelle statt. Wenn dieses Kriterium herangezogen wird, würde für 250 Hz ein Bereich um 174 – 188 dB re 1µPa und für 2 kHz 131 – 145 dB re 1µ Empfangsschalldruck zu aversiven Reaktionen führen. Aus den Hörleistungen von Seehunden einerseits und dem Frequenzspektrum der Schalleinträge während der Bauarbeiten andererseits ergibt sich, dass Seehunde für fast alle Schalleinträge, die bei Gründungs- und Bauarbeiten der Windparks auftreten, eine genauso große oder sogar höhere Empfindlichkeit besitzen als Schweinswale. Eine Ausnahme bildet lediglich der Bereich von Schiffslärm >1 kHz.

Das Umweltbundesamt hat 2003 einen Vorsorgewert zur Begrenzung des Unterwasserschalls beim Bau von Offshore-Windparks vorgeschlagen. Danach darf in einer Entfernung von 750 m von der Schallquelle ein Schallpegel von 160 dB re 1 µPa nicht überschritten werden. Der Spitzenschalldruckpegel soll nicht mehr als 190 dB betragen. Es ist sicherzustellen, dass sich in Bereichen, in denen diese Vorgabe überschritten wird, keine Meeressäuger aufhalten. (UBA 2011)

Derzeit ist für den Bau der OWEA des Windparks „ARCADIS Ost 1“ eine Jacketgründung als Pfahlgründung mit drei Pfählen je Anlage vorgesehen (COWI & IMS 2012a). Für 58 Anlagen ergeben sich damit 174 Pfähle, die in den Untergrund gerammt werden. Dabei wird meist das Impulsrammverfahren angewendet. In der Literatur sind pro Pfahl 500 bis 2.200 Rammschläge bei 2 bis 35 Schlägen pro Minute angegeben. Bei 1.500 Rammschlägen pro Pfahl und 20 Schlägen pro Minute berechnen sich 1.200 Schläge pro Stunde und eine Zeitdauer von 75 Minuten für das Rammen eines Pfahls. An einem Tag kann beim Einsatz einer Ramme mit bis zu 9.000 Rammschlägen gerechnet werden (6 - 22 Uhr), was dem Rammen von 6 Pfählen entspricht. (TÜV Nord 2012b) Die Geräuschentwicklung beim Rammen hängt vom Durchmesser der Pfähle und dem Untergrund ab. Bei den Rammarbeiten für die Plattform FINO 3 lagen die maßgebenden Geräusche bei 100 bis 630 Hz mit Pegeln zwischen 150 und 170 dB re 1 µPa (NEHLS et al. 2008). In der Literatur finden sich Schalldruckpegel für das Rammen von Pfählen von 196 bis 218 dB re 1 µPa und einem Mittelwert von 211 dB re 1 µPa. Die Spitzenpegel werden im Mittel mit 234 dB re 1 µPa angegeben. Die maßgebenden Geräusche liegen in den Frequenzen von 100 bis 1.000 Hz. (TÜV NORD 2012b) Für die Versorgungsschiffe wird von einem Schallpegel von 177 dB re 1 µPa ausgegangen (nach KNUST et al. 2003, TÜV NORD 2012b). Dieser Schalleintrag kann über einen längeren Zeitraum anhalten.

Nach TÜV NORD (2012b) wird durch einen Rammimpuls in 750 m Entfernung ein Schalldruckpegel von 168 dB re 1 µPa und damit eine Überschreitung des Vorsorgewertes des UBA von 8 dB erreicht. Der Spitzenpegel liegt mit 191 dB re 1 µPa nur knapp über dem vom BSH vorgeschlagenen Schwellenwert. Der Schwellenwert (160 dB re 1 µPa) wird für einen Rammimpuls in 2.500 m Entfernung zur Schallquelle eingehalten. Bei einer größeren Anzahl an Impulsen steigt auch der

[16] Zu dem von KASTELEIN et al. (2005) angegebenen dB_{Leq} müssen 13 dB hinzuaddiert werden, um auf den entsprechenden dB_{rms} Wert zu kommen.

Schalldruckpegel, der in 750 m Entfernung auftritt (z. B. für 500 Impulse 195 dB, für 8.000 Impulse 207 dB), da sich impulshafter Schall mit der Anzahl von Impulsen aufaddiert.

Tab. 117: Entfernungen zur Einhaltung der Schwellenwerte beim Rammen für Meeressäuger (Quelle: TÜV NORD 2012b)

Anzahl der Impulse	Entfernung [m]	Immission SEL [dB re 1 µPa]	Richtwert UBA (2003) [dB re 1 µPa]	Immission L_{peak} [dB re 1 µPa]		Richtwert UBA (2003) [dB re 1 µPa]
1	750	168	160	191		190
	760	167		190		
	2.500	160		183		
	9.100	150		173		
	29.900	140		163		
Anzahl der Impulse	**Entfernung [m]**	**Immission SEL [dB re 1 µPa]**	**Richtwert UBA (2003) [dB re 1 µPa]**	**Entfer-nung [m]**	**Immission SEL [dB re 1 µPa]**	**Richtwert UBA (2003) [dB re 1 µPa]**
1	750	168	160	9.100	150	160
500		195			177	
1.000		198			180	
2.000		201			183	
4.000		204			186	
8.000		207			189	

Das Frequenzspektrum und die Lautstärke von Wasserfahrzeugen sind abhängig von deren Größe, Antriebsart und Betrieb. Die Angaben für Schallleistungspegel variieren zwischen 150 bis 177 dB re 1 µPa. Für die Berechnungen wird im Sinne einer konservativen Abschätzung von einem Schallpegel von $SEL_{VSchiff}$: 177 dB re 1 µPa für ein Versorgungsschiff ausgegangen (BIOLA 2008). Für den Schiffsverkehr als zweite Hauptquelle für Schall während der Bauphase wird eine Hauptfrequenz zwischen 31,5 Hz und 80 Hz angenommen. Noch in 5.000 m Entfernung liegt der Schalldruckpegel eines Versorgungsschiffes über dem Hintergundschallpegel vor Rügen (110 dB re 1 µPa) (s. Tab. 118, Abb. 161, TÜV NORD 2012b).

Tab. 118: Schalldruckpegel eines Versorgungsschiffes

Schallquelle	Entfernung [m]	Schalldruckpegel gesamt [dB re 1 µPa	Schalldruckpegel in den Terzen [dB re 1 µPa] 31,5 – 80 Hz[1)] [dB re 1 µPa]
Versor-gungs-schiff	1	177	160 –170 127 –134 124 –133 120 –129 109 –117
	250	143	
	500	139	
	1.000	135	
	5.000	123	
Hintergrund-geräusch	-	110	83 - 99

[1)] Dies ist der maßgebende Frequenzbereich der Versorgungsschiffe.

Abb. 161: Terzspektren für ein Versorgungsschiff und Vergleich mit dem Hintergrundschall vor Rügen

Die Ausführungen in Kapitel 4.7.8.2 zeigen, dass Meeressäuger im südlichen Arkonabecken nur sehr seltene Gäste sind, die lediglich sporadisch auftreten. Die Auswirkungen der Lärmemissionen durch den Schiffsverkehr auf Meeressäuger werden lokal bis mittelräumig und kurzfristig sein. Die Intensität der Auswirkungen liegt im geringen bis mittleren Beriech. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung durch Schiffslärm im Untersuchungsgebiet ist damit als *gering* anzusehen.

Die Bautätigkeiten werden großräumig sowie kurzfristig auf Meeressäuger wirken und eine hohe Intensität aufweisen. Es wird davon ausgegangen, dass die Tiere die Verlegaktivitäten schon frühzeitig akustisch registrieren (Wirkzone 100 bzw. 500 m für Verhaltensreaktionen) und damit ausweichen können, so dass Nahkontakte vermieden werden. Während der Arbeiten sind zudem Schallschutzmaßnahmen anzuwenden (s. Kap. 6.2). Die zu erwartenden Struktur- und Funktionsbeeinflussungen werden unter Berücksichtigung dieser Maßnahmen zur Minderung des Rammschalls als *mittel* bewertet.

Visuelle Unruhe durch Baugeräte und –betrieb

Von BACH (1991) und VOGEL (2000) liegen Untersuchungen zur Störanfälligkeit von Robben an Land vor. Demnach reagieren Seehunde an Land auf Segel- und Motorboote in bis zu 500 m Entfernung. Das Ausmaß der Reaktion ist einerseits abhängig von der Art der Störquelle und andererseits auch von anderen Faktoren wie Jahreszeit, Witterung und Geburts- sowie Säugephasen. Es ist jedoch noch ungeklärt, ob man diese Studien auf Offshore-Bedingungen übertragen kann. Weiterhin ist damit zu rechnen, dass die akustischen Wirkfaktoren, aufgrund der sehr guten Schallausbreitung unter Wasser, visuelle Faktoren überlagern. Eine Veränderung des Schutzgutes allein aufgrund visueller Unruhe ist jedoch auf Ebene der Verhaltensreaktion (erhöhte Aufmerksamkeit, Aufschrecken und Unterbrechung von Verhaltensweisen, Meidungsreaktionen) gegeben. Es ergeben sich kurzfristige, lokale Auswirkungen, die geringe Intensität haben. Somit sind durch visuelle Störungen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zu erwarten.

Flächen- und Raumverbrauch

Der Flächen- und Raumverbrauch durch die Baustelle wird vermutlich von akustischen Wirkfaktoren überlagert. Zudem wird das Vorhabensgebiet selten und sporadisch von Meeressäugern auf-

gesucht. Daher haben die Wirkungen geringe Intensität, sind lokal und auf die Bauzeit beschränkt. Sie verursachen *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Störung oberflächennaher Sedimente, Veränderung der Morphologie / Sedimentstruktur

Durch die Errichtung des Windparks und der internen Kabelverlegung kommt es zu Sedimentumlagerungen (KUBE 2000). Es ist denkbar, dass durch Veränderungen der Bodenbeschaffenheit zumindest in einem Teil des Offshore-Windparks eine kurz- bis mittelfristige (aber auf jeden Fall temporäre) Veränderung in der Zusammensetzung der Bodenfauna erfolgt, was zur Änderung des Jagdverhaltens von Schweinswalen und Seehunden führen könnte. Seehunde sind Nahrungsopportunisten. Das Beutespektrum wird weitgehend von den jeweils am häufigsten vorkommenden Fischarten bestimmt. Im Wattenmeer werden von jungen Seehunden nach der Entwöhnung vom Muttertier bevorzugt Garnelen und kleinere Fische gefressen, während die Adulttiere vorwiegend Plattfische und verschiedene Dorschartige erbeuten (SCHWARZ & HEIDEMANN 1994). Schweinswale bevorzugen meist benthische Arten, beispielsweise Plattfische und Grundeln, als Nahrung (ADELUNG et al. 1997, PROCHNOW 1998).

Lokale oder weiträumige Änderungen in der Verteilung von Nahrungsorganismen von Seehunden und Schweinswalen durch die Errichtung eines Offshore-Windparks sind schwer abzuschätzen. Diese können Verhaltensreaktionen (Unterbrechung bzw. Änderung des Jagdverhaltens) bewirken. Die Ausdehnung ist jedoch kleinräumig, die Dauer der Wirkung ist als kurzfristig zu bezeichnen. Über die Intensität der Auswirkungen und die damit verbundenen Struktur- und Funktionsbeeinflussungen lassen sich bislang kaum Aussagen treffen. Es kann jedoch angenommen werden, dass die Intensität nur gering ist, da sowohl Robben als auch Schweinswale oft längere Strecken bei der Nahrungssuche zurücklegen, also auf andere Areale ausweichen können (ORTHMANN 2000, TEILMANN 2000). Ferner könnten durch Sedimentumlagerungen auch Nähr- bzw. Schadstoffe freigesetzt werden. Dies kann bei Robben und Schweinswalen langfristig zu physiologischen Veränderungen führen. Über die genauen Auswirkungen lassen sich jedoch keine Aussagen treffen.

Insgesamt sind die Auswirkungen durch die Veränderung oberflächennaher Sedimente auf die Strukturen und Funktionen des Vorhabensgebietes in seiner Eignung für die Meeressäuger als *gering* zu bewerten.

Kollisionsrisiko / Unfall (Baugeräte / Schiff – Meeressäuger)

Narben und sogar Todesfälle infolge von Kollisionen mit Schiffen sind für eine Reihe von Walen und Robben, inklusive Schweinswal und Seehund, belegt (VOGEL & VON NORDHEIM 1995). Schweinswale und Seehunde können mit Schiffen kollidieren, wenn sie diese zwar hören, die Schallquelle jedoch nicht genau orten können. Dabei besteht vor allem bei Schweinswalen das Risiko von Verletzungen bei schnell fahrenden Fahrzeugen, die sich den Tieren von hinten nähern, da sie nur im vorderen und seitlichen Bereich gut hören (KASTELEIN et al. 2002). VOGEL & VON NORDHEIM (1995) geben an, dass das Kollisionsrisiko für Seehunde, ähnlich wie bei Schweinswalen, abhängig von der Geschwindigkeit des Schiffes ist. Da momentan nicht klar ist, mit welchen Schiffsgeschwindigkeiten während der Bauphase gerechnet werden muss, ist der Gefährdungsgrad nur schwer abzuschätzen. Hier sollten die akustischen Faktoren eine Einwirkung in der Mehrzahl der Fälle verringern. Die Ausdehnung dieser Beeinträchtigung ist kleinräumig und von kurzer Dauer. Im Falle einer Kollision liegt die Intensität im hohen Bereich, da eine angenommene Kollision sowohl Robben als auch Schweinswale schädigen oder töten kann. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung ist *gering*.

Handhabungsverluste

Es kann zu Verletzungen und mechanischen Behinderungen durch Plastik und anderen Müll kommen, der sich um Hals (Robben), Gliedmaßen (Robben und Schweinswale) oder auch um den

ganzen Körper legen kann. Ein Verschlucken von Müll (beispielsweise Plastikmüll) ist theoretisch ebenfalls möglich und kann zu Vergiftungen führen. Schadstoffe, beispielsweise Schwermetalle, können vielfältige physiologische Reaktionen auslösen (Schädigung von Immunsystem und Fortpflanzungssystem; JAUNIAUX et al. 1997). Dabei wird es jedoch sehr schwierig bis unmöglich sein, diesen Wirkfaktor zu quantifizieren. Beispielsweise werden Belastungen mit Schadstoffen bei marinen Säugern, bis auf wenige Einzelfälle (ROSS et al. 2001), post mortem gemessen. Durch die lange Akkumulationsdauer und die diversen potenziellen Schadstoffquellen lassen sich kaum einzelne Quellen identifizieren. Die Auswirkungen von Handhabungsverlusten werden als großräumig angesehen, weil z. B. Schadstoffe über die Fläche des Windparks hinaus verdriftet werden können. Die Dauer ist je nach Abbaurate der Schadstoffe kurzfristig bis dauerhaft. Da nur einzelne Individuen betroffen wären, ist die Intensität der Auswirkungen als gering anzusehen. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung ist insgesamt als *gering* zu bewerten.

5.7.8.2 Rückbaubedingte Auswirkungen Meeressäuger

Die rückbaubedingten negativen Auswirkungen sind im Prinzip wie die baubedingten Auswirkungen zu bewerten. Durch den Wegfall des Rammens ergeben sich jedoch insgesamt höchstens *mittlere* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen für Meeressäuger.

5.7.8.3 Anlagebedingte Auswirkungen Meeressäuger

Nutzungs- und Befahrungsverbot

Ein möglicher Wegfall bestehender Nutzungen sowie ein Befahrungsverbot könnten möglicherweise positive Auswirkungen auf Robben und Schweinswale haben. Denn erstens wird die Reduzierung der Fischerei eine lokal erhöhte Fischfauna bzw. ein lokal erhöhtes Nahrungsangebot bewirken und zweitens wird der Schalleintrag durch Schiffe vermindert. Es ist also denkbar, dass sich das Verhalten von Schweinswalen und Robben mittelräumig und dauerhaft ändert. Vorstellbar wäre etwa, dass sich einzelne Individuen länger im Gebiet des Windparks aufhalten. Die Intensität läge im mittleren Bereich. Insgesamt sind die Auswirkungen auf die Strukturen und Funktionen als *mittel* zu bewerten.

Visuelle Unruhe

Eine Befeuerung der peripheren Anlagen könnte zu visueller Unruhe und damit zu Verhaltensreaktionen bei Robben führen (erhöhte Vigilanz). Diese würde nur lokal und dauerhaft auftreten. Die Intensität sowie die Struktur- und Funktionsbeeinflussung ist *gering*, da die Tiere vermutlich habituieren. Die Kennzeichnung, Beleuchtung und Farbgebung haben keine relevanten Auswirkungen.

Flächenüberbauung und Raumverbrauch

Da die unmittelbar überbaute Fläche für Plattformen und Türme vergleichsweise gering ist, entstehen hierdurch nur lokale Beeinträchtigungen (Verkleinerung des Jagdraumes für bodenjagende Schweinswale und Seehunde) mit geringer Intensität. Insgesamt sind die Auswirkungen durch Flächenversiegelung und Raumverbrauch auf die Strukturen und Funktionen des Vorhabensgebietes in seiner Eignung für die Meeressäuger als *gering* zu bewerten.

Hartsubstrat unter Wasser (Fundament, Kolkschutz, Tonnen und Seezeichen)

Bei Anreicherung von Benthos durch Hartsubstrate kann es zur Erhöhung des Nahrungsangebotes kommen. Es ist jedoch noch unklar, welche der Konsumentenarten (Epibenthos, Fische, Vögel, Säuger) am stärksten von einer Anreicherung des Benthos profitieren. Es kann zu Veränderungen des Jagdverhaltens von Schweinswalen und Robben kommen. Die Ausdehnung wäre jedoch nur lokal, die Dauer wäre langfristig, die Intensität gering. Infolgedessen sind die Struktur- und Funktionsbeeinflussungen als *gering* anzusehen.

Wirkungen der Anlage als Hindernis im Wasserkörper

Da schwer abzuschätzen ist, wie sich das Strömungsregime und bestehende Wellenfelder im Bereich der OWEA im Vergleich zur vorherigen Situation verändern, lassen sich über mögliche Auswirkungen kaum Aussagen treffen. Sofern kein Kolkschutz eingebracht wird, kann es ferner zur Auskolkung, d. h. zur Veränderung der Bodenmorphologe kommen. Änderungen des Schutzgutes sind hier höchstens auf der Ebene der Verhaltensreaktion zu erwarten. Auch die durch die parkinterne Verkabelung veränderte Bodenmorphologie und Änderung des Strömungsregimes werden allenfalls auf Verhaltensebene wirksam. Die Ausdehnung ist lokal, die Dauer langfristig, die Intensität jedoch nur gering. Insgesamt sind die Auswirkungen durch die Anlagen als Hindernis im Wasserkörper auf die Strukturen und Funktionen des Vorhabensgebietes in seiner Eignung für die Meeressäuger als *gering* zu bewerten.

5.7.8.4 Betriebsbedingte Auswirkungen Meeressäuger

Geräuschemissionen

Während der Betriebsphase kann Schall indirekt über den Luftweg vom Rotor und anderen Teilen in den Wasserkörper eingetragen werden. Die Geräuschemissionen in der Luft können bei Robben zu Verhaltensänderungen führen, die voraussichtlich jedoch nur von geringer Intensität sein werden (Habituation). In ihrer Auswirkung bedeutsamer sind die in einer OWEA auftretenden Schwingungen, die über den unter Wasser befindlichen Teil des Turmes direkt in den Wasserkörper geleitet werden können. Zusätzlich können auch Geräusche der Generatoren über den Turm direkt in den Wasserkörper abgegeben werden.

Für den Betrieb der Offshore-Windenergieanlagen liegen derzeit nur Schallmessungen für OWEA der Leistungsklasse 2 MW vor (vgl. BIOLA 2008). Die Hauptfrequenzen liegen zwischen 100 und 315 Hz. Die berechneten Schallleistungspegel erreichen Werte zwischen 141 und 151 dB re 1 µPa bei einem Mittelwert von 147 dB re 1 µPa (TÜV NORD 2012b).

Die berechneten Schalldruckpegel für das Gesamtgeräusch und in den maßgebenden Terzen sind in Tab. 119 zusammengestellt. Das Spektrum der Betriebsgeräusche der OWEA ist in Abb. 162 dem Hintergrundgeräusch gegenübergestellt.

Tab. 119: Schalldruckpegel des Betriebsgeräusches einer OWEA

Schallquelle	Entfernung [m]	Schalldruckpegel gesamt [dB re 1 µPa	Schalldruckpegel in den Terzen [dB re 1 µPa] 100- 200 Hz[1)] [dB re 1 µPa]
OWEA	1	147	125- 144 105- 124 101- 120 97- 115 87- 105 82- 101
	25	127	
	50	122	
	100	118	
	500	108	
	1000	103	
Hintergrund-geräusch		110	95-99

[1)] Dies ist der maßgebende Frequenzbereich der OWEA

Abb. 162: Terzspektren für den Betrieb einer OWEA und Vergleich mit dem Hintergrundschall vor Rügen

Aus den Berechnungen ist zu erkennen, dass der Wert von 150 dB re 1 µPa bereits in einer Entfernung von 25 m um 3 dB(A) unterschritten wird. In den maßgebenden Terzspektren liegen die Schalldruckpegel bis zu einer Entfernung von 500 m über dem Hintergrundgeräusch. (TÜV NORD 2012b)

Die Auswirkungen durch Betriebsgeräusche der Anlagen sind als lokal, aber dauerhaft und mit mittlerer Intensität einzustufen. Dadurch ergeben sich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Visuelle Unruhe

Visuelle Unruhe kann durch Schattenwurf an der Umspannplattform und durch den Rotor (drehend oder stehend) hervorgerufen werden. Auch durch Lichtreflexionen des drehenden Rotors sowie durch die Drehbewegungen kann visuelle Unruhe erzeugt werden. Hiervon werden jedoch nur Seehunde beeinflusst. Die Ausdehnung ist lokal, die Dauer ist kurzfristig (Schatten) bis langfristig, die Intensität jedoch nur gering, da allenfalls Einzeltiere betroffen wären und es zu Habituation kommen kann. Die Struktur- und Funktionsbeeinflussung ist als *gering* einzuschätzen.

Erzeugung von Wärme und elektromagnetischen Feldern

Durch die Seekabel innerhalb des Offshore-Windparks kann Wärme erzeugt werden. Über das Ausmaß der Auswirkungen durch die zu erwartende Wärmeerzeugung lassen sich jedoch noch keine fundierten Aussagen ableiten (KNUST et al. 2003).

Der OWP „ARCADIS Ost 1“ wird über ein Drehstromsystem verkabelt. Schwache magnetische Felder sind hier nur im ungünstigsten Fall in Kabelnähe (bis 1 m Entfernung) in geringem Umfang zu erwarten. Hierbei ist von keiner relevanten Auswirkung auf marine Säuger auszugehen.

Die Ableitung des im Windpark produzierten Stromes wird als Drehstromsystem ausgeführt. Eine weiter führende Betrachtung erfolgt hier nicht, da separate Unterlagen zur Kabeltrasse erstellt werden. Generell können durch die HGÜ-Kabeltechnik künstliche magnetische Felder im Abstand von einigen Metern vom Kabel entstehen. Diese können größer als das Erdmagnetfeld sein (KNUST et

al. 2003). Potenziell kann dies Schweinswale in ihrem Orientierungs- bzw. Wanderverhalten beeinträchtigen. Es ist jedoch noch weitgehend unbekannt, wie Wale und Delfine sich während längerer und kürzerer Wanderungen orientieren. Neben der Orientierung durch Sonar (akustischer Sinn) wird zusätzlich eine Magnetkompassorientierung (Orientierung im elektromagnetischen Erdfeld) angenommen. Obwohl entsprechende Sinnesorgane bei Walen bislang nicht gefunden wurden, besitzen Große Tümmler, Schnabelwale, Dalls-Hafenschweinswale und Buckelwale magnetisches Material (magnetische Kristalle) in Fett-, Knochen-, Muskel- und Gehirngewebe (KLINOWSKA 1986). Es wird vermutet, dass Wale und Delfine magnetische Rezeptoren dazu nutzen, ihre Position mittels lokaler Erdmagnetfelder zu bestimmen. Bisher gibt es für diese Hypothese lediglich indirekte Beweise: Massenstrandungen von Walen und Delfinen scheinen teilweise mit Anomalien der lokalen magnetischen Topographie sowie mit geomagnetischen Störungen im Strandungsgebiet zusammenzuhängen (KLINOWSKA 1986).

Wartungs-, Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten

Durch Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten können Handhabungsverluste, visuelle Unruhe und Geräusch- und Schadstoffemissionen durch Wartungsschiffe und Wartungsarbeiten auftreten, deren Auswirkungen bereits in den Kapiteln 5.7.8.1 und 5.7.8.3 benannt wurden. Dabei ist davon auszugehen, dass bei Wartungsarbeiten weniger Schiffe eingesetzt werden als beim Bau, die Wirkungen werden daher im Vergleich tendenziell von geringerer Intensität sein als während der Bauphase.

Insgesamt sind durch Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturarbeiten nur *geringe* Auswirkungen auf die Strukturen und Funktionen des Vorhabensgebietes in seiner Eignung für die Meeressäuger zu erwarten.

5.7.8.5 Beschreibung und Bewertung der Nullvariante für Meeressäuger

Die Vielzahl anthropogener Nutzungen im Untersuchungsgebiet kann grundsätzlich eine Belastung für Meeressäugetiere darstellen. Bei Fortbestehen der gegenwärtigen Vorbelastungen wird sich im betrachteten Meeresgebiet an der Bestands- und Gefährdungssituation für die hier vorkommenden Meeressäuger Schweinswal, Kegelrobbe und Seehund nichts ändern. Die Hauptvorbelastungen sind in der Fischerei (Beifang) und dem Hintergrundlärm durch den Schiffsverkehr zu suchen. Diese werden nachfolgend erläutert.

Die kommerzielle Schifffahrt trägt in starkem Ausmaß zur Schallbelastung bei. Da sich niederfrequenter Schall über große Entfernungen ausbreitet und in der Ostsee zusätzlich schallleitende Kanäle zwischen Grenzflächen an thermohalinen Sprungschichten oder der Wasseroberfläche zu finden sind, ist der Schalleinflussbereich von Schifffahrtslinien sehr weiträumig. Der starke Schiffsverkehr in küstennahen Gewässern trägt vielerorts zur Erhöhung des Hintergrundschallpegels bei. KOSCHINSKI & CULIK (2002) zeigten, dass Schall von Schiffen noch in mindestens 5 km Entfernung zu einer Maskierung von Schweinswal- und Seehundlauten führen kann.

Die Sportbootschifffahrt führt in der Sommersaison zu erhöhten Schallpegeln. Große Außenbordmotoren erzeugen Breitband-Quellpegel in einer Größenordnung von 175 dB (RICHARDSON et al. 1995) und können zu Störungen führen (KINZE 1990, KOSCHINSKI & CULIK, unveröff. Daten). Der Schall von segelnden Sportbooten ist im Vergleich zu den anderen Schallquellen zu vernachlässigen (KOSCHINSKI & CULIK, unveröff. Daten).

Bei der Fischerei sind Stellnetze die Hauptgefahr für die Schweinswale in der Ostsee (KOSCHINSKI 2002). Alljährlich verenden Schweinswale in großer Zahl in Nord- und Ostsee, wobei für die Ostsee keine genauen Schätzungen vorliegen. Obwohl frühere Daten nicht nach heute gültigen wissenschaftlichen Kriterien gesammelt wurden, legt die Fülle vorhandener Informationen nahe, dass in

früheren Jahrhunderten Schweinswale in der Ostsee erheblich häufiger waren als heute (KOSCHINSKI 2002, ASCOBANS 2002). Die Beifangrate in der zentralen Ostsee von mehreren Tieren pro Jahr ist vermutlich zu hoch und kann in absehbarer Zeit zum Aussterben der Ostsee-Schweinswalpopulation führen, wenn nicht geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Ohne einschneidende Schutzmaßnahmen ist davon auszugehen, dass Schweinswale in der zentralen Ostsee auch weiterhin selten sein oder ganz verschwinden werden. Die Umsetzung des "Jastarnia-Plans", der Einschränkungen in der Fischerei und ein Ausweichen auf andere Fangtechniken vorsieht, könnte langfristig zu einer Erhöhung des Bestandes in der zentralen Ostsee führen. Schleppnetze können auch Kegelrobben gefährlich werden (SCHWARZ et al. 2003).

Militärmanöver stellen eine erhebliche Schallbelastung dar, vor allem dann, wenn es bei Seeschießübungen zu Unterwasserexplosionen kommt. Diese können, sofern Schallquellpegel von 214 dB, bzw. 244 dB (re 1 µPa, 1 m) überschritten werden, zu dauerhaften Gehörschäden bei Schweinswalen, bzw. Seehunden führen (KOSCHINSKI & CULIK 2002).

Überflüge von Kampfflugzeugen stellen ebenfalls eine Belastung dar, die allerdings aufgrund des komplexen Schallübertritts von der Luft ins Wasser schwer quantifizierbar ist (KOSCHINSKI & CULIK 2002). Dieser hängt sehr stark vom Quellpegel, der Flughöhe und Winkel des Flugzeugs zur Wasseroberfläche, sowie der Wassertiefe, der Empfangstiefe und dem Seegang ab (RICHARDSON et al. 1995). Derartige Ereignisse sind zeitlich begrenzt und führen vermutlich kurzfristig zu einer Vergrämung von Meeressäugetieren.

Durch den im Betrachtungsraum betriebenen Rohstoffabbau werden die betroffenen Habitate nachhaltig verändert. Allerdings kann nicht eingeschätzt werden, welchen Umfang diese Tätigkeiten haben, bzw. mit welchem Einfluss bei diesen Umweltveränderungen auf Meeressäuger zu rechnen ist. Kiesabbauaktivitäten mit Saugbaggern führen zu einer Schallbelastung. So betrugen die gemessenen Schallpegel eines in der Beaufort See arbeitenden Saugbaggers („hopper dredge loading or unloading“) im Frequenzbereich von 20 bis 1.000 Hz ca. 118 dB noch in 10 km Entfernung (RICHARDSON et al. 1995). Bei derartigen Lautstärken werden die niederfrequenten Laute von Seehunden und Schweinswalen maskiert, was zu einer Beeinträchtigung der innerartlichen Kommunikation führen kann (KOSCHINSKI & CULIK 2002).

5.7.8.6 Ergebniszusammenfassung der Darstellung und Bewertung der Wirkungen auf Meeressäuger

Es ist davon auszugehen, dass sich Schweinswale und Seehunde während der Errichtung des Offshore-Windparks von der Baustelle entfernen. Sofern sich Tiere im Gefährdungsbereich aufhalten, sind Verletzungen mit letalen Folgen während der Rammarbeiten nicht auszuschließen. Aufgrund der sehr guten akustischen Eigenschaften von Wasser ist mit einem großräumigen Effekt zu rechnen, der aufgrund der hohen Schalleinträge auch nicht durch Habituation vermindert wird. Es ist von *mittleren* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen im Untersuchungsraum auszugehen, sofern der UBA-Vorsorgewert von 160 dB SEL in 750 m Entfernung (vgl. BSH 2010) eingehalten wird. Weitere baubedingte Auswirkungen verursachen lediglich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen.

Die größten anlagebedingten Auswirkungen ergeben sich voraussichtlich aus dem angenommenen Nutzungs- und Befahrungsverbot im Bereich des Windparks. Diese sind möglicherweise positiv, da das Nutzungs- und Befahrungsverbot lokal mit einem erhöhten Nahrungsangebot und weniger Störungen durch Schiffslärm verbunden wäre. Betriebsbedingte Auswirkungen des störungsfreien Betriebes wirken überwiegend lokal und dauerhaft und nur die Geräuschemissionen weisen mittlere Intensitäten auf. Während Wartungs-, Instandhaltungs- oder Reparaturarbeiten können im

schlimmsten Fall Handhabungsverluste auftreten, die großräumig und dauerhaft wirken. Dennoch werden betriebsbedingt ausschließlich *geringe* Struktur- und Funktionsbeeinflussungen verursacht.

Eine Übersicht über alle Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf Meeressäuger enthält Tab. 120.

Tab. 120: Wirkfaktoren, Maß der Auswirkungen sowie Struktur- und Funktionsbeeinflussungen bezüglich der Meeressäuger

Anlagenkomponente und Wirkfaktor	Prognostizierte Auswirkung	Ausdehnung	Dauer	Intensität	SuF
bau- und rückbaubedingt					
• Verkehr und Bautätigkeit	• Lärmemissionen	gr	k	h	**M***
	• Visuelle Unruhe	l	k	g	**G**
	• Flächen- und Raumverbrauch	l	k	g	**G**
	• Störung oberflächennaher Sedimente, Veränderung der Morphologie / Sedimentstruktur	l	k	g	**G**
	• Kollisionsrisiko	l	k	h	**G**
	• Handhabungsverluste	gr	k-d	g	**G**
anlagebedingt					
• Windpark	• Nutzungs- und Befahrungsverbot	m	d	m	**M+**
	• Visuelle Unruhe	l	d	g	**G**
	• Flächenüberbauung und Raumverbrauch	l	d	g	**G**
	• Hartsubstrat unter Wasser (Fundament, Kolkschutz, Tonnen und Seezeichen)	l	d	g	**G**
	• Anlage als Hindernis im Wasser	l	d	g	**G**
betriebsbedingt					
• Störungsfreier Betrieb	• Geräuschemission	l	d	m	**G**
	• Visuelle Unruhe	l	k-d	g	**G**
	• Erzeugung von Wärme und elektromagnetischen Feldern	l	d	k.A.	**k.A.**
• Wartung, Instandhaltung und Reparatur	• Geräusch- und Schadstoffemissionen	l-m	k	g	**G**
	• Visuelle Unruhe	l	k	g	**G**
	• Handhabungsverluste	gr	k-d	g	**G**
• Betriebsstörungen	• Schadstoffemissionen	m	k	g-m	**G**
	• Geräuschemissionen	m	k	g-m	**G**

Legende: Ausdehnung: l = lokal/kleinräumig, m = mittelräumig, gr = großräumig
Dauer: k = kurzfristig, m = mittelfristig, d = dauerhaft
Intensität: g = gering, m = mittel, h = hoch
Struktur- und Funktionsbeeinflussung (SuF): K = keine, G = gering, M = mittel, H = hoch
(+) = Auswirkungen führen zu positiven Auswirkungen, die bei der Gesamtbewertung unberücksichtigt bleiben
k.A. = keine Aussagen möglich
* = unter Berücksichtigung von Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung zur Einhaltung des UBA-Vorsorgewertes von 160 dB SEL in 750 m Entfernung (BSH 2010)

5.8 Zusammenfassende Bewertung bei Störfällen und Havarien

In der Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen (DNV 2010, 2012) wurde die Eintrittswahrscheinlichkeit der Kollision eines Schiffes mit den Anlagen des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ einschließlich einer exemplarischen Betrachtung der Konsequenz eines etwaigen Ölaustritts ermittelt. Weiterhin wurden spezifische risikoreduzierende Maßnahmen für den OWP „ARCADIS Ost 1“ allein und kumulativ für die im 20-sm-Radius liegenden genehmigten OWP erörtert, die zur Erfüllung der Akzeptanzkriterien erforderlich sind sowie verschiedene zusätzliche

Maßnahmen zur Reduzierung von Kollisionsrisiken aufgeführt, die umgesetzt werden könnten (s. DNV 2010, Kap. 6.1).

Zusammengefasst lassen sich folgende Ergebnisse der Modellierung der Kollisionshäufigkeiten herausstellen:

- Kollisionen mit manövrierunfähigen Schiffen dominieren. Die Berechnungen zeigten, dass „ARCADIS Ost 1“ die Akzeptanzkriterien ohne Bedarf an zusätzlichen risikoreduzierenden Maßnahmen erfüllen würde, wenn es der einzige Windpark in diesem Gebiet wäre. Als Wahrscheinlichkeit einer Kollisionswiederkehr wurden dort 125 Jahre errechnet. Da jedoch innerhalb eines Radius von 20 Seemeilen um den Windpark „ARCADIS Ost 1“ einige weitere genehmigte deutsche Windparks liegen, ist das kumulative Risiko wesentlich höher.
- Durch vorgeschlagene risikoreduzierende Maßnahmen lässt sich die kumulierte Wahrscheinlichkeit einer Havarie reduzieren. Wenn ein Schlepper an der Nordseite des OWP „ARCADIS Ost 1“ mit 100% Verfügbarkeit stationiert wird, verlängert sich die errechnete Wiederkehr auf über 269 Jahre. Der in Sassnitz stationierte öffentliche Notschlepper (eingeschränkte Verfügbarkeit aufgrund längerer Ausrückzeit) und automatische Seeraumüberwachung basierend auf AIS würde das Risiko auf eine Wiederkehr von „nahe 100 Jahren“ senken, was als „ausreichend“ bewertet wird.
- Es wurde die durchschnittliche jährliche Ölaustrittsmenge aufgrund von Schiff-Windenergieanlage-Kollisionen berechnet. Der Hauptanteil der möglichen Ölfreisetzung ist Öltankern (und hier dem Frachtöl) zuzuschreiben. Bunkeröl wird im Normalfall nur in geringen Mengen austreten und ist darum von geringerer Relevanz. Anhand der Ölaustrittsmodelle ist erkennbar, dass es nach einer Schiffskollision selten zum Austreten von Öl kommen wird. Da die Kollisionshäufigkeit gering ist, ergibt sich eine sehr geringe jährliche Ölaustrittsmenge.
- Für alle Windparks des Gebiets ergibt sich eine kumulierte jährliche Ölaustrittsmenge von einer Tonne bei Vernachlässigung der Einführung risikoreduzierender Maßnahmen. Hierbei ist anzumerken, dass die als Mittelwert ausgedrückte jährliche Ölaustrittsmenge sich deutlich von der tatsächlichen Ölaustrittsmenge unterscheidet. Die Ölaustrittsmenge wird in den meisten Fällen gleich Null sein und bei einer Kollision weit über dem jährlichen Durchschnittswert liegen. Grund dafür ist der große zeitliche Abstand zwischen zwei Kollisionen.

Die Resultate von DNV (2010) sind mit einer hohen Unsicherheit behaftet. „Bei einem typischen Unfall wird die Menge an austretendem Öl höchstwahrscheinlich Null betragen. Kommt es jedoch zu einem Ölaustritt, wird es sich höchstwahrscheinlich um eine kleine Menge Bunkeröl handeln, die jedoch weit größer als der erwartete jährliche Durchschnittswert ist, und in extrem seltenen Fällen kann eine erhebliche Ölverschmutzung auftreten“ (DNV 2010: 54). HELCOM hat über einen Zeitraum von 11 Jahren hinweg (1989 bis 1999) 251 Unfälle registriert, wobei jeder fünfte Unfall zu einer Ölverschmutzung geführt hat.

Als Beispiel für ein solches Ereignis sei hier das Schiffsunglück bei Bornholm im Frühjahr 2003 genannt. Infolge einer Schiffskollision sank dort am 31.5.2003 ein mit 1.700 t schwerem Maschinenöl beladener Frachter. Große Ölmengen traten in den Folgetagen aus dem Wrack aus. Der Ölteppich trieb direkt zur Insel Græsholm, dem einzigen Seevogelbrutgebiet in der südlichen Ostsee. Bis Ende Juni 2003 verendeten dort ca. 1.500 Seevögel (darunter 250 Tordalken und 750 Trottellummen). Da es sich bei diesen um Brutvögel handelte, ist davon auszugehen, dass diese Schiffskatastrophe trotz der vergleichsweise geringen ausgetretenen Ölmenge langfristig negative Auswirkungen haben wird (IFAÖ 2003c).

DNV (2010) verweisen darauf, dass die Aufsichtsbehörden keine spezifischen Risikoakzeptanzkriterien festgelegt haben, wie es im Hinblick auf Umweltrisiken generell der Fall sei:

„Es wäre gut, wenn es anerkannte Kriterien gäbe, um die Annehmbarkeit eines Risikos zu bewerten, das von einer bestimmten Verkehrsart oder Handelsform ausgeht. Im Moment gibt es jedoch keine solchen allgemein akzeptierten Kriterien, die benutzt werden könnten, um zu beurteilen, ob ein berechneter Risikograd im Schiffsverkehr akzeptabel ist oder nicht. Diese Aussage trifft besonders zu für Unfälle, die den Abgang von Lastgut in die Meeresumwelt zur Folge haben“ (DNV 2010: 75).

Um diesem Mangel an Kriterien zu begegnen, hat DNV (2010) Richtwerte vorgeschlagen („Akzeptanzkriterien“, s. o.).

Bei Havarien infolge von Schiffskollisionen stellt das Schiff den Verursacher möglicher Umweltauswirkungen dar. Aus diesem Grund kann eine Betrachtung der möglichen Umweltauswirkungen durch den OWP im Fall von Kollisionen entfallen.

5.9 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern

5.9.1 Grundlagen zu den Wechselwirkungen

In den Kapiteln 4 (Bestandsdarstellung und –bewertung) und 1 (Ermitteln, Beschreiben und Beurteilen der Umweltauswirkungen des Vorhabens) werden die Schutzgüter Menschen einschließlich der menschlichen Gesundheit, Boden / Sediment, Wasser, Klima / Luft, Landschaft / Landschaftsbild, Kultur- und sonstige Sachgüter sowie Tiere und Pflanzen getrennt voneinander beschrieben und bewertet.

Die entscheidungsrelevanten Beziehungen zwischen Umweltbereichen werden in den einzelnen Kapiteln zu den Schutzgütern entsprechend aktuellem Kenntnisstand berücksichtigt.

Die Umwelt stellt ein Produkt aus den Beziehungen zwischen den einzelnen Bereichen dar und ist somit ein Ausdruck ihrer vielfältigen Wechselwirkungen und gegenseitigen Beeinflussungen. Zur Bewertung der Beeinflussung eines einzelnen Umweltbereichs sind also auch immer die Sekundär- und Folgewirkungen auf die anderen, mit diesem Bereich vernetzten Umweltbereiche zu beachten. Das bedeutet, die Umwelt mit dem Menschen und seinen Wirkungen muss als System betrachtet werden.

Morphologie und Hydrographie bestimmen u. a. die Wasseraustauschprozesse, die wiederum den Salzgehalt beeinflussen, ggf. auftretende Schichtungen des Wasserkörpers sowie die Durchlichtung des Wassers und damit die Lichtverhältnisse am Meeresgrund. Der Salzgehalt prägt in hohem Maße die Besiedlung der See- und Küstengewässer und wird von den Wasseraustauschverhältnissen mit der Nordsee sowie dem Zustrom von Süßwasser über einmündende Fließgewässer determiniert. Insbesondere Extremsituationen infolge der Salzgehaltsschwankungen beeinflussen die biozönotischen Strukturen. Die Exposition ist Ausdruck der Lage zu den Hauptwindrichtungen, der Streichlängen des Windes, die auf ein Gebiet einwirken und damit unterschiedlichen Seegang bzw. windinduzierte Strömungen hervorrufen, sowie des Schutzes durch vorgelagerte Landbereiche oder submarine Schwellen. Die Exposition wirkt auf die hydro- und sedimentdynamischen Prozesse sowie die benthischen Organismen. Von entscheidender Bedeutung für die Besiedlung von benthischen Wirbellosen sind auch die Korngrößenverteilung und der Anteil organischer Substanz der oberflächennahen Sedimente am Meeresboden. Spezifische biotische Verhältnisse sind für Hartböden zu verzeichnen, die als besondere sedimentologisch-morphologische oder biogene Strukturen durch Aggregationen von grobkörnigen Substrat, Steinen und Blöcken sowie Muscheln

und Schill gebildet werden können und bei entsprechender Ausdehnung als Riffe eingestuft werden (IFAÖ 2005c).

Da es sich bei dem zu betrachtenden Untersuchungsgebiet um ein Meeresgebiet handelt, lösen viele der projektspezifischen Wirkungen auf die Schutzgüter Boden und Wasser Wirkkaskaden aus, die sich über die Nahrungsnetze vom Makrozoobenthos bis hin zu den Seevögeln und Meeressäugern bemerkbar machen können. Nachfolgend werden einige wesentliche Aspekte benannt.

5.9.2 Darstellung vorhabensbedingter Wirkungen

Baubedingte Veränderungen von Oberflächensedimenten

Während der Errichtung der Windenergieanlagen und der Verlegung der parkinternen Verkabelung kommt es zu Beeinflussungen des Sediments und des Meeresbodens. Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen werden die Folgen sein. Dadurch werden Fische vorübergehend verscheucht und das Makrozoobenthos lokal überdeckt. Somit verändern sich kurzzeitig auch die Nahrungsbedingungen für benthosfressende Fische sowie fischfressende Seevögel und Schweinswale (Abnahme des Angebotes an verfügbarer Nahrung).

Lokal ist durch die Sedimentumlagerungen die Freisetzung von im Sediment gebundenen Nähr- und Schadstoffen möglich. Liegt gleichzeitig ein geringer Sauerstoffgehalt (3-4 mg/l) vor, kann es im unmittelbaren Umfeld zu Sauerstoffzehrung durch die Oxidation von Fe-II-Verbindungen und Sulfiden kommen. Das wirkt sich wiederum auf die Wasserqualität, das Makrozoobenthos und die folgenden Glieder der Nahrungskette aus.

Einbringen von künstlichem Hartsubstrat

Die Fundamente der Offshore-Windenergieanlagen stellen eine Art Hartsubstrat dar, welches in der euphotischen Zone durch Makrophyten besiedelt werden wird. In den unteren Bereichen ist die Entwicklung der Weichbodengemeinschaft hin zu einer Hartbodenfauna denkbar. Dies hat Auswirkungen auf die Sedimentqualität, die sich zugunsten von Ablagerungen mit höheren Korngrößen ändert. Natürliche Riffe ziehen Fische an, weshalb auch für das Windparkgebiet mit einer Erhöhung des Fischbestandes gerechnet werden kann. Dadurch können verstärkt fischfressende Vögel und Meeressäuger auftreten. Auch die Fischerei in den angrenzenden Gebieten kann davon profitieren.

Geräuschemissionen

Die stärksten Lärmemissionen werden durch die Rammarbeiten zur Errichtung der Fundamente der Windenergieanlagen hervorgerufen. Diese können zu zeitweiligen Fluchtreaktionen und einer temporären Meidung des Gebietes durch Fische, viele Seevögel sowie die Meeressäuger führen. Großmöwen dagegen werden von den Bauaktivitäten angezogen.

Es sind jedoch nicht nur Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Umweltkomponenten sondern auch Wirkungen des Vorhabens auf Nutzungen, die wiederum auf die Umwelt wirken zu verzeichnen.

Nutzungseinschränkungen

Die durch die Nutzungseinschränkung bedingte Fangreduzierung für die Fischerei im Bereich des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ könnte zu einer lokalen Verringerung der fischereilichen Sterblichkeit sowohl bei fischereilichen Zielarten als auch bei den nicht genutzten Fischarten führen. Durch die verbesserten Wachstumsmöglichkeiten innerhalb der für die Fischerei eingeschränkten Zone könnte eine Verschiebung im Längenspektrum dieser Fischarten stattfinden. Auch können sich Arten, die auf hohen Fischereidruck empfindlich reagieren, im Windparkgebiet ansiedeln. Dies gilt allerdings nur, wenn auch keine „stille“ Fischerei zugelassen wird.

Die beschriebenen Wechselwirkungen stellen nur einen kleinen Ausschnitt der tatsächlichen Verflechtungen der Schutzgüter untereinander dar. Besonders die Schutzgüter Makrozoobenthos, Fische, Vögel und Meeressäuger sind über die Nahrungsnetze eng miteinander verbunden. Hier können sich Auswirkungen auf das Makrozoobenthos bis zu den Meeressäugern fortsetzen. Bei Betrachtung der Fische als Nahrungsgrundlage des Menschen sind weiterhin auch Auswirkungen auf das Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit und Kulturgüter denkbar.

5.10 Auswirkungen auf die biologische Vielfalt / Biodiversität

5.10.1 Grundlagen biologische Vielfalt / Biodiversität

Nach § 2 (1) UVPG ist die biologische Vielfalt im Rahmen der Bewertung der Umweltverträglichkeit von Vorhaben zu berücksichtigen. Unter „biologischer Vielfalt“ bzw. „Biodiversität“ versteht man die Vielfalt des Lebens auf der Erde, von der genetischen Vielfalt über die Artenvielfalt bis hin zur Vielfalt der Ökosysteme. Die Biodiversitätskonvention von 1992[17] verbindet drei Ziele für den Umgang mit biologischer Vielfalt: ihren Schutz, die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile und die gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung genetischer Ressourcen ergebenden Vorteile.

Bei der Anwendung des Schutzzieles „biologische Vielfalt“ im Rahmen der Untersuchung der Umweltverträglichkeit ist deren Untergliederung in die benannten Ebenen: Gene, Arten und Ökosysteme zweckmäßig. Nach TREWEEK (2001) können folgende Aspekte bei einer UVP berücksichtigt werden:

- Landschaft (z. B. Regionen mit zahlreichen Endemiten, großer Diversität und zusammenhängender Habitate),
- Ökosystem (z. B. wichtige ökologische Prozesse und Funktionen, Produktivität von Ökosystemen),
- Art (z. B. geschützte Arten oder charakteristische Arten, sich schlecht fortpflanzende Arten),
- Population (zurückgehende Populationen, isolierte Populationen),
- Gene (z. B. Gefahr des Eindringens gebietsfremder Arten, Genome oder Gene landwirtschaftlich genutzter Pflanzen).

(nach: CHOUDHURY et al. 2004)

Tab. 121 und Tab. 122 zeigen Fragestellungen bzw. Kriterien hinsichtlich der Berücksichtigung von Aspekten der biologischen Vielfalt bzw. Biodiversität zur Bewertung der Umweltverträglichkeit von vorhabensbedingten Wirkungen.

[17] Gesetz zu dem Übereinkommen vom 05. Juni 1992 über die biologische Vielfalt vom 30. August 1993, BGBl. II S. 1741

Tab. 121: Fragestellungen zur Bewertungen des Einflusses von Aktivitäten auf die biologische Vielfalt

Ebene der Vielfalt	Perspektive der biologischen Vielfalt	
	Erhaltung der biologischen Vielfalt (nicht nutzbare Werte)	**Nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt (nutzbare Werte)**
Genetische Vielfalt	(I) Verursacht die beabsichtigte Aktivität einen örtlichen Verlust von Varietäten/ Kultursorten oder -rassen/ Zuchtgut von Kulturpflanzen und/oder domestizierten Tiere und ihrer Verwandten, Gene oder Genome von sozialer, wissenschaftlicher und ökonomischer Bedeutung? (trifft hier nicht zu)	
Artenvielfalt	(II) Verursacht die beabsichtigte Aktivität einen direkten oder indirekten Verlust einer Artenpopulation?	(III) Beeinträchtigt die beabsichtigte Aktivität die nachhaltige Nutzung einer Artenpopulation?
Ökosystemvielfalt	(IV) Führt die beabsichtigte Aktivität zu einem ernsthaften Schaden oder totalen Verlust eines oder mehrerer Ökosysteme oder Landnutzungsarten und führt sie somit zu einem Verlust der Ökosystemvielfalt (d. h. dem Verlust von indirekt nutzbaren Werten und nichtnutzbaren Werten)?	(V) Beeinträchtigt die beabsichtigte Aktivität die nachhaltige Nutzung eines oder mehrerer Ökosysteme oder Landnutzungsarten durch den Menschen in einer Weise, dass die Nutzung zerstörerisch oder nicht nachhaltig wird (d. h. Verlust des direkt nutzbaren Wertes)?

(aus: Beschluss VI/7 a) der Vertragsparteien des Übereinkommens über die biologische Vielfalt auf ihrem sechsten Treffen in Den Haag, 7.-19. April 2002 (Arbeitsübersetzung: „Vorläufige Leitlinien für die Einbeziehung von Biodiversitätsaspekten in die Gesetzgebung und/oder das Verfahren von Umweltverträglichkeitsprüfung und strategischer Umweltprüfung - Original unter: www.biodiv.org)

Tab. 122: Biodiversitäts-Checkliste (aus: KBV -Beschluss VI/7, Anhang 4)

Ebenen der biologischen Vielfalt	Aspekte der biologischen Vielfalt			
	Zusammensetzung	**Struktur (zeitlich)**	**Struktur (räumlich)**	**Wichtige Prozesse**
Gene	- Gering lebensfähige Population (Vermeidung der Zerstörung durch Inzucht / Genetische Verarmung) - Lokale Sorten von Kulturpflanzen - Gentechnisch veränderte Organismen	- Zyklen mit hoher und niedriger genetischer Vielfalt innerhalb einer Population	- Verteilung der natürlichen genetischen Vielfalt - Verteilung von Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen	- Austausch von genetischem Material zwischen Populationen (Genfluss) - Mutagene Einflüsse - innerartliche Konkurrenz

Ebenen der biologischen Vielfalt	Aspekte der biologischen Vielfalt			
	Zusammensetzung	**Struktur (zeitlich)**	**Struktur (räumlich)**	**Wichtige Prozesse**
Arten	- Artenzusammensetzung, Gattungen, Familien u.s.w. Seltenheit / Abundanz, heimisch / exotisch - Größe und Entwicklung einer Population - Schlüsselarten (wichtige Rolle) Schutzstatus	- Saisonale / lunare Gezeiten- und Tagesrhythmen (Wanderung, Fortpflanzung, Blüte, Wachstum u.s.w.) - Fortpflanzungsrate, Fruchtbarkeit, Absterben - Wachstumsrate - Fortpflanzungsstrategie	- Minimumareal für den Artenfortbestand - Für wandernde Arten wichtige Gebiete (Trittsteinbiotope) - Nischenbedarf innerhalb eines Ökosystems (bevorzugtes Substrat, Schicht innerhalb des Ökosystems) - Relative oder absolute Isolation	- Regulierungsmechanismen durch Beutegreifer, Pflanzenfresser und Parasiten - Interaktionen zwischen Arten - Ökologische Funktionen einer Art
Ökosysteme	- Ökosystemtypen und ihre Flächengröße - Einzigartigkeit, Abundanz - Sukzessionsstadium, bestehende Störungen und Trends (autonome Entwicklung)	- Anpassung an / Abhängigkeit von regelmäßigen Rhythmen: Jahreszeiten - Anpassung an / Abhängigkeit von unregelmäßigen Ereignissen: Dürre, Überschwemmung, Frost, Feuer, Wind Sukzession (Geschwindigkeit)	- Räumliche Verbindung zwischen Landschaftselementen (lokal und entfernt) - Räumliche Verteilung (durchgehend oder unterbrochen / stückweise) - Mindestgebiet für den Ökosystemfortbestand - Vertikale Struktur (Schichten. Horizonte, stratifiziert)	- Strukturierungsprozess(e) mit großer Bedeutung für den Erhalt des selben oder anderer Ökosysteme

5.10.2 Darstellung in Bezug zu vorhabensbedingten Wirkungen

In der Auswirkungsprognose zu den biotischen Schutzgütern (Kapitel 5.7.1 bis 5.7.8) sind die vorhabensbedingten Beeinflussungen von Lebensräumen und Arten erläutert und bewertet. Hinsichtlich Fragestellungen der biologischen Vielfalt können folgende Sachverhalte herausgestellt werden:

5.10.2.1 Wirkungen auf Lebensräume / Biotope

Das Projekt führt aus Sicht der biologischen Vielfalt zu vernachlässigbar geringen Veränderungen von Biotopstrukturen. Für die marinen Biotope sind Veränderungen hinsichtlich des Benthos zu verzeichnen. Kleinflächig werden sich die Habitatstrukturen durch die Einbringung von Hartsubstraten in Weichböden verändern. Die strukturellen Veränderungen mariner Biotope sind gering und sehr kleinflächig, so dass keine Gefährdung der Lebensraum-Vielfalt durch das Vorhaben abgeleitet werden kann.

5.10.2.2 Wirkungen auf Makrozoobenthos

Eine vorhabensbedingte Beeinflussung des Makrozoobenthos ist vor allem durch den zeitweiligen Verlust bei den Fundamentgründungen und der Verlegung der parkinternen Verkabelung sowie durch erhöhte Trübungen und Sedimentation zu erwarten. Vergleichbare Beeinflussungen zeigen eine schnelle Wiederbesiedlung des Benthos, wobei sich die Mehrzahl der Arten nach kurzer Zeit wieder etabliert hat. Langlebigere Artengemeinschaften benötigen allerdings, entsprechend der

jeweiligen, individuellen Entwicklung, längere Zeiträume, um eine Gemeinschaft mit vergleichbarer Altersstruktur wie vor dem Bau des Windparks und der Verlegung der Verkabelung herauszubilden. Im Zuge von Reparaturmaßnahmen kann es für den betroffenen Abschnitt zu erneutem Benthosverlust kommen. Durch das Einbringen von Hartsubstrat wird eine Ansiedlung von gebietsfremden oder für das Gebiet untypischen Arten (Hartbodenfauna) gefördert, was einer Veränderung der natürlichen Lebensgemeinschaft durch anthropogene Einflüsse gleichzusetzen ist. Hierdurch wären Veränderungen der biologischen Vielfalt möglich. Hartböden sind in der Ostsee nur gering verbreitet und isoliert voneinander anzutreffen. Auf diesen bis in die euphotischen Zonen hineinreichenden Hartsubstratflächen können sich andere Arten als vor dem Bau ansiedeln, die jedoch im weiteren Umfeld des Windparks auf Hartböden heute schon vorkommen. Durch Verdrängung ist nicht mit dem Aussterben von Weichbodenarten zu rechnen. Ein wesentlicher Biomasseexport durch die Ansiedlung der Hartbodenzönose auf die Weichbodengemeinschaften außerhalb der betrachteten OWP wird nicht erwartet. Die Erwärmung des Bodens durch den Betrieb der parkinternen Verkabelung wird nicht zu Veränderungen der Biodiversität führen, da die Erwärmung zu gering ist. Das Vorhaben verursacht insgesamt keine Veränderungen der Biodiversität von Makrozoobenthos-Populationen oder -arten.

5.10.2.3 Wirkungen auf Fische und Rundmäuler

Durch die Einbringung von Hartsubstraten können Anlockeffekte für ansonsten im Gebiet nicht vorkommende Fischarten entstehen. Im Vordergrund der Betrachtungen stehen seltene bzw. nur potenziell im Gebiet verbreitete Arten wie die Fischarten nach Anhang II der FFH-Richtlinie (Flussneunauge – *Lampetra fluviatilis*, Meerneunauge – *Petromyzon marinus*, Finte – *Alosa fallax*). Diese Fischarten leben während ihrer Fressphase im Meer bzw. in Küstennähe und wandern zur Fortpflanzung und Laichablage in die inneren Teile der Ästuarien und Flüsse. Demnach hat der Untersuchungsraum eine Bedeutung als Wanderungs- und Nahrungsgebiet. Die Beeinflussung dieser Fischarten durch akustische Störungen, Trübungen und Beunruhigung während der Rammarbeiten und der Kabelverlegung, der Instandhaltung und Reparatur ist gering, da Meidungsreaktionen angenommen werden. Wirkungen auf die Nahrungshabitate der Fischarten sind gering und temporär, so dass Gefährdungen für die Arten und deren Populationen nicht prognostiziert werden. Es werden keine Veränderungen der Biodiversität erwartet.

5.10.2.4 Wirkungen auf Vögel

Der anlagebedingt erwartete Vogelschlag (Vogelkollisionen) sowie die Vergrämungswirkungen durch die Bautätigkeit, die Offshore-Windenergieanlagen und den Betrieb des Windparks führen zusammengefasst und auch bei kumulativer Betrachtung zu keinen Beeinträchtigungen von Populationen bzw. Arten auf Ebene der biologischen Vielfalt.

Visuelle und akustische Störungen sowie Beunruhigung durch die Kabelverlegetechnik während der Bauphase sowie Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen treten nur kurzeitig auf und führen zu keinen Beeinträchtigungen von Populationen bzw. Arten aus der Sicht der biologischen Vielfalt.

5.10.2.5 Wirkungen auf Fledermäuse

Es ist anzunehmen, dass ziehende Fledermäuse das Vorhabensgebiet überqueren, der Umfang und die betreffenden Arten können allerdings nicht abgeschätzt werden, da über das Verhalten von ziehenden Fledermäusen zu wenig bekannt ist. Fledermäuse werden wahrscheinlich durch Ansammlungen von Insekten in der Nähe der beleuchteten Anlagenteile angelockt. Anlagebedingt besteht das Risiko einer Kollision an den OWEA oder eines Barotraumas infolge des Unterdrucks, der durch die Drehbewegung der Rotoren entsteht. Über direkte Wirkungen der Lärm- oder

Lichtemissionen auf Fledermäuse können keine gesicherten Aussagen getroffen werden. Welche Auswirkungen durch den OWP „ARCADIS Ost 1“ auf Populationen oder Arten auf Ebene der biologischen Vielfalt entstehen, kann abschließend aus den genannten Gründen nicht beurteilt werden.

5.10.2.6 Wirkungen auf Meeressäuger

Meeressäuger treten im Untersuchungsraum regelmäßig aber selten auf, da sie den Raum auf ihren großräumigen Wanderzügen (Wander- und Nahrungsgebiet) queren können. Hauptsächliche Auswirkungen werden die akustischen Störungen durch Rammschall sein. Barrierewirkungen durch die parkinterne Verkabelung infolge elektromagnetischer Felder können ausgeschlossen werden, da bei Verwendung von Drehstromkabeln keine umweltrelevanten Außenfelder auftreten. Eine wesentliche Beeinflussung von Nahrungsgrundlagen kann ebenfalls nicht festgestellt werden. Temporär treten Beunruhigungen durch visuelle und akustische Störreize durch Schiffe und die eingesetzte Technik auf.

Zusammenfassend kann herausgestellt werden, dass trotz des hohen Gefährdungspotenzials der seltenen Meeressäuger keine vorhabensbedingten Konflikte absehbar sind, die zu einer Veränderung der Biodiversität führen könnten.

6. Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen

6.1 Generelle Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen der Schutzgüter

Bei der Berücksichtigung von möglichen Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung der Umweltauswirkungen haben stets solche Priorität, die ein besonders gefährdetes Schutzgut betreffen, bzw. die Intensität relevanter Auswirkungen auf die Meeresumwelt reduzieren. Die hier aufgezeigten Maßnahmen richten sich an den Träger des Vorhabens und helfen, die Auswirkungen des Projektes zu vermeiden oder, wenn das nicht ohne die Realisierung des Vorhabens in Frage zu stellen möglich ist, zu vermindern.

Während der Bau-, Rückbau- und Betriebsphase ist weitestgehend zusätzlicher Schiffs- und Helikopterverkehr zu vermeiden und sind vorrangig befahrene Schiffsrouten (Meidung von bekannten Seevogelrastgebieten) zu nutzen. Nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen von Schadstoffen, Schall oder Licht sind zu unterlassen oder nur möglichst geringe negative Beeinflussungen hervorzurufen, soweit diese durch Sicherheitsanforderungen des Schiffs- und Luftverkehrs notwendig und unvermeidlich sind. Neben den allgemeinen Vorschriften des BImSchG und der einschlägigen BImSchV ist hierbei insbesondere die TA-Lärm zu berücksichtigen. Es sind ausschließlich Fahrzeuge, Maschinen, Anlagen und Einrichtungen zu verwenden, die dem jeweils geltenden Stand der Technik entsprechen. Handhabungsverlusten (Müll, Schadstoffe, usw.) ist grundsätzlich entgegenzuwirken. Beispielsweise können endokrin wirkende Substanzen unter anderem in Schmierstoffen und Isolatoren enthalten sein, die bei Windparks in signifikanter Größenordnung eingesetzt werden. Der Einsatz solcher Substanzen ist nach Möglichkeit zu minimieren und deren spontaner Freisetzung bei Stör- und Havariefällen entgegenzuwirken. Sowohl bei den notwendigen Schutzanstrichen als auch den einzusetzenden Öl- und Schmierstoffen werden nur Stoffe verwandt, die den gesetzlichen Vorgaben und dem Stand der Technik entsprechen.

Sowohl das Getriebe als auch die anderen Maschinenbauteile, in denen sich Öl befindet, sind vollständig geschlossene Systeme. Ein Austreten des Öls ist nur im Havariefall und dies auch nur unter Extrembedingungen, zu erwarten. Sollte ein Schaden an den Maschinenbauteilen entstehen, so dass Öl austritt, wird dieses in den dafür vorgesehenen Auffangwannen aufgenommen. Detektoren in den Auffangwannen registrieren den Austritt und geben eine Warnmeldung aus, so dass umgehend auf die Störung reagiert werden kann. Durch ein fortschrittliches Ölmanagement lassen sich die Ölwechselintervalle für das Getriebe signifikant verlängern. Die Schmierstellen für die Blatt-, Generator- und Azimutlager werden mit automatischen Schmiersystemen ausgerüstet. Das durch den Schmiervorgang ausgedrückte Altfett wird aufgefangen und im Rahmen von Wartungsarbeiten fachgerecht entsorgt. Insgesamt werden dadurch die Schadstoffemissionen minimiert.

Empfehlungen zur Erhöhung der Sicherheit des Schiffsverkehrs und zur Vermeidung von Schiffskollisionen während der Bau- und Betriebsphase werden durch DNV (2010) gegeben.

Für den Havariefall (besonders Schiffskollision mit OWEA) sind entsprechende Pläne zur Minderung der Umweltschäden zu entwickeln (hoheitliche Aufgabe, nicht die des Vorhabensträgers).

Zur Überwachung der Einhaltung der für einzelne Schutzgüter spezifischen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen (s. Kap. 6.2) wird eine Umweltbaubegleitung (Ökologische Baubegleitung / -überwachung) durchgeführt. Folgende Maßnahmen sind in diesem Rahmen umzusetzen, zu prüfen und zu dokumentieren (s. auch Kap. 6.2):

- Reduzierung der Baustellenbeleuchtung auf das notwendige Mindestmaß (Notbeleuchtung) wenn die Arbeiten ruhen sowie bei Stark- und Massenzugereignissen.
- Suche nach Meeressäugern vor Beginn der Rammarbeiten durch visuelles und passives akustisches Monitoring durch geschulte Walbeobachter.
- Einsatz von Pingern zur Vergrämung bei Registrierung von Schweinswalen.
- Langsame Steigerung der Rammleistung („Soft-start-procedure“).
- Kein Beginn von Rammarbeiten bei schlechten Sichtbedingungen und nachts, wenn Meeressäugetiere nicht hinreichend sicher detektierbar sind.
- Einsatz der schallmindernden Maßnahmen während der Rammarbeiten (nach derzeitigem Stand Blasenschleier (ARCADIS 2012a, 20.12.2012)).

6.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Vorhabensgebiet

6.2.1 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

Bzgl. Anlagenanordnung, Oberflächenstruktur der Anlagen sowie Beschaffenheit und Drehzahl der Rotoren wurden die Anlagen entsprechend den gegenwärtig bestehenden technischen Möglichkeiten optimiert. Zur besseren Einbindung in das Landschaftsbild und Verminderung von Reflexionen durch die drehenden Rotoren sind kontrast- und reflexionsarme, matte graue Anstriche der Offshore-Windenergieanlagen vorgesehen.

Im Verlauf der weiteren Planung können bzgl. der Befeuerung folgende Maßnahmen zur Minimierung der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes beitragen (s. ARCADIS 2012c):

- Die erforderlichen Gefahrfeuersysteme werden auf die Minimalstärken eingestellt, die den gesetzlichen Anforderungen und den Empfehlungen für Leuchtfeuer entsprechen.
- Die Beleuchtungsintensität sollte entsprechend der witterungsbedingten Sichtweite zentral gesteuert werden. Hierfür sind unter anderem eine Synchronisierung der Signallichter (ungünstig für Vögel) und die Möglichkeit der Variation der Lichtstärke notwendig.
- Der Abstrahlwinkel der Flugsicherheitslichter ist so anzupassen, dass entfernte Küstenstandorte möglichst nicht erfasst werden.

Die so ausgeführten Gefahrfeuersysteme sind von der Küste aus kaum wahrnehmbar und auch bei Dunkelheit sind keine Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes zu erwarten. Weiterhin wird auf die generellen Maßnahmen verwiesen.

6.2.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für das Makrozoobenthos

Die für die benthische Lebensgemeinschaft prognostizierten Auswirkungen betreffen überwiegend Sedimentumlagerungen und Trübungsfahnen in der Bauphase. Möglichkeiten zur Minderung der negativen Auswirkungen während der Bauphase sind durch die Reduktion der Menge des resuspendierten Sediments gegeben. Dies wird durch das Rammen der Pfahlgründungen für die Fundamente erreicht. Eine weitere Maßnahme ist, bei der Verlegung der parkinternen Verkabelung nach Möglichkeit einen Pflug zu verwenden (keinen Hydrojet, der stärkere Veränderungen im Sediment hinterlässt (IFAÖ 2013d)).

Anlagebedingte Auswirkungen auf das Makrozoobenthos beschränken sich auf die Fundamente der OWEA und der Umspannplattform. Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung der

anthropogen bedingten Effekte betreffen den Verzicht auf Antifouling-Anstriche gegen möglichen Bewuchs.

6.2.3 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Fische und Rundmäuler

Bezüglich der Minderung des Unterwasserschalls bei Rammarbeiten wird auf die Ausführungen bei den Meeressäugern verwiesen.

Anlagebedingte Auswirkungen auf die Fische beschränken sich auf die Fundamente der OWEA. Vorgeschlagen wird wie beim Makrozoobenthos der Verzicht auf Antifouling-Anstriche gegen möglichen Bewuchs.

Die Fundament- und Turmkonstruktionen sollten nach Möglichkeit so gewählt werden, dass der Eintrag von Infraschall ins Wasser minimiert wird. Entsprechende Entwicklungen sollten im Rahmen der technischen Planung bis zum Beginn der Bauarbeiten vor Ort ständig berücksichtigt und dem aktuellen Stand der Technik angepasst werden.

6.2.4 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Rast- und Zugvögel

Vogelschlag tritt in der Hauptsache nachts auf. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass Vögel nachts die Anlagen zu spät erkennen, um insbesondere den drehenden Rotoren noch ausweichen zu können. Verstärkt wird die Gefahr bei dichter Wolkendecke, Regen und Nebel, da es während dieser Wettersituationen häufig zu Vogelansammlungen in der Nähe beleuchteter Objekte kommt. Da die Windenergieanlagen aus Sicherheitsgründen nach den Vorgaben der WSD angestrahlt werden sollen, ist dieser Aspekt zu berücksichtigen.

Maßnahmen, die zu einer Verminderung des Vogelschlagrisikos an den OWEA führen, werden nachfolgend aufgelistet:

- Während der Bau- bzw. Rückbauphase sind alle Geräusche und Lichtemissionen auf ein notwendiges Minimum zu reduzieren.
- In Starkwindperioden, in denen die Bauarbeiten voraussichtlich ruhen, sollte nur die erforderliche Notbeleuchtung auf Arbeitsplattformen und ankernden Schiffen betrieben werden.
- In Nächten mit Stark- oder Massenzugereignissen sollte die Baustellenbeleuchtung bis auf die der Schiffssicherheit dienende Notbeleuchtung abgeschaltet werden.
- Wahl einer möglichst geringen Lichtintensität sämtlicher Beleuchtung im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben (Richtlinie für Gestaltung, Kennzeichnung und Betrieb von Windenergieanlagen zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs (WSD 2009) sowie zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (BMVBS 2007)).
- Wenn möglich Verzicht auf Schaftbeleuchtung; wenn nicht möglich, Minimierung der Abstrahlung nach oben (indirekte Beleuchtung der Türme von oben).
- Reduktion der erforderlichen Beleuchtung während des Betriebs auf ein absolutes Mindestmaß, besonders bei starkem Vogelzug und kollisionsfördernden Wetter- bzw. Sichtbeziehungen.

6.2.5 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Fledermäuse

Gesicherte Erkenntnisse über einen konzentrierten Fledermauszug über das Vorhabensgebiet liegen nicht vor. Daher werden Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung nicht als erforderlich erachtet. Folgende Maßnahmen sind denkbar, aber lediglich als Empfehlungen anzusehen:

Die Maßnahmen, die Beleuchtungsaspekte zur Verminderung des Vogelschlagrisikos betreffen, kommen vermutlich auch Fledermäusen zugute. Weiterhin kann durch den Einsatz von insektenfreundlichen Lichtquellen (z. B. Natriumdampflampen statt Quecksilberdampflampen, allgemein Licht mit geringem UV-Anteil) die Anlockung von Insekten vermindert werden. Dies senkt wiederum die Attraktivität der Anlagen für Fledermäuse.

Maßnahmen zur Kollisionsminderung entsprechen bisher nicht dem „Stand der Technik“ bei Offshore-Windparks. Experimentelle Maßnahmen nach dem „Stand der Wissenschaft“ sind nicht dem Vorhabensträger anzulasten.

6.2.6 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für Meeressäuger

Richtlinien zu Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen bei Rammarbeiten von Windenergieanlagen wurden vom britischen Joint Nature Conservation Committee vorgestellt (JNCC 2009). Diese umfassen im Wesentlichen folgende Maßnahmen:

- Vor dem Rammen sollte das Gebiet im Nahbereich um die Schallquelle (mind. 500 m) visuell und mit passivem akustischem Monitoring durch geschulte Walbeobachter nach marinen Säugern abgesucht werden.
- Wenn Schweinswale registriert werden, sind Vergrämungsmaßnahmen (z.B. Pinger) einzusetzen.
- Die Rammleistung sollte langsam bis auf das maximale Niveau gesteigert werden (‚soft-start-procedure’; RICHARDSON et al. 1995, TECH-WISE / ELSAM 2003). Dadurch können marine Säuger die Gefahrenzone vor Einsetzen der maximalen Schallstärken verlassen.
- Bei schlechten Sichtbedingungen und nachts, d. h. wenn Meeressäugetiere nicht hinreichend sicher detektierbar sind, dürfen keine Rammarbeiten begonnen werden. Bereits laufende kontinuierliche Rammungen (bei weniger als 5 Minuten Pause zwischen 2 Schlägen) dürfen jedoch fortgeführt werden.

Die stärksten Auswirkungen für Meeressäuger werden durch die bau- und betriebsbedingten Schallemissionen verursacht. Für die Gründung und Installation der Anlagen ist diejenige Arbeitsmethode nach dem Stand der Technik zu verwenden, die nach den vorgefundenen Umständen so geräuscharm wie möglich ist. Dabei ist sicherzustellen, dass die Schallemission (Schalldruck SEL) in einer Entfernung von 750 m den Wert von 160 d B re 1 µPa²s und der Spitzenschalldruckpegel den Wert von 190 dB re 1 µPa nicht überschreitet. Laut vorliegendem Stand der Vorhabensbeschreibung (ARCADIS 2012a, Stand: 20.12.2012) ist zur Schallminimierung der Einsatz von Blasenschleiern vorgesehen.

7. Kumulative Wirkungen

7.1 Überblick über mögliche, maßgebliche Summationswirkungen und die betrachteten Vorhaben

Nachfolgend werden Planungen und Vorhaben beschrieben, die in Summation mit dem hier betrachteten Vorhaben in der Lage sein könnten, maßgebliche Beeinflussungen von Schutzgütern hervorzurufen. Nach BRANDT & RUNGE (2002) ergeben sich Summationswirkungen, wenn „innerhalb eines längeren Zeitabschnittes kollektiv signifikante Schäden hervorgerufen werden“ sowie nach PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE UND UMWELT (2004), „wenn Vorhaben in engem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang stehen“. Gemäß der aktuellen deutschen Rechtsprechung sind kumulative Umweltauswirkungen benachbarter Windpark-Vorhaben immer dann in der Umweltverträglichkeitsstudie zu berücksichtigen, wenn sich diese planungsrechtlich verfestigt haben. Von einer solchen Verfestigung ist auszugehen, wenn sie bereits genehmigt sind oder das jeweilige Genehmigungsverfahren bereits in eine abschließende Phase gerückt ist.

Tab. 123 vermittelt einen Überblick über das Summations-Potenzial für Umweltwirkungen von Vorhaben und Nutzungen im marinen Bereich.

Tab. 123: Potenzielle Überschneidung/Summation von maßgeblichen Umweltwirkungen verschiedener Offshore-Nutzungen

Umweltauswirkung	Mögliche, maßgebliche Summationswirkungen					
	Offshore-Windpark	Kabel und Leitungen	Sedimententnahmen	Schifffahrt	Fischerei	Militärische Handlungen
Mensch sowie Meeresnutzungen						
Kollision, Havarie, Unfall						
Nutzungseinschränkungen (vor allem Schifffahrt und Fischerei)						
Boden/Sediment, Relief						
Veränderung der Morphologie, Sedimentum- und -auflagerungen						
Wasser / Hydrographie						
Störung der Strömungsverhältnisse						
Nährstoff- bzw. Schadstoffresuspension; Trübungsfahnen						
Landschaftsbild						
maßgebliche visuelle Wirkung im Landschaftsbild						
Biotoptypen / Benthos						

Umweltauswirkung	Mögliche, maßgebliche Summationswirkungen					
Einbringung von künstlichem Hartsubstrat						
Habitatbeeinträchtigung für das Benthos						
Fischfauna						
Beunruhigungen durch Trübungen, Lärm, Vibration u. ä.						
Vögel						
Vogelschlag, Kollisionsgefahr. Anlockeffekte						
Flächenbeanspruchung von Rastfläche						
Beeinflussung der Nahrungsgrundlagen						
Meeressäuger						
Barrierewirkungen						

maßgebliche Wirkungen sind gelb hervorgehoben

Die Fischerei wird bei einer Summationsbetrachtung nicht einbezogen, da sie eine reguläre Nutzungsform des Meeres und kein Vorhaben gemäß UVPG ist. Auch der vorhandene Schiffsverkehr kann nicht kumulativ einbezogen werden. Wie für die Fischerei gilt für den Schiffsverkehr, dass es sich um eine Nutzungsform des Meeres handelt und nicht um ein Vorhaben nach der Definition des UVPG.

Die nächstgelegenen Lagerstätten in der Tromper Wiek liegen in 20 km Entfernung zum geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“. Kumulierende Wirkungen sind nicht zu erwarten, da über diese Entfernung keine sich überschneidenden Auswirkungen eines OWP und einer Lagerstätte festgestellt werden können. Eine Beeinflussung der Nahrungsgrundlage oder ein Habitatverlust für Rastvögel wird aufgrund der unterschiedlichen Wassertiefe und Sedimentbeschaffenheit ebenfalls nicht angenommen.

Summationswirkungen sind vor allem mit benachbarten Projekten von Offshore-Windenergieparks relevant. Die zu berücksichtigenden und weitere Projekte sind in Karte VIII – Andere zusammenwirkende Projekte (Summation) des Kartenanhangs dargestellt. Nach STAUN STRALSUND (2007b) sind im Rahmen dieser Untersuchung folgende OWP und deren Netzanbindungen zu berücksichtigen.

- Offshore-Windpark „EnBW Baltic 1“ (Küstenmeer M-V, 21 OWEA, in Betrieb)
- Offshore-Windpark „EnBW Baltic 2“ (ehemals „Kriegers Flak“, deutsche AWZ, 80 OWEA, durch das BSH genehmigt)
- Offshore-Windpark „Arkona-Becken Südost“ (Vorranggebiet bzw. besonderes Eignungsgebiet „Westlich Adlergrund“, deutsche AWZ, 80 OWEA, genehmigt)
- Offshore-Windpark „Wikinger“ (ehemals „Ventotec Ost 2“, Vorranggebiet bzw. besonderes Eignungsgebiet „Westlich Adlergrund“, deutsche AWZ, 80 OWEA, genehmigt)

Innerhalb des Vorranggebietes „Westlich Adlergrund“ sind zwei weitere Offshore-Windparks planungsrechtlich verfestigt (vgl. Abb. 17):

- Offshore-Windpark „Wikinger-Süd” (ehemals „Arcadis Ost 2“, 18 OWEA)
- Offshore-Windpark „Wikinger-Nord“ (8 OWEA).

Die Fläche des OWP „Wikinger-Süd“ wird in Konkurrenz dazu durch BEC mit zwei Windparks „Adlergrund Gap“ (39 OWEA) und „Adlergrund 500“ (20 OWEA) beplant (Abb. 17). Eine aktuelle Anfrage zu den kumulativ zu betrachtenden Windparks wurde am 07.11.2012 an das BSH gestellt.

In TU BERLIN et al. (2006: 169/170) wird der Entwurf einer Konfliktmatrix der potenziell kumulativen Wirkungen zwischen der Offshore-Windkraftnutzung und anderen in der AWZ vorhandenen oder geplanten Nutzungen vorgestellt. Die Autoren sehen grundsätzlich die Vermutung kumulativer Wirkungen bei mehreren Windparks, wenn Einzelwirkungen von Windparks sowohl von regionaler oder überregionaler Ausdehnung als auch von permanenter Dauer sind. Diese Wirkungen wären vertieft zu prüfen. Wirkungen, die nur temporär (Bau, Störfall etc.) auftreten und sich allenfalls dann kumulativ auf Schutzgüter auswirken können, wenn sie synchron ausgelöst werden (bspw. Windpark-Bau und gleichzeitiger Lagerstättenabbau), sind als „potenziell kumulative Wirkung“ dargestellt.

PETERS et al. (2007) identifizierten bezogen auf die zentralen Schutzgüter der Meeresumwelt diejenigen Hauptwirkungskomplexe, die zu einer Gefährdung der Meeresumwelt im Sinne der Seeanlagenverordnung führen könnten und die damit für die Genehmigung eines Offshore-Windparks entscheidungsrelevant sind (vgl. Tab. 124). Die Analyse der kumulativen Wirkungen sollte sich immer auf diese einzelnen entscheidungsrelevanten Wirkungskomplexe beziehen, die im Zentrum der UVP von Offshore-Windparks stehen.

Tab. 124: Schutzgutspezifische Hauptwirkungskomplexe von Offshore-Windparks

Artengruppe	Wirkfaktor	Wirkung
Seevögel	Scheuch- und Barrierewirkung (bau-, anlage- und betriebsbedingt)	Lebensraumverlust
Vogelzug	Scheuch- und Barrierewirkung	Minderung der Fitness durch Umfliegen des Windparks
	Vogelschlag	Individuenverlust
Meeressäuger	Lärmemissionen (Rammarbeiten)	Nachhaltige Gehörschädigung
	Lärmemissionen (Rammarbeiten, Wartungsverkehr)	Lebensraumverlust

In der folgenden Tab. 125 sind die Kenndaten der zu berücksichtigenden Vorhaben mit kumulativen Wirkungen dargestellt, anschließend erfolgt ein Überblick über die beantragten Netzanbindungen von OWP (Abb. 163).

Tab. 125: Kenndaten der zu berücksichtigenden Vorhaben mit möglichen kumulativen Wirkungen

Kenndaten / Vorhaben	OWP „EnBW Baltic 1” (M-V)	OWP „EnBW Baltic 2“ (AWZ)	OWP „Arkona Becken Südost“ (AWZ)	OWP „Wikinger“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Süd“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Nord“ (AWZ)
Vorhabensträger	EnBW	EnBW	AWE Arkona-Windpark-Entwicklungs-GmbH	IBERDROLA Renovables Offshore Deutschland GmbH	IBERDROLA Renovables Offshore Deutschland GmbH	IBERDROLA Renovables Offshore Deutschland GmbH
Vorhabensgebietsflä-	ca. 7	ca. 27	ca. 40**	ca. 34**	ca. 6,6	ca. 2,9

Kenndaten / Vorhaben	OWP „EnBW Baltic 1” (M-V)	OWP „EnBW Baltic 2“ (AWZ)	OWP „Arkona Becken Südost“ (AWZ)	OWP „Wikinger“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Süd“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Nord“ (AWZ)
che (km²)						
aktuelle Arbeiten / Inbetriebnahme geplant	voller Betrieb seit 2. Mai 2011	Baubeginn 2013 (Nr. 176/12 - 18.09.2012 - Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus)	Baubeginn bis spätestens 30.06.2015	Baubeginn geplant für 2015, Betrieb ab dem Jahr 2016	Errichtung und Inbetriebnahme voraussichtlich 2015/ 2016	Errichtung und Inbetriebnahme voraussichtlich 2015/ 2016
Genehmigung	31.03.2006 (StAUN HST)	06.04.2005 (BSH)	15.03.2006 (BSH)	16.05.2007 (BSH)	Auslegung der Umweltunterlagen vom 01.10.2012 bis 01.11.2012; EÖT am 14.12.2012	Auslegung der Umweltunterlagen vom 01.10.2012 bis 01.11.2012; EÖT am 14.12.2012
Raumordnung		Besonderes Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie seit 19.12.2005 „Kriegers Flak“ (= Vorranggebiet)	Besonderes Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie seit 19.12.2005 „Westlich Adlergrund“ (= Vorranggebiet)	Besonderes Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie seit 19.12.2005 „Westlich Adlergrund“ (= Vorranggebiet)	Besonderes Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie seit 19.12.2005 „Westlich Adlergrund“ (= Vorranggebiet)	Besonderes Eignungsgebiet zur Nutzung von Offshore Windenergie seit 19.12.2005 „Westlich Adlergrund“ (= Vorranggebiet)
Anzahl OWEA	21	80	80	80	18	8
Abstand der OWEA untereinander (m)	600-800	ca. 800 - max. 1.000	ca. 800	ca. 700	600-900	600-900
Leistung (MW) je Anlage /Gesamt	2,3 /48,3	3,6 /288	5 /400	3,6 bzw. 6,15 /288 bzw. 492	3,6-6,15 / 64,8-110,7	3,6- / 28,8-49,2
Entfernung zum OWP „ARCADIS Ost 1“ (km)	ca. 60	ca. 27	ca. 18,3	ca. 16,5	ca. 21,5	ca. 17
Wassertiefe (m)	16 - 19	23 - 44	21 - 38	25 - 45	29 - 37	40 - 42
Gründung	Monopile	Monopile, Jacket	Tripod, Monopile oder Jacket	SOF* (laut Genehmigung), Jacket	Jacket mit 3 oder 4 Beinen	Jacket mit 3 oder 4 Beinen

Kenndaten / Vorhaben	OWP „EnBW Baltic 1” (M-V)	OWP „EnBW Baltic 2“ (AWZ)	OWP „Arkona Becken Südost“ (AWZ)	OWP „Wikinger“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Süd“ (AWZ)	OWP „Wikinger-Nord“ (AWZ)
Gesamthöhe	ca. 114 m	138,2 m	nicht bekannt	140 m bis 143 m	140 bis 143	140 bis 143

* SOF = schwimmendes Offshore-Fundament; ** Detailangaben wegen der ursprünglichen Überplanung der gleichen Fläche durch zwei Vorhabensträger z. T. Quellen: Homepages und Berichte zu den Umwelt- bzw. FFH-Verträglichkeitsprüfungen der Vorhabensträger, Internet-Seiten des BSH, http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=4761 (Internetseite der dena), http://www.ofw-online.de, http://www.4coffshore.com/windfarms/arkonasee-ost-germany-de48.html

Nr.	Projektname
4	**EnBW Baltic 1 (in Betrieb)**
5	**EnBW Baltic 2** Verlängerung der Netzanbindung von Baltic 1
6	**ARCADIS Ost 1**
7	ArkonaSee West
8	ArkonaSee Süd
9	Baltic Eagle
10	Strom-Nord
11	ArkonaSee Ost
12	Wikinger-Nord
13	**Wikinger**
14	Adlergrund Gap
15	Adlergrund 500
16	**Arkona-Becken Südost**
17	Ostseeperle (alternativ zu ArkonaSee West und ArkonaSee Süd)
18	Strom-Süd (alternativ zu Baltic Eagle)
19	Ostseeschatz (alternativ zu Strom-Nord)
20	Windanker (alternativ zu ArkonaSee Süd)
21	Wikinger-Süd (alternativ zu Adlergrund Gap)

Abb. 163: Überblick über beantragte Netzanbindungen von OWP (Quelle: http://www.50hertz.com/de/2730.htm)

Die OWP (geplant, genehmigt, in Betrieb) sind mit ihren Netzanbindungen auch in der CONTIS-Karte des BSH dargestellt (Ausschnitt siehe Abb. 14).

Als maßgebliche kumulative Wirkungen sind dabei gemäß STAUN STRALSUND (2007b) Beeinträchtigungen von Zugvögeln und optisch-ästhetische Beeinflussungen auf die Küstenzone zu untersuchen. Bevor eine schutzgut- bzw. artengruppenbezogene Beschreibung der kumulativen Wirkungen erfolgt (Kap. 7.2), werden die in die kumulative Betrachtung einzubeziehenden Vorhaben nachfolgend kurz beschrieben und Angaben zum Status (soweit bekannt bzw. verfügbar) vermerkt.

Offshore-Windpark „EnBW Baltic 2“ (deutsche AWZ, 80 OWEA) und OWP „EnBW Baltic 1“ (Küstenmeer M-V, 21 OWEA) sowie Netzanbindung

Der OWP „EnBW Baltic 2“ ist ca. 27 km nordwestlich des Vorhabensgebietes vorgesehen, „EnBW Baltic 1“ befindet sich in ca. 60 km Entfernung südwestlich des hier betrachteten OWP.

Der OWP „EnBW Baltic 1“ ist seit 02. Mai 2011 vollständig in Betrieb. Damit ist er der erste kommerzielle Windpark in der deutschen Ostsee. Auf 7 km² Fläche erzeugen 21 WEA mit zusammen 48,3 MW Leistung jährlich 185 GWh Strom. Die Gründung erfolgte auf Monopiles. (http://www.enbw.com/content/de/windkraft_offshore/baltic1/das_projekt/index.jsp)

„EnBW Baltic 2“ wird mit 80 WEA 32 km nördlich der Insel Rügen in der ausschließlichen Wirtschaftszone Deutschlands geplant. Die Anlagen der 3,6 MW-Klasse haben eine Gesamtleistung von 288 MW und werden jährlich 1.200 GWh Strom erzeugen. In Abhängigkeit von der Tiefe werden Monopile- (bis etwa 35 m) oder Jacket-Gründungen (ab etwa 35 m) verwendet. (http://www.enbw.com/content/de/windkraft_offshore/baltic2/projekt/index.jsp) Der Baubeginn ist für 2013 geplant
(http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/?&pid=37770)

Die Netzanbindung für die OWP „EnBW Baltic 1 und 2“ bis zum Anlandepunkt in Markgrafenheide bei Rostock verläuft weit westlich des OWP „ARCADIS Ost 1“ (siehe auch Abb. 163), diese befindet sich zwischen „EnBW Baltic 1 und 2“ in Realisierung.

Vorranggebiet bzw. besonderes Eignungsgebiet „Westlich Adlergrund“ [genehmigte OWP „Arkona-Becken Südost“ und „Wikinger“ (deutsche AWZ), je 80 OWEA sowie beantragte OWP „Wikinger-Süd“ (18 OWEA) und „Wikinger-Nord“ (8 OWEA)]

Gegenstand der Genehmigung für den etwa 40 km² umfassenden Windpark „Arkona-Becken Südost“ ist die Errichtung und der Betrieb von ebenfalls 80 OWEA sowie einer Messplattform zur Erfassung meteorologischer und meeresphysikalischer Daten.
(http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Ostsee/Arkona-Becken-Suedost/Genehmigungsbescheid_Arkona-Becken-Suedost.pdf)

Für den Offshore-Windpark „Wikinger“ liegt die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb von 80 Windenergieanlagen mit einer Leistung von etwa 5 MW einschließlich der Nebenanlagen und einer Umspannplattform vor
(http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/Genehmigungsbescheide/Ostsee/Ventotec_Ost_2/Genehmigungsbescheid_Ventotec_Ost_2.pdf). Die Windparkfläche umfasst ca. 34 km² und liegt minimal etwa 17 km nordöstlich der Insel Rügen.

In Ergänzung zum OWP „Wikinger“ ist der Bau der OWP „Wikinger-Süd“ mit 18 OWEA und „Wikinger-Nord“ mit 8 OWEA geplant. Die Vorhabensgebietsflächen betragen ca. 6,6 km² bzw. 2,9 km².

Die genannten Windparks liegen östlich des Vorhabensgebietes in Entfernungen von 18 km (OWP „Arkona Becken Südost“), 16,5 km („Wikinger“), 21,5 km („Wikinger-Süd“) und 17 km („Wikinger-Nord“). Insgesamt sind innerhalb des Vorranggebietes „Westlich Adlergrund“ rund 201 OWEA realisierbar (BSH 2009b). Zu den Antragsunterlagen der OWP „Wikinger-Süd“ und „Wikinger-Nord“ liegen UVS und FFH-VU (IFAÖ 2006b, c; ALAUDA 2012a, b, c, d) vor.

Die Netzanbindung für den OWP „ARCADIS Ost 1“ wird zurzeit planerisch vorbereitet (landesplanerische Beurteilung am 15.06.2011 erteilt). Die Kabeltrasse bis zum Einspeisepunkt in das Stromnetz bei Stralsund ist Gegenstand eines eigenständigen Verfahrens. Es werden verschiedene Varianten des Kabeltrassenverlaufs betrachtet, eine planerische Festlegung auf eine konkrete Trasse ist noch nicht absehbar. Es wird jedoch einen Anlandepunkt im nordöstlichen Bereich von Rügen geben.

Für die weitgehend im Parallelverlauf geplanten Netzanbindungen „Arkona Becken Südost“ und „Wikinger“ wurden Genehmigungsanträge gestellt. Die Anbindungen sind östlich des OWP „ARCADIS Ost 1“ geplant, mit Verlauf bis zum Anlandepunkt Lubmin im Greifswalder Bodden (siehe auch Abb. 163). Der Minimalabstand zum OWP „ARCADIS Ost 1“ beträgt ca. 10 km. Die Netzanbindungen beider Windparks im Bereich der AWZ und der 12-sm-Zone befinden sich im laufenden Genehmigungsverfahren.

Zu den Umweltwirkungen der Netzanbindungen lässt sich feststellen:

- die wesentlichen Wirkungen betreffen den benthischen Lebensraum, führen zu temporären Sedimentaufwirbelungen und baubedingten Störungen unter und über dem Wasser (Vögel, Fische, Meeressäuger),
- diese Wirkungen sind überwiegend auf kurze Zeiträume während der Bauphase der Vorhaben begrenzt, auch sind hinsichtlich der räumlichen Wirkungen die Einflüsse gering, da nur ein schmaler Korridor innerhalb des Bezugsraums des Arkonabeckens betroffen ist,
- die Hauptwirkungen der Seekabelverlegung werden durch die „wandernde“ Baustelle der Verlegetechnik verursacht, weshalb das Risiko für Summationswirkungen hinsichtlich struktureller Habitatveränderungen, zeitweiliger Störungen von Rastvögeln und Meeressäugern mit lokalen Vergrämungseffekten gering ist.

Aufgrund der kurzen Verlegezeiten und der großen Entfernungen zwischen den Kabeltrassen der Offshore-Windparks im Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“ („Wikinger“ und „Arkona Becken Südost“) sowie „EnBW Baltic 1“ und „EnBW Baltic „2“ (gemeinsame Trasse) und „ARCADIS Ost 1“ werden nur geringe kumulative Wirkungen erwartet, die hauptsächlich aus Scheuchwirkungen der Verlegeschiffe resultieren und vom bereits vorhandenen Schiffsverkehr überlagert werden. Die Auswirkungen der OWP auf Rast- und Zugvögel werden sich im Zusammenwirken mit der Kabelanbindung, aufgrund dessen Verlegung im Meeresboden oder ggf. auf diesem liegend, nicht deutlich erhöhen. Bei allen infrage kommenden Varianten ist von örtlich begrenzten Auswirkungen auszugehen.

In der folgenden schutzgutbezogenen Analyse werden die Netzanbindungen daher nur ausnahmsweise betrachtet.

7.2 Schutzgut- bzw. artengruppenbezogene Beschreibung der kumulativen Wirkungen

7.2.1 Summation Artengruppe Makrozoobenthos sowie Biotoptypen

Für das geplante Vorhaben werden für die Artengruppe Benthos sowie den nachgewiesenen marinen Biotoptyp Beeinflussungen erwartet, die in ihren Wirkungen im Wesentlichen auf die Fläche des Windparks beschränkt bleiben.

<u>Habitatbeeinträchtigung</u>

Durch das Einbringen von künstlichem Hartsubstrat wird eine Ansiedlung von gebietsfremden oder für das Gebiet untypischen Arten (Hartbodenfauna) gefördert, was zu einer Veränderung der natür-

lichen Lebensgemeinschaft führt. In der Umgebung der Gründungsstrukturen ist mit deutlichen Veränderungen der Bodenfauna zu rechnen, wobei die typischen Weichboden-Arten zurückgehen.

Die Einstellung der Schleppnetzfischerei innerhalb der einzelnen Windparks wird eine Veränderung in der Bodenfauna nach sich ziehen, die sich in absehbarer Zeit kaum von der natürlichen zeitlichen Variabilität differenzieren lassen wird und durch die Effekte des eingebrachten Hartbodens überprägt wird. Langfristig kann sich jedoch die Diversität innerhalb des Windparkgebietes durch die ausbleibenden Störungen erhöhen. Insbesondere langlebige Muscheln und Krebs-Arten werden davon profitieren.

Die weiteren Auswirkungen durch Sedimentumlagerungen, Kolkbildung oder Kabeleffekte (Wärme) werden generell als kleinräumig beurteilt. Aufgrund der Kleinräumigkeit dieser Auswirkungen werden keine kumulativen Effekte erwartet. Auch der Flächenverlust für die Weichbodengemeinschaften durch Versiegelung (OWEA, Umspannplattform, ggf. Kolkschutz) ist in Summation mit den anderen betrachteten OWP im Vergleich zur Meeresbodenfläche als gering anzusehen, so dass eine regionale Gefährdung durch die Errichtung mehrerer Windparks ausgeschlossen ist.

Räumliche Überlagerungen der Wirkbereiche der Windparks und ihrer Netzanbindungen sind somit aufgrund der großen Entfernungen zwischen den einzelnen OWP auszuschließen (Ausnahme: Überlagerung der Wirkbereiche der einzelnen OWP innerhalb des Vorranggebietes „Westlich Adlergrund“). Kumulative Umweltauswirkungen sind daher nicht zu erwarten.

Insgesamt ist auch unter Berücksichtigung möglicher kumulativer Wirkungen anderer Windparks kein erhöhtes Risiko für die Artengruppe Benthos sowie marine Biotoptypen zu erwarten.

7.2.2 Summation Artengruppe Fische

<u>Beunruhigungen durch Trübungen, Lärm, Vibration u. ä.</u>

Während der Betriebsphase sind nur geringe Struktur- und Funktionsbeeinflussungen auf die Artengruppe Fische zu erwarten.

Während der Bauphase sind die weitest reichenden kumulativen Auswirkungen mit den Schallimmissionen während der Rammarbeiten verbunden. Die aktuelle Diskussion über die Bewertung der Auswirkung von Rammschall berücksichtigt insbesondere die kumulative Wirkung der Vielzahl von Rammschlägen, die für jedes einzelne Fundament erforderlich sind. Da zwischen den einzelnen Schallereignissen vermutlich keine Erholung der Gewebe stattfindet, hängt das Ausmaß der Schädigung auch von der Anzahl der Einzelschallereignisse ab. THOMSEN et al. (2006) gehen davon aus, dass Rammschall in der direkten Umgebung der Schallquelle bei Hering und Kabeljau (Dorsch) zu physischen Schädigungen oder Verletzungen der Gewebe führen kann. Weitere mögliche Folgen sind Fluchtreaktionen. Der Wirkfaktor ist zwar von kurzer Dauer, aber von großer Ausdehnung.

Die vom geplanten Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ ausgehenden Wirkungen könnten durch andere Offshore-Windparkvorhaben verstärkt werden, da im Prinzip die gleichen vorhabensbedingten Wirkfaktoren in einem räumlich zusammenhängenden Bereich im Lebensraum der Fische wirken. Da nicht für alle OWP die gleichen Gründungsvarianten favorisiert werden, sind auch die zu erwartenden Effektzonen für Hörschäden nicht gleich groß. Es ergeben sich jedoch im worst case-Fall in Summation große Effektzonen und Bereiche, aus denen die Fische zeitweise vertrieben würden. Ob sich die Effektzonen bei zeitgleichen Rammarbeiten überlagern, hängt von deren Abstand zueinander ab. Bei zeitgleichen Rammtätigkeiten in mehreren Parks würden große Flächen zeitgleich verlärmt. Bei sukzessiver Realisierung von Bauprojekten würden die Auswirkungen in ihrem räumlichen Umfang gemildert.

Bei Betrachtung der konkreten Situation ist festzuhalten, dass die Realisierung genehmigter OWP von verschiedenen Faktoren abhängig ist und ein übergeordneter Zeitplan für den Bau der Windparks oder die Erstellung einer zeitlichen Abfolge kaum realitätsnah bewerkstelligt werden kann. Zurzeit liegen für „EnBW Baltic 2“ und „Wikinger“ Bekundungen über den voraussichtlichen Baubeginn vor (vgl. Tab. 125). Eine zeitliche Überlagerung der Bauphasen von „ARCADIS Ost 1“ und „Wikinger“ kann nicht ausgeschlossen werden. Es ist also sowohl eine zeitliche als auch eine räumliche Überlagerung der Effektzonen für die Beeinträchtigung von Fischen möglich, es werden jedoch keine erheblich negativen Auswirkungen erwartet.

Die Flächen der Offshore-Windparks werden aller Voraussicht nach nicht mehr fischereilich genutzt werden und stellen somit potenzielle Rückzugsgebiete dar. Diese „Schutzzone“ des beantragten Vorhabens gesellt sich mit der Umsetzung des Vorhabens zu den fischereifreien Gebieten der anderen betrachteten OWP. Aufgrund der weiträumigen Abstände zwischen den einzelnen Windparks sind jedoch keine synergistischen Wirkungen bzw. gegenseitige Beeinflussungen zu erwarten.

Zusammenfassend sind unter Berücksichtigung möglicher kumulativer Wirkungen anderer Windpark-Vorhaben und unter der Maßgabe der Umsetzung der zum Bauzeitpunkt dem Stand der Technik entsprechenden und zumutbaren Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung keine maßgeblichen kumulativen Auswirkungen für die Artengruppe Fische zu erwarten.

7.2.3 Summation Artengruppe Vögel

Vögel können durch Verluste von Lebensräumen (Nahrungs,- Rast- und Überwinterungsgebiete) aufgrund der Stör- bzw. Scheuchwirkung von OWEA, die „Zerschneidung“ ökologisch zusammenhängender Einheiten wie Rast- und Nahrungsgebiete von Seevögeln, die Barrierewirkung auf Zugrouten sowie die Gefahr der Kollision mit OWEA (vor allem für nächtlich ziehende Singvögel) betroffen sein.

Seevögel

Entwertung von Rast-, Nahrungs- und Überwinterungsgebieten

Die Bedeutung des Vorhabensgebietes des OWP „ARCADIS Ost 1“ als Rast-, Nahrungs- und Überwinterungsgebiet für Seevögel wird infolge der geringen Dichten insgesamt als gering eingeschätzt. Im Vorhabensgebiet wurden keine Rastvogelkonzentrationen festgestellt. Auch inklusive der 2 km-Pufferzone erreicht keine der erfassten Arten bedeutende Bestände, so dass eine geringe populationsbiologische Bedeutung des Gebietes vorliegt. Es wird eine deutliche Bestandsreduzierung von Seetauchern, Meeresenten und Alken im Vorhabensgebiet einschließlich einer 2 km breiten Pufferzone prognostiziert. Anlagebedingt werden für Seevögel durch den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ auch in Verbindung mit anderen geplanten Offshore-Windparks im Umfeld mittlere Auswirkungen erwartet.

Tab. 126 gibt einen Überblick über entsprechende Bewertungen in den UVS zu den einzelnen Vorhaben.

Tab. 126: Übersicht über die Bewertung des Seevogelvorkommens und dessen mögliche Beeinflussung durch die einzelnen OWP (Quelle: UVS zu den Vorhaben)

OWP	Bedeutung des Vorhabensgebietes für Seevögel insgesamt	Bewertung der Auswirkungen
EnBW Baltic 1 (marines Eignungsgebiet für Windenergieanlagen)	gering	hoch

OWP	Bedeutung des Vorhabensgebietes für Seevögel insgesamt	Bewertung der Auswirkungen
EnBW Baltic 2 (Vorranggebiet „Kriegers Flak“)	gering	gering (Bau, Betrieb), mittel (Anlage)
Wikinger (Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“)	mittel	gering (Bau, Betrieb), mittel (Anlage)
Wikinger-Süd (Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“)	mittel	gering (Bau, Betrieb), mittel (Anlage)
Wikinger-Nord ; Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“	mittel	gering
Arkona-Becken Südost (Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“)	mittel (Seetaucher, Eisente), gering (andere Arten)	gering
„ARCADIS Ost 1“ (marines Eignungsgebiet für Windenergieanlagen)	gering	mittel (worst case)

Laut UVS zum OWP „Wikinger“ (IFAÖ 2005d) können anlagebedingte Auswirkungen für den Winterbestand des Tordalken im ungünstigen Fall mittlere Struktur- und Funktionsbeeinflussungen zur Folge haben.

In der UVS zum OWP „Wikinger-Süd“ (IFAÖ 2006d: 479) erfolgt folgende Einschätzung: „Für die drei Offshore-Windparks „Kriegers Flak“, „Arkona-Becken Südost“ und „Ventotec Ost 2“ ergeben sich bezogen auf die Rastvögel mittlere kumulative Wirkungen, insbesondere für die sich von pelagischen Schwarmfischen ernährenden Alkenvögel (Ableitung basierend auf den Ergebnissen der Seevogelerfassungen des IfAÖ 2002-2004 in der Arkonasee). Bezieht man den Offshore-Windpark „Kriegers Flak“ in die Betrachtung mit ein, ist der Tordalk die auf Populationsebene am stärksten beeinträchtigte Seevogelart. Im Falle der Errichtung aller beantragter OWEA in den beiden Besonderen Eignungsgebieten kann es zu einem Verlust des Nahrungsgebietes von bis zu 700 Individuen kommen. Dies entspricht etwa 25-50% des Winterbestandes in der Deutschen Ostsee und ca. 1% des Ostsee-Bestandes (KLEIN et al. 2004). Ein Ausweichen der Vögel in andere Bereiche der Arkonasee ist unwahrscheinlich, da die Vögel zur Nahrungssuche die Hanglagen des Arkonabeckens bevorzugen und der Zentralteil durch die stark befahrene Tankerroute vorbelastet ist.“ Gemäß Fachgutachten Seevögel (IFAÖ 2013h) ist der Tordalk mit bis zu 71 Individuen nach der Trottellumme die am stärksten von den Projektwirkungen des OWP „ARCADIS Ost 1“ betroffene Seevogelart (gemessen am Anteil an der biogeographischer Population).

Für nahrungssuchende, rastende oder überwinternde Seevögel sind außerdem Individuenverluste durch Kollisionen zu erwarten, die in Abhängigkeit von artabhängigem Meideverhalten und möglicher Gewöhnungseffekte der lokalen Population in geringerem Maße als bei Zugvögeln (s. unten) zu erwarten sind.

Aufgrund der kurzen Verlegezeiten und der großen Entfernungen zwischen den Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ und „EnBW Baltic 1“, „EnBW Baltic 2“ sowie den im Vorranggebiet „Westlich Adlergrund“ gelegenen OWP werden kaum kumulative Wirkungen im Zusammenhang mit der Verlegung dieser Seekabel erwartet, die hauptsächlich aus Scheuchwirkungen der Verlegeschiffe resultieren und vom vorhandenen Schiffsverkehr überlagert werden.

Für Seevögel werden auch in Summation keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Vogelpopulationen erwartet.

Zugvögel

Beeinträchtigungen von Zugvögeln sind in STAUN STRALSUND (2007b) als maßgebliche kumulative, zu untersuchende Wirkungen benannt.

Die beiden Hauptkonflikte für Zugaktivitäten sind die mögliche Barrierewirkung infolge der flächenhaften Wirkung eines Offshore-Windenergieparks und das Risiko der Kollision mit den einzelnen Anlagen bzw. Anlagenteilen, was Individuenverluste zur Folge hat und sich auf die Populationen der betroffenen Arten auswirken kann.

Kollisionsrisiko

Es werden u. a. im Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche AWZ, Teil Ostsee kumulative Wirkungen der in den Vorranggebieten der AWZ geplanten Offshore-Windparks auf den Vogelzug bewertet (BSH 2009a). Dort heißt es in Kap. 9.4 „Beschreibung und Bewertung der voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Raumordnungsplans auf die Meeresumwelt“ (BSH 2009a: 408): „Als Ergebnis ist festzuhalten, dass von Offshore-Windenergieparks in beiden Vorranggebieten keine Gefährdung des Vogelzugs zu erwarten ist. Eine Gefährdung ergibt sich auch nicht aufgrund etwaiger kumulativer Auswirkungen“, stellt aber zugleich fest: „Es ist allerdings einzuräumen, 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. Dieses ist auf Zulassungsebene zu regeln“ (BSH 2009a: 409). Die Vorranggebiete in der AWZ umfassen die drei bislang vom BSH genehmigten OWP sowie die OWP „Wikinger-Süd“ und „Wikinger-Nord“ (s. Tab. 125).

In BFN (2006, S. 25 ff.) sind „Gebiete mit besonderer Bedeutung für den Vogelzug“ dargestellt. Diese sind außerhalb von „Flächen mit bereits genehmigten oder im Genehmigungsverfahren befindlichen Windparks sowie außerhalb der raumordnerischen Vorrang- und Eignungsgebiete für Windkraftnutzung von den Vogelzug beeinträchtigenden Wirkungen freizuhalten, um insbesondere durchgängige Zugkorridore zu erhalten“ (BfN 2006, S. 16). Das „Seegebiet nördlich Rügen“ gehört nach Einschätzung des BfN zu den wichtigsten Konzentrationspunkten des Vogelzuges über der Ostsee. In seiner Ausdehnung reicht es nördlich der Westseite des Darß bis nördlich der Ostseite Rügens nach Südschweden. Für den Kranich zählt das Gebiet zu den wichtigsten Zugwegen in Europa. Eine der Hauptzugrichtungen verläuft von Nord nach Süd und entgegengesetzt, zahlreiche Wasservogelarten queren das Gebiet aber auch in westliche Richtung bzw. gen Osten. Außer von Kranichen wird das Gebiet von einem Großteil der in Mittel- und Westeuropa überwinternden Populationen von Saatgänsen, Ringelgänsen, Weißwangengänsen, Zwergschwänen, Trauerenten, Eiderenten, Seetauchern sowie Limikolenarten wie Pfuhlschnepfe, Knutt und Kiebitzregenpfeifer und zahlreichen Singvogelarten passiert. Der genehmigte Offshore-Windpark „Baltic 2“ liegt innerhalb dieses Bereiches, während das „Vorranggebiet westlich Adlergrund“ nach der kartografischen Darstellung in BfN (2006, S. 26) knapp außerhalb liegt. Inhaltlich bearbeitet wurde aufgrund der gesetzlichen Zuständigkeiten nur die AWZ, im Küstenmeer von Mecklenburg-Vorpommern liegen jedoch unzweifelhaft auch die Windparks „Baltic 1“ und der OWP „ARCADIS Ost 1“ randlich innerhalb dieses „Gebietes mit besonderer Bedeutung für den Vogelzug“. Es ist naheliegend, dass sich kumulative Wirkungen auf Zugvögel für die im Gebiet gelegenen OWP ergeben können, sofern sich die zusätzliche Todesrate signifikant auf die Population auswirkt. Anzumerken ist jedoch auch, dass alle in Summation betrachteten OWP innerhalb von ausgewiesenen Eignungsgebieten für die Windenergienutzung liegen.

Die Unterlagen zur Festlegung der Besonderen Eignungsgebiete für Windenergieanlagen „Westlich Adlergrund“ und „Kriegers Flak“ (BSH 2005) enthalten folgende Aussagen zu kumulativen Wirkungen in Bezug auf die Zugvögel: „Die Betrachtung der vorhandenen Erkenntnisse über die Zug-

verhaltensweisen der verschiedenen Vogelarten, die üblichen Flughöhen und die tageszeitliche Verteilung des Vogelzugs lassen den Schluss zu, dass ein Großteil der ziehenden Vögel durch die Realisierung von Offshore-Windparks im Eignungsgebiet in keiner Weise betroffen sein wird und eine Gefährdung des Vogelzuges durch die Errichtung und den Betrieb der OWEA auch unter kumulativer Betrachtung der auf dem Zugweg liegenden, bereits errichteten oder planerisch fortgeschrittenen Windparks nicht eintreten wird. Angesichts der Bedeutung des Vogelzuges, die auch international durch Abkommen zum Schutze des Vogelzugs zum Ausdruck kommt, ist es geboten, verbleibende Risiken, die sich aufgrund von Unsicherheiten bei der Prognose der Auswirkungen nicht restlos ausschließen lassen, durch den Vorbehalt weiterer Auflagen bis hin zu einem möglichen Abschalten der Anlagen zu begegnen. Auf diese Weise kann eine Gefährdung des Vogelzuges dauerhaft mit der erforderlichen Sicherheit ausgeschlossen werden.“

Einen Überblick über die zusammenfassenden Bewertungen aus den UVS zu den betrachteten Windpark-Vorhaben gibt die nachfolgende Tab. 127 (vgl. auch IFAÖ 2013b).

Tab. 127: Übersicht über die Bewertung des Vogelzuges und dessen mögliche Beeinflussung durch die einzelnen OWP (Quelle: UVS zu den Vorhaben)

OWP	Bedeutung Wasservögel	Bedeutung Landvögel	Bedeutung Zugvögel insgesamt	Bewertung der Auswirkungen
Baltic 1	sehr hoch	keine eindeutige Angabe	hoch	hoch
Baltic 2	mittel	mittel (aktive Ruderflieger/Tagzieher/Thermiksegler) bis hoch (aktive Ruderflieger/Nachtzieher)	hoch	gering
Wikinger	mittel bis hoch	gering (Thermiksegler), mittel (aktive Ruderflieger/Tagzieher) bis hoch (aktive Ruderflieger/Nachtzieher)	hoch	gering
Wikinger-Süd	mittel bis hoch	gering (Thermiksegler), mittel (aktive Ruderflieger/Tagzieher) bis hoch (aktive Ruderflieger/Nachtzieher)	hoch	gering
Wikinger-Nord	mittel bis hoch	gering (Thermiksegler), mittel (Tagzieher), hoch (Nachtzieher)	mittel bis hoch	gering
Arkona-Becken Südost	gering	gering	gering	gering
„ARCADIS Ost 1“	hoch	mittel (aktive Ruderflieger/Tagzieher/Thermiksegler) bis hoch (aktive Ruderflieger/Nachtzieher)	hoch	gering

Nach den Ergebnissen des Fachgutachtens Vogelzug (vgl. IFAÖ 2013f) liegt der hier betrachtete OWP am Rande wichtiger Durchzugsschneisen für viele ziehende Wasservogelarten. Ein Großteil der schwedischen und finnischen nachts ziehenden Landvögel überquert die Ostsee hingegen im Breitfrontenzug zwischen Schleswig-Holstein und Bornholm. Die Kollisionsrate wird so eingeschätzt, dass jährlich Zugvögel in einer Größenordnung von 1.000 bis 10.000 Vögeln am geplanten OWP „ARCADIS Ost 1“ verunglücken.

Nach der Einschätzung des Forschungsvorhabens „Ermittlung artbezogener Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen“ (BELLEBAUM et al 2008) ist ausgehend von den bisherigen Erkenntnissen zum Kollisionsrisiko von Tagziehern an technischen Anlagen auf See derzeit für keine am Tage ziehende Vogelart mit einem signifikanten populationsbiologischen Risiko infolge der Errichtung von Offshore-Windparks zu rechnen (Zug

zumeist in Höhen >200 m, ausgeprägtes Meideverhalten). Von dieser Betrachtung ausgenommen sind nahrungssuchende Seevögel innerhalb von Windparks. 90% aller Vogelschlagopfer werden auch im OWP „ARCADIS Ost 1“ vermutlich nachts ziehende Singvögel sein, da sie >90% des nächtlichen Zugaufkommens stellen (IFAÖ 2013f). Eine potenzielle Gefährdungssituation stellen insbesondere überraschend auftretende Nebellagen und Regen dar, die zu schlechter Sicht und niedrigen Flughöhen führen. Problematisch ist insbesondere das Zusammentreffen von Schlechtwetterlagen mit so genannten Massenzugereignissen. Massenzugereignisse, bei denen Vögel verschiedenster Arten gleichzeitig über die Ostsee 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 (vgl. BSH 2009a).

BELLEBAUM et al (2008) berechneten für insgesamt 19 Windparks in der Ostsee (in den Kategorien in Betrieb, genehmigt und planerisch verfestigt) für ausgewählte, nachts ziehende Kleinvogelarten Kollisionszahlen und betroffene Populationsanteile unter verschiedenen Szenarien. Bei voller Ausbaustufe lagen die modellierten Kollisionsraten für alle nachts ziehenden Singvögel zusammen bei ca. 100 bis 1.000 Vögeln pro Anlage und Jahr. In der Gesamtsumme ist mit jährlichen Kollisionsopfern dieser Vogelgruppe im Bereich von ca. 190.000 bis 1,9 Millionen Vögeln auszugehen (67.000 bis 670.000 Vögel bei bereits genehmigten Parks). Aufgrund fehlender realer Messdaten zum Meideverhalten, zur Lockwirkung und zur Kollisionsrate dieser Vogelgruppe ist derzeit nicht zu beurteilen, ob die theoretisch berechneten Werte den realen Bedingungen entsprechen werden. Weiterhin unterliegen viele Eingangsvariablen der Modellierung hohen Schwankungen und Unsicherheiten, bzw. es werden vereinfachende Annahmen getroffen. Deshalb ist auf der Basis des heutigen Kenntnisstandes keine sichere Aussage zu Kollisionsraten und Vogelschlagopfern an Windenergieanlagen möglich.

Ausgehend von den Befunden der von BELLEBAUM et al (2008) beispielhaft für ausgewählte Arten vorgenommenen Populationsmodellierung sind negative Auswirkungen von Verlusten an Offshore-Windparks vorrangig bei gefährdeten Arten zu erwarten und können ggf. den Erfolg von Schutzmaßnahmen für solche Arten beeinträchtigen. Ein diskutierter Schwellenwert von einem Prozent zusätzlicher Mortalität kann nach dem aktuellen Kenntnisstand nicht pauschal als unkritisch angesehen werden. Aufgrund der begrenzten Präzision der Modellergebnisse können gegenwärtig keine konkreten Schätzwerte für Ausbauszenarien ermittelt werden, für die eine Gefährdung des Vogelzuges auszuschließen ist.

Aus den Ergebnissen des Forschungsvorhabens von BELLEBAUM et al (2008), des Fachgutachtens Vogelzug zum OWP „ARCADIS Ost 1“ (IFAÖ 2013f), der Umweltverträglichkeitsstudien zu den betrachteten OWP und den Umweltberichten des BSH im Zuge der raumordnerischen Festlegungen kann abgeleitet werden, dass die „Erheblichkeitsschwelle“ einer „Gefährdung des Vogelzugs“ zum gegenwärtigen Stand der hier zu berücksichtigenden OWP (noch) nicht erreicht ist.

Barrierewirkung

Bezogen auf die mögliche Barrierewirkung von OWP in der AWZ kommt das BSH (2009a, S. 285/286) zu folgender Einschätzung:

„Neben der Gefährdung des Vogelzuges durch Vogelschlag kann ein weiteres Risiko für die ziehenden Vögel auch darin gesehen werden, dass der Zugweg durch die Präsenz von Windenergieanlagen umgelenkt und damit verlängert werden könnte. Hiervon betroffen ist allerdings nicht der Vogelzug in seiner Gesamtheit, da ein Großteil des Zuges in Höhen stattfindet, der außerhalb des Einflussbereichs von Windenergieanlagen ist. So ziehen viele Singvögel im Höhenbereich von 1.000 bis 2.000 m. Auch von Watvögeln ist bekannt, dass sie in sehr großen Höhen ziehen (JELLMANN 1989). Allerdings ziehen nennenswerte Anteile in Höhen <200 m und damit im Einflussbereich der Windenergieanlagen. Viele der niedrig ziehenden Arten gehören in die Gruppe der Was-

ser- und Seevögel, die in der Lage sind auf dem Wasser zu landen um sich auszuruhen und ggf. zu fressen. Für diese Arten sind etwaige Umwege daher nur mit geringen Auswirkungen verbunden. Problematisch könnte es für ziehende Landvögel werden, die zu einer Landung auf dem Wasser nicht befähigt sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Zugvögel zu beeindruckenden Nonstopflugleistungen fähig sind, vor allem beim Zug von nicht wassernden Arten über Meere. So betragen die Nonstopflugleistungen bei vielen Arten, auch bei Kleinvögeln, über 1.000 km (TULP et al 1994). Es ist daher nicht damit zu rechnen, dass der gegebenenfalls benötigte Mehrbedarf an Energie durch einen in der AWZ der Ostsee erforderlichen Umweg, unter der Voraussetzung, dass keine zusammenhängenden Querriegel in der Hauptzugrichtung entstehen, zu einer Gefährdung des Vogelzuges führen würde.“

Es ist vorstellbar, dass Individuen der in Nordost-Südwest-Richtung ziehenden Arten sowohl auf den OWP „ARCADIS Ost 1“ als auch auf weitere OWP treffen könnten. Die zu betrachtenden Windparks befinden sich in großer Entfernung zueinander. Der räumliche Abstand zu den anderen Windparks ist so groß, dass keine zusammenhängenden Querriegel in der Hauptzugrichtung entstehen. Die mit Ausweichflügen verbundenen zusätzlichen energetischen Belastungen werden unter Berücksichtigung der natürlichen Variationen des Zuggeschehens in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen (insbesondere den Windverhältnissen) als gering eingeschätzt.

Weitere Aussagen zu Vogelarten, die als maßgeblicher Bestandteil von EU-Vogelschutzgebieten von den OWP-Projekten betroffen sein könnten, enthält IFAÖ 2013b (FFH-Verträglichkeitsuntersuchung).

7.2.4 Summation Artengruppe Fledermäuse

Über den Fledermauszug über die Ostsee ist bisher wenig bekannt (vgl. Zusammenstellungen in BSH 2009a und BACH & RAHMEL 2007, sowie AHLÉN et al. 2009 und POMMERANZ et al. 2012). Die Bedeutung des Vorhabensgebietes für Fledermäuse ist gering, da keine Konzentrationsbereiche im betrachteten Seegebiet bekannt sind. Es kann zum derzeitigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden, dass Fledermäuse die Ostsee und damit auch das Vorhabengebiet queren. Es wird aber angenommen, dass dies nicht in konzentrierten Zügen wie bei Vögeln geschieht. Die Tiere werden durch die Anlagen angelockt (Licht und/oder Nahrung), sodass das Risiko von Kollisionen mit den OWEA gegeben ist. Die größte Gefahr besteht bei niedrigen Windgeschwindigkeiten und Windstille.

Darüber hinausgehende Aussagen sind nur im Rahmen von neuen Erkenntnissen aus Forschungsvorhaben möglich. Es wird angenommen, dass Ähnlichkeiten mit dem Vogelzug (Erhöhung der Mortalität) bestehen, allerdings in unterschiedlicher Dimension. Kumulativ erhebliche negative Auswirkungen auf Fledermäuse werden nicht erwartet.

7.2.5 Summation Artengruppe Meeressäuger

Beim Bau des geplanten Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ sind negative Einflüsse auf Meeressäuger durch Schallemissionen sowie lokale Veränderungen am Meeresboden und in der Wassersäule (Trübung usw.) durch beispielsweise Ramm- und Einspülarbeiten möglich. Auch der in der Bauphase zu erwartende verstärkte Verkehr zum Baugebiet des Offshore-Windparks und innerhalb des Gebiets kann Störungen bewirken, die zu Vermeidungsreaktionen der Meeressäuger führen, bzw. diese aus ihren Habitaten vertreiben.

<u>Unterwasserschallbelastung während der Bauarbeiten zur Gründung der OWEA</u>

Die am weitesten reichenden kumulativen Auswirkungen sind potenziell mit den baubedingten Schallimmissionen während der Rammarbeiten verbunden. Legt man im worst-case-Szenario bei dem hier betrachteten OWP einen 20 km-Wirkradius der Vertreibung von Meeressäugern wie Rob-

ben oder Schweinswale und einen zeitgleichen Bau mit anderen Windparks zugrunde, wird eine teilweise Überlappung mit den Parks „Arkona-Becken Südost“, „Wikinger“ und „Wikinger-Nord“ deutlich (vgl. Karte VIII – Summation im Kartenanhang). Zurzeit liegen für „EnBW Baltic 2“ und „Wikinger“ Bekundungen über den voraussichtlichen Baubeginn vor (vgl. Tab. 125). Eine zeitliche Überlagerung der Bauphasen von „ARCADIS Ost 1“ und „Wikinger“ kann nicht ausgeschlossen werden. Der Offshore-Windpark „Baltic 2“ wird voraussichtlich vor „ARCADIS Ost 1“ errichtet sein, so dass keine zeitgleiche Belastung von Schweinswalen und Robben möglich ist. Die unmittelbare physische Beeinträchtigung von Tieren ist angesichts der geringen Dichte von Meeressäugern im Vorhabensgebiet eher unwahrscheinlich und bei Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung gänzlich vermeidbar. Abschließend ist anzumerken, dass Auswirkungen auf Seehunde und Kegelrobben generell unwahrscheinlich sind, da das Untersuchungsgebiet von diesen Arten nur sporadisch genutzt wird.

Netzanbindungen der betrachteten OWP

Die Verlegung der Seekabel ist mit zwei wesentlichen Wirkprozessen verbunden, die zu deutlichen Beeinträchtigungen von Meeressäugern wie Robben führen könnten:

- Scheuchwirkung/Vertreibung infolge Unterwasserschalleintrag durch Verlegeschiffe und Baugeräteeinsatz
- Indirekte Auswirkungen der Störungen des Meeresbodens im Arbeitsbereich, etwa durch Sedimentumlagerung, Entstehung von Trübungsfahnen, Verlust an Individuen der Benthosfauna, Freisetzung von an Sediment gebundenen Nähr- und Schadstoffen etc.

Die wesentlichen Wirkungen der Seekabelverlegung sind auf die Bauzeit beschränkt, so dass nur mit kurzzeitigen Einflüssen auf Meeressäuger wie Robben oder Schweinswale zu rechnen ist. Im Bereich bis maximal ca. 500 m beiderseits der Trasse sind Verhaltensreaktionen wahrscheinlich. Dies ist als kleinräumige Störung zu werten. Aufgrund der deutlich größeren Entfernung zwischen möglichen Kabeltrassen des OWP „ARCADIS Ost 1“ und den Kabeltrassen der anderen Windparks ist nicht mit etwaigen kumulativen Wirkungen zu rechnen. Nach heutigem Planungsstand sind für die Netzanbindungen der betrachteten OWP drei getrennte Trassenverläufe vorgesehen, die so großräumig in verschiedenen Bereichen der Ostsee westlich, nördlich und östlich von Rügen liegen, so dass es zu keiner Überlagerung der lokal beschränkten Wirkungen kommen kann.

Aufgrund der weitgehend auf die Bauphase beschränkten Vorhabenswirkungen, der geringen Wirkreichweite sowie der deutlichen Distanzen zwischen den Kabeltrassen und zu dem OWP „ARCADIS Ost 1“ werden unter der Maßgabe der Umsetzung der zum Bauzeitpunkt dem Stand der Technik entsprechenden und zumutbaren Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung keine wesentlichen kumulativen Wirkungen prognostiziert.

Betriebsphase

Durch die Betriebsgeräusche von Windenergieanlagen ist kein ausgeprägtes Vermeideverhalten zu befürchten. Zwar zeigten KOSCHINSKI et al. (2003) moderate Verhaltensreaktionen von Schweinswalen auf simulierte Betriebsgeräusche, jedoch zeigten Untersuchungen in den dänischen Windparks „Nysted“ und „Horns Rev 1“ keinen Unterschied in der Habitatnutzung innerhalb des Windparks und außerhalb des Hörbereichs der Betriebsgeräusche (DIEDERICHS 2008). Auf Grundlage des bisherigen Kenntnisstandes sind nach gutachterlicher Einschätzung bezüglich aller Auswirkungen jedoch auch im Zusammenwirken mit anderen Vorhaben keine maßgeblichen Auswirkungen zu erwarten.

7.2.6 Summation Schutzgut Landschaft / Landschaftsbild

In STAUN STRALSUND (2007b) werden optisch-ästhetische Beeinflussungen auf die Küstenzone als maßgebliche kumulative Wirkungen der zu betrachtenden Windparks herausgestellt.

Es ist grundsätzlich in Erwägung zu ziehen, dass im Zusammenhang mit anderen Offshore-Großprojekten im Arkonabecken oder in den angrenzenden Meeresbereichen kumulative Wirkungen auf das Landschaftsbild entstehen können. Im Hinblick auf den betrachteten Untersuchungsraum kommen hierfür allenfalls andere Offshore-Windparkvorhaben in Betracht. Abb. 14 zeigt die vom BSH erfassten Offshore-Aktivitäten in der Ostsee. Für diese Untersuchung kommen nur die Offshore-Vorhaben in Betracht, deren Status mit genehmigt, im Bau bzw. in Betrieb beschrieben wird.

Die genehmigten Offshore-Windparkplanungen „Arkona Becken Südost" und „Wikinger“ (jeweils 80 OWEA) befinden sich ca. 19 bzw. 17 km östlich vom Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“. Die geplanten OWP „Wikinger-Süd“ (18 Anlagen) und „Wikinger-Nord“ (8 Anlagen) liegen in 21,5 km und 17 km Entfernung. Als Standorte für die Bewertung der kumulativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild (gemeinsame Sichtstandorte) wurde von ARCADIS (2010) das Kap Arkona, Schaabe, Glowe, Lohme und Stubbenkammer auf der Insel Rügen ausgewählt.

Das ebenfalls genehmigte Offshore-Windparkprojekt „EnBW Baltic 2“ mit 80 Anlagen befindet sich in ca. 26 km Entfernung nordwestlich vom Planungsgebiet. Gemeinsame Sichtstandorte könnten das Kap Arkona auf der Insel Rügen und Dornbusch auf der Insel Hiddensee sein. Von Dornbusch / Hiddensee kann auch der in Betrieb befindliche Offshore-Windpark „EnBW Baltic 1“ mit 21 Windenergieanlagen gesehen werden. Der Windpark „EnBW Baltic 1“ befindet sich in südwestlicher Richtung in ca. 60 km Entfernung zum Vorhabensgebiet (ARCADIS 2010).

Eine kumulierende Wirkung der dargestellten Offshore-Vorhaben auf das Landschaftsbild wird als gering bzw. nachrangig eingeschätzt. Auf Grund der großen Abstände (20 bis 60 km) und der Anordnung zum Vorhabensgebiet „ARCADIS Ost 1“ werden die benachbarten Windparks außerhalb des zentralen Gesichtsfeldes (54° bis 56°), bestenfalls im peripheren Gesichtsfeld (180°) des Betrachters erscheinen (ARCADIS 2010).

7.2.7 Summation sonstige Schutzgüter

Schutzgut Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

<u>Nutzungseinschränkungen (vor allem Schifffahrt und Fischerei) sowie Kollision, Havarie, Unfall</u>

Wie schon in Kap. 7.1 angegeben, handelt es sich bei der Fischerei und beim Schiffsverkehr um Nutzungsformen des Meeres und keine Vorhaben im Summationssinn.

Von einer vergrößerten Barrierewirkung[18] ist bei mehreren nah beieinander liegenden Offshore-Windparks auszugehen. Dies betrifft potenziell insbesondere Segler als Erholungssuchende oder Sportler.

Im Genehmigungsbescheid OWP „Wikinger“ vom 16. März 2007 heißt es bzgl. kumulativer Betrachtung: „… sind von den Gutachtern in den Einzelgenehmigungsverfahren „Arkona Becken Südost“ und „Ventotec Ost 2“ das jeweils andere Projekt in die Berechnungen mit einbezogen worden. Die Risikoanalyse von MARIN im besonderen Eignungsgebietsverfahren geht darüber noch hinaus, indem rechnerisch eine vollständige Bebauung des Gebietes zugrunde gelegt wurde. Die

[18] Die Barrierewirkungen der Offshore-Windparks beziehen sich hier auf den Menschen als Nutzer des offenen Meeres (Freizeitschifffahrt), welcher bespielsweise den Kurs ändern muss, um die Offshore-Windparks zu umfahren.

vorliegende Risikoanalyse von MARIN bestätigt darüber hinaus in nachvollziehbarer Weise die Einschätzung, dass Interaktionen zwischen den deutlich voneinander entfernten Eignungsgebieten „Kriegers Flak“ und „Westlich Adlergrund“ vernachlässigbar gering sind. Auch unter Berücksichtigung des geplanten Windpark-Vorhabens „Baltic 1“ im Küstenmeer Mecklenburg-Vorpommerns, das im Frühjahr 2006 die immissionsschutzrechtliche Genehmigung erhielt, ergibt sich keine erhebliche Beeinträchtigung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs. Das Projekt „Baltic 1“ befindet sich westlich des Darß und umfasst 21 Anlagen. Eine kumulative Beeinträchtigung des Schiffsverkehrs oder eine wesentliche Erhöhung der Kollisionsgefahr für das verfahrensgegenständliche Projekt sind infolge der Realisierung des Projektes „Baltic 1“ nicht zu erwarten.“

Das Risiko für Schiffskollisionen für den nicht an Routen gebundenen Verkehr und damit für Schädigungen von Menschen im Falle eines Unfalls erhöht sich allenfalls geringfügig. Es ist nicht von einer maßgeblichen kumulativen Wirkung auszugehen.

In der Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen (DNV 2010) wurden kumulativ OWP im Radius von 20 Seemeilen berücksichtigt (OWP „EnBW Baltic 2“, „Adlergrund Gap“, „Adlergrund 500“, „Arkona Becken Südost“ und „Wikinger“). Wenn alle OWP tatsächlich errichtet würden, müssten für die Erfüllung der Akzeptanzkriterien (kumulierte Wiederkehrzeit länger als 100 Jahre) Maßnahmen zur Risikominderung getroffen werden. Z. B. würde ein an der Nordseite des Windparks „ARCADIS Ost 1“ stationierter Notschlepper mit 100% Verfügbarkeit die kumulierte Kollisionswiederkehrzeit im Modell auf 269 Jahre verlängern.

Schutzgüter Boden, Wasser, Klima / Luft

Durch den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“ werden auf die abiotischen Schutzgüter Boden (Veränderung der Morphologie, Sedimentum- und –auflagerungen), Wasser (Störung der Strömungsverhältnisse, Nährstoff- bzw. Schadstoffresuspensionen, Trübungsfahnen) und Klima / Luft zusammenfassend, unter Ausklammerung des als worst-case-Betrachtung anzusehenden Risikos einer Schiffskollision, nur geringe nachteilige Umweltauswirkungen entstehen, so dass auch im Zusammenwirken mit anderen Vorhaben keine erhöhten kumulativen Wirkungen zu erwarten sind.

Die Bodenversiegelung erfolgt kleinräumig und betrifft nur das nähere Umfeld der einzelnen Anlagen. Auch die Sedimentumlagerungen und -verdichtungen aufgrund der Baumaßnahmen und mögliche Veränderungen der Bodenmorphologie durch Auskolkungen und Sedimentation reichen maximal nur wenig über die jeweilige Windparkfläche hinaus, so dass nicht von nachweisbaren kumulativen Wirkungen auszugehen ist.

Die Auswirkungen von OWP auf das Schutzgut Wasser reichen zwar im Falle der baubedingten Trübungsfahnen weiter als Veränderungen des Meeresbodens, sind jedoch ebenfalls auf das nähere Umfeld der OWP beschränkt, so dass auch hier kumulative Effekte selbst unter ungünstigen Ausbreitungsbedingungen auszuschließen sind.

Eine Beeinflussung der Ausbreitung von salzreichem Nordseewasser in die östlichen Becken der Ostsee ist durch den Windpark „ARCADIS Ost 1“ nur in sehr geringem Umfang zu erwarten, da er nicht im direkten Ausbreitungsweg des Wassereinstroms aus der Nordsee liegt (BURCHARD et al. 2005). Auch unter Berücksichtigung der genehmigten Windparks in den Vorranggebieten „Kriegers Flak“ und „Westlich Adlergrund“ sind erhöhte Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse voraussichtlich nicht zu erwarten, da mit „einem möglichen Einfluss … erst bei einem massiven Ausbau von Offshore-Windparkprojekten zu rechnen [ist] (BURCHARD und LASS, 2004), was jedoch im Rahmen der Festlegungen des Raumordnungsplans nicht möglich ist“ (BSH 2009a). Darüber hinaus schätzt das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde im Rahmen des Forschungspro-

jektes QuantAs-Off[19] ein, „dass der in der deutschen AWZ liegende Bereich der Ostsee noch geringere Bedeutung für die Salzwassereinströme hat, als bislang veröffentlichte Beobachtungen und Modellergebnisse es nahe legten“ (BSH 2009a).

Die minimalen Einflüsse auf das Schutzgut Klima / Luft wirken kleinräumig und werden auch durch das Zusammenwirken mehrerer Windparks nicht verstärkt.

Schutzgut Kultur- und sonstige Sachgüter

Für die traditionell, d. h. als kulturelles Erbe betriebene Fischerei ist nicht nur ein Verlust an Fanggebieten, sondern möglicherweise auch ein positiver Effekt erkennbar: Bei mehreren Offshore-Windparks geht einerseits potenziell eine größere befischbare Fläche verloren. Andererseits entstehen im Zuge der Errichtung von OWP zunehmend fischereifreie Gebiete, die mögliche Rückzugsgebiete für Fische darstellen und sich positiv auf die Fischbestände insgesamt auswirken könnten.

Durch die zunehmend von Offshore-Windparks bebaute Fläche ergibt sich eine mögliche höhere Betroffenheit von Bodendenkmalen (Wracks). Andererseits ist als positiver Aspekt die Wissensansammlung zu den Windparkflächen (Erkundung des Meeresbodens mit der Aufspürung möglicher Bodendenkmäler) anzuführen, die ohne die Entwicklung der Offshore-Windenergieplanungen so nicht stattgefunden hätte. Bei ggf. erforderlicher ordnungsgemäßer Sicherung und Bergung ergeben sich keine kumulativen Effekte.

[19] Quantifizierung von Wassermassen-Transformationen in der Arkona-See: Über die Auswirkungen von Offshore-Windparks.

8. Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Unterlagen, naturgemäß verbleibende Prognoseunsicherheiten

Gemäß § 6 Abs. 4 Nr. 3 UVPG ist in den Unterlagen, soweit dies für die Umweltverträglichkeitsprüfung nach der Art des Vorhabens erforderlich ist, auf Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung der Angaben aufgetreten sind, hinzuweisen, insbesondere soweit diese Schwierigkeiten auf fehlenden Kenntnissen oder auf technischen Lücken beruhen.

Entsprechende Hinweise erfolgen im jeweiligen Sachzusammenhang in den Fachkapiteln, deshalb werden im Weiteren lediglich exemplarisch Problemschwerpunkte benannt:

Auswirkungsprognose Schutzgut Tiere und Pflanzen

Bei der Zusammenstellung der Unterlagen traten Schwierigkeiten auf im Zusammenhang mit:

- Kenntnislücken über die Verteilung, über Bewegungsmuster, Wanderungen, die Bestandsdichten, saisonale Aufenthaltsräume von Rast- und Zugvögeln sowie das Ausmaß interannueller Schwankungen im betreffenden Meeresgebiet (bislang wurden nur wenige Untersuchungen durchgeführt; ähnliches gilt auch für die Schweinswale und Robben: Die Methoden zur Erfassung von Bestandsdichten von Seevögeln und Meeressäugern weisen einige Schwierigkeiten auf, über den Fledermauszug ist bisher kaum etwas bekannt),
- noch nicht ausreichenden Kenntnissen über die Wirkungen größerer Offshore-Windparkprojekte auf die verschiedenen Schutzgüter (besonders Langzeiteffekte),
- unzureichenden Kenntnissen über die Auswirkungen von Rammarbeiten zur Gründung von OWP auf Meeressäuger
- nur geringem Wissensstand über mögliche kumulative Auswirkungen von Offshore-Windparks auf den Vogelzug (BSH 2009a, S. 310: „Es ist allerdings einzuräumen, 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.“) und den Zug von Fledermäusen

Auswirkungsprognosen können derzeit meist nur durch Analogieschlüsse erstellt werden, da es bisher einen noch zu geringen Wissensstand aus Untersuchungen über mögliche Umweltbeeinflussungen von Offshore-Windparks gibt. Es kann jedoch zunehmend auf Untersuchungsergebnisse zur Errichtung und zum Betrieb bestehender Offshore-Windparks (insbesondere schwedische und dänische OWP, vor allem „Horns Rev 1“, „Horns Rev 2“ und „Nysted“) und anderen Offshore-Bauwerken (FINO I, II, III) zurückgegriffen werden. Außerdem liegen bereits erste Erkenntnisse zum ersten deutschen OWP „alpha ventus“ vor.

In den betreffenden Fachkapiteln wird dargestellt, inwieweit noch ungesicherte Annahmen zur Grundlage von Bewertungen gemacht werden mussten. Die Heranziehung sogenannter worst-case-Betrachtungen stellt in solchen Fällen eine wissenschaftlich anerkannte konservative Risikoeinschätzung dar (vgl. THYSSEN 2009).

Auswirkungsprognose Schutzgut Boden/ Wasser

Die bisherigen geologischen Untersuchungen sind Voruntersuchungen, die eine Grobabschätzung der Sedimentverhältnisse im Vorhabensgebiet vermitteln. Erst die Baugrunduntersuchungen im weiteren Planungsverlauf erlauben belastbare quantitative Aussagen zu den Auswirkungen auf das

Schutzgut Boden, soweit Kenntnislücken und unzureichende Wissensstände hinsichtlich einzelner Gründungsoptionen bestehen.

Im maringeologischen und sedimentologischen Gutachten des TÜV NORD (2012a: 47) wurde ausgeführt: „Zu den möglichen benthosökologischen Folgen des zusätzlichen Angebots von Hartsubstratflächen in Gebieten des Arkonabeckens, deren benthales Artenspektrum derzeit durch komplettes Fehlen (Flora) bzw. eine teilweise relativ hohe Biomasse bei geringer Anzahl opportunistischer Arten (Fauna) gekennzeichnet ist, liegen dagegen bereits Ergebnisse aus Untersuchungen an vergleichbaren Bauwerken in Nord- und Ostsee vor (ZETTLER & POLLEHNE 2008). Durch den zusätzlichen Biomasseeintrag im Bereich der OWEA-Gründungen ist danach lokal besonders in kritischen Jahreszeiten und unter besonderen meteorologischen Bedingungen (s. o.) mit anoxischen Bedingungen in den durch Kolkbildung geschaffenen Depressionen des Meeresbodens zu rechnen. Ob diese lokal möglichen Einzelereignisse in Summe dann in der Lage sind, die gesamte Windparkfläche im Bodenbereich zur Anoxie zu führen, ist derzeit nicht belastbar zu prognostizieren.“

9. Glossar und Abkürzungsverzeichnis

a.a.O.	am angegebenen Ort
Abundanz	Individuendichte
AEWA	Abkommen über afrikanisch-eurasisch wandernde Wasservögel
Ästuar	Flussmündung
AFTM	aschefreie Trockenmasse
AG	Aktiengesellschaft
akkumulieren	anreichern
anadrom	Fischarten mit Laichwanderungen vom Meer ins Süßwasser
anthropogen	vom Menschen verursacht
auditiv	hier: Hörgewebe
AWZ	ausschließliche Wirtschaftszone der BRD
B	Benthos
BfN	Bundesamt für Naturschutz
bft	Beaufort
Bek.	Bekanntmachung
benthal, benthisch	im oder auf dem Meeresboden lebend
Beob.	Beobachtungen
BGBl.	Bürgerliches Gesetzblatt
BLMP	Bund-, Länder-Messprogramm
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BP	Brutpaare
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie
bspw.	beispielsweise
ca.	zirka
cd	Candela
cm	Zentimeter
CMS	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
Cnidaria	Nesseltiere
CO2	Kohlendioxid
Crustacea	Krebstiere
Ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
dB	Dezibel
d. h.	das heißt
DK	Dänemark

DWD	Deutscher Wetterdienst
E	East = Ost
Epifauna	auf dem Boden lebende Tiere
EU	Europäische Union
EU-VRL	EU-Vogelschutzrichtlinie
euphotisch	lichtdurchfluteter Bereich
Ex.	Exemplare
F	Frühjahr
fragil	zerbrechlich
ff.	folgende
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FINO 2	Forschungsplattform in der Ostsee (Forschung in Nord und Ostsee)
g	Gramm
gem.	gemäß
Ges.	Gesetz
ggf.	gegebenenfalls
GVOBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
h	Stunde
H	Herbst
H’	im Zusammenhang mit Diversität = Shannon-Wiener Index
Hz	Hertz
i. A.	im Allgemeinen
IBA	vorgeschlagene Vogelschutzgebiete
ICES	International Council for the exploration of the Sea
i. d. F.	in der Folge
i. d. R.	in der Regel
IfAÖ	Institut für Angewandte Ökosystemforschung
IfV	Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“
Ind./m²	Individuen pro Quadratmeter
Infauna	im Boden lebende Tiere
invasiv	zu schneller Ausbreitung befähigt
IOW	Institut für Ostseeforschung Warnemünde
i. V. m.	in Verbindung mit
k.A.	keine Angabe
k.D.	keine Daten
Kap.	Kapitel
km, km²	Kilometer, Quadratkilometer

kn	Knoten
K-S-Test	Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
Limikolen	Watvögel
LUNG M-V	Landesamt für Umwelt, Natur und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Makrophyten	benthische Großalgen und Gefäßpflanzen
max.	maximal
mdl. Mitt.	mündliche Mitteilung
MEZ	Mitteleuropäische Zeit (UTC +1)
MESZ	Mitteleuropäische Sommerzeit (UTC +2)
MHz	Megahertz – Bezeichnung für Sendefrequenz (=1.000 Hz)
migrierend	wandernd
min.	Minuten
Mio.	Millionen
mm, m, m², m/s	(Milli-)Meter, Quadratmeter, Meter pro Sekunde
Mollusca	Weichtiere, wie Schnecken und Muscheln
MTR	migration traffic rate=Zugrage (Vögel pro Kilometer und Stunde)
MW	Megawatt
µs	Mikrosekunde (1/1000 Millisekunden)
N	Nord-
n	Stichprobenumfang
NE	Nordost
NL	Niederlande
NN	Normalnull
nmMDS	(nicht metrische) multidimensionale Skalierung; Abbildungsverfahren einer Ähnlichkeitsanalyse
NO	Nordost
Nr.	Nummer
ns	nicht signifikant
NW	Nordwest
o. g.	oben genannten
Oligochaeta	Wenigborster (Gruppe der Ringelwürmer)
OWEA	Offshore-Windenergieanlage
OWP	Offshore-Windpark

p	Signifikanzwahrscheinlichkeit
p.a.	pro Jahr
Pa	Pascal
pelagisch	im Freiwasser lebend
Phänologie	jahreszeitlicher Verlauf des Zuggeschehens
POD	Klickdetektor
Polychaeta	Vielborster (Gruppe der Ringelwürmer)
Prädator	Räuber
Präsenz	Fundhäufigkeit: Anteil einer Art/eines Taxons in einem Probensatz
PRF	pulse repetition frequency (Anzahl der vom Radar pro Sekunde gesendeten Impulse
PSU	practical salinity unit
PTS	permanent threshold shift (dauerhafte Hörschwellenverschiebung)
RL	Richtlinie
ROV	Raumordnungsverfahren
RPM	Drehungen pro Minute (Radarbalken)
r_s	Korrelationskoeffizient nach Spearman
RVU	Raumverträglichkeitsuntersuchung
s.	siehe
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
sec.	Sekunde
sessile Epifauna	fest sitzender tierischer Bewuchs
SFM	Zielfolgeradar „Superfledermaus“ der Schweizerischen Vogelwarte Sempach
SG	Schutzgut
S-H	Schleswig-Holstein
SHD	Seehydrographischer Dienst
sm	Seemeile
s. o.	siehe oben
SO	Südost
SPA	Special Protection Area - EU-Vogelschutzgebiet
SPEC	Species of European Concern (Internationale Schutzkategorie)
Spezies	Art
SSS	Side-Scan-Sonar
Std.	Stunde
StUK	Standarduntersuchungskonzept

s.u.	siehe unten
SW	Südwest
t	Tonne(n)
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse
TTS	temporary threshold shift (vorübergehende Hörschwellenverschiebung)
TWC	Tail Wind Component=Rückenwindkomponente
u. ä.	und ähnlichem
u. a. m.	und anderes mehr
UBA	Umweltbundesamt
ü. NN	über Normalnull
UK	Großbritannien
unpubl.	unpubliziert
u. U.	unter Umständen
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UW	Unterwasser-
v.	vom
v. Chr.	vor Christi
v. a.	vor allem
vagil	beweglich
vergl., vgl.	vergleiche
VGA	Video Graphics Array
VwV	Verwaltungsvorschrift
WEA	Windenergieanlage
WSD	Wasser- und Schifffahrtsdirektion
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
z. B.	zum Beispiel
Zönose	Lebensgemeinschaft
z. T.	zum Teil
zzgl.	zuzüglich

10. Literatur- und Quellenverzeichnis

ADELUNG, D.; HEIDEMANN, G.; FRESE, K.; DUINKER, J.; HAASE, E. & G. SCHULZ (1997):
Untersuchung an Kleinwalen als Grundlage eines Monitorings. BMBF-Projekt 03F0139A. Schlussbericht.

AHLÉN, I. (1997):
Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. Z. Säugetierkunde; **62**: 375-380.

AHLÉN, I. (2002):
Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. Fauna och Flora; **97/3**: 14-21.

AHLÉN, I. (2003):
Wind turbines and Bats – a pilot study. Final report to the Swedish National Energy Administration 11 Dezember 2003. Dnr 5210P-2002-00473, P-nr P20272-1.

AHLÉN, I.; BACH, L.; BAAGØE, H.J. & J. PETTERSSON (2007):
Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report 5571. July 2007.

AHLÉN, I., BAAGØE, H. J., BACH, L. (2009):
Behavior of Scandinavian Bats During Migration and Foraging at Sea, Journal of Mammalogy, 90(6):1318–1323, 2009.

ALAUDA(2012a):
Umweltverträglichkeitsstudie Offshore-Windpark WIKINGER-SÜD. ALAUDA – Arbeitsgemeinschaft für landschaftsökologische Untersuchungen und Datenanalysen. Hamburg, 14.03.2012.

ALAUDA (2012b):
FFH-Verträglichkeitsstudie zum geplanten Offshore-Windpark WIKINGER-SÜD. ALAUDA – Arbeitsgemeinschaft für landschaftsökologische Untersuchungen und Datenanalysen. Hamburg, 05.03.2012.

ALAUDA (2012c):
Umweltverträglichkeitsstudie Offshore-Windpark WIKINGER-NORD. ALAUDA – Arbeitsgemeinschaft für landschaftsökologische Untersuchungen und Datenanalysen. Hamburg, 27.04.2012.

ALAUDA (2012d):
FFH-Verträglichkeitsstudie Offshore-Windpark WIKINGER-NORD. ALAUDA – Arbeitsgemeinschaft für landschaftsökologische Untersuchungen und Datenanalysen. Hamburg, 30.03.2012.

ALERSTAM, T. (1990):
Bird migration. Cambridge University Press.

ALERSTAM, T. & S. ULFSTRAND (1972):
Radar and field observation of diurnal bird migration in South Sweden, Autumn 1971. Ornis Scand.; **3**: 99-139.

ALERSTAM, T.; BAUER, C.A. & G. ROOS (1974):
Spring migration of eiders Somateria mollissima in southern Scandinavia. Ibis; **116**: 194-210.

AMBROSE, R.F. & T.W. ANDERSON (1990):
Influence of an artificial reef on the surrounding infaunal community. Marine Biology; **107**: 41-52.

ARCADIS (2011):
Offshore-Windpark “ARCADIS Ost 1”. Befeuerungskonzept. ARCADIS Deutschland GmbH, Rostock. 15. September 2011.

ARCADIS (2012a):
Windpark ARCADIS Ost 1. Bau- und Gründungsgutachten (Voruntersuchung) fortgeschrieben. ARCADIS Deutschland GmbH, Darmstadt. 12. November 2012.

ARCADIS (2012b):
Windpark ARCADIS Ost 1. Baugrundvoruntersuchungsbericht (fortgeschrieben). ARCADIS Deutschland GmbH, Darmstadt. 12. November 2012.

ARCADIS (2012c):
Fachgutachten Beschreibung, Visualisierung und Bewertung des Landschaftsbildes für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“. ARCADIS Deutschland GmbH, Rostock, 22.11.2012.

ARCADIS (2013):
Offshore-Windpark “ARCADIS Ost 1”: Genehmigungsverfahren nach § 4, Abs. 1 BImSchG. Bericht: Anlagen- und Betriebsbeschreibung. ARCADIS Deutschland GmbH, Berlin, 28. Februar 2013.

ASCOBANS (2002):
Draft Recovery Plan for Baltic Harbour Porpoises (Jastarnia Plan). Bonn, 7 May 2002: 38 pp.

ASFERG,T. (2002):
Vildtudbyttet i Danmark i jagdsæsonen 2000/2001. Faglig rapport fra DMU nr. 393.

BACH, L. (1991):
Einfluss anthropogen bedingter Störungen auf eine Seehundgruppe *(Phoca vitulina* vitulina LINNE) auf Mäkläppen (Südschweden). SEEVÖGEL Band; **12**, Sonderheft **1**: 7-9.

BACH, L. & U. RAHMEL (2007):
Fledermauszug. in: PETERS, W. et al (2007): Berücksichtigung von Auswirkungen auf die Meeresumwelt bei der Zulassung von Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone, S. 32-53. Endbericht eines Forschungsvorhabens, gefördert aus Mitteln des Bundesumweltministeriums (FKZ 0329949). Unter Mitarbeit von K. Wippel, Z. Hagen und M. Treblin, mit einem Beitrag von Lothar Bach und Ulf Rahmel.

BACHOR, A. (2005):
Nährstoff- und Schwermetallbilanzen der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns unter besonderer Berücksichtigung ihrer Sedimente. Diss. an der Universität Greifswald.

BACHOR, A. & B. NEUMANN (2005):
Die Gewässergüte von Strelasund und Kubitzer Bodden im Vergleich zu anderen Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns unter besonderer Berücksichtigung ihrer Sedimente. **In**: Strelasund und Kubitzer Bodden. Meer und Museum. Band 18. Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseums: 66-74.

BACHOR, A. & M. VON WEBER (2008):
Bericht über die aktuelle Bewertung der Gewässergüte und Bewirtschaftungsziele für den Greifswalder Bodden. LUNG M-V. Güstrow April 2008.

BAERWALD, E.F.; D'AMOURS, G.-H.; KLUG, B.J. & R.M.R. BARCLAY (2008):
Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current biology; **18(16)**: R695-R696.

BALZER, S.; BOEDEKER, D. & U. HAUKE (2002):
Interpretation, Abgrenzung und Erfassung der marinen und Küsten-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie in Deutschland. - Natur und Landschaft; **77/1**: 20-27.

BARCLAY, R.M.R.; BAERWALD, E.F. & J.C. GRUVER (2007):
Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Can. J. Zool.; **85**: 381-387.

BARRE, D. & L. BACH (2004):
Saisonale Wanderungen der Rauhautfledermaus (*Pipistrellusnathusii*) -eine europaweite Befragung zur Diskussion gestellt. –Nyctalus9(3): 203-214.

BECH, M.; LEONHARD, S.B. & J. PEDERSEN (2004):
Infauna Monitoring Horns Rev 1 Offshore Wind Farm – Annual Status Report 2003. Gutachten der bio/consult as im Auftrag der Elsam Engineering: 38 pp.

BELLEBAUM, J.; SELL, M. & B. GEBKE (2003):
Fünfzehn Jahre und kein bisschen zahmer: Gänsesäger (*Mergus merganser*) und Freizeitbetrieb in einem westdeutschen Winterquartier. Natur u. Landschaft; **11/78**: 455-462.

BELLEBAUM, J.; DIEDERICHS, A.; KUBE, J.; SCHULZ, A. & G. NEHLS (2006):
Flucht- und Meidedistanzen überwinternder Seetaucher und Meeresenten gegenüber Schiffen auf See. Orn. Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern, Tagungsband. 5. deutsches See- und Küstenvogelkolloquium: 86-90.

BELLEBAUM, J.; GRIEGER, C.; KLEIN, R.; KÖPPEN, U.; KUBE, J.; NEUMANN, R.; SCHULZ, A.; SORDYL, H. & H. WENDELN (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 Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ 0329948). IfAÖ, Neu Broderstorf.

BENKE, H.; HONNEF, C.G.; VERFUß, U.; MEDING, A. & M. DÄHNE (2006):
Erfassung von Schweinswalen in der deutschen AWZ der Ostsee mittels Porpoise-Detektoren. Endbericht über das FuE-Vorhaben FKZ 802 85 260. Deutsches Meeresmuseum im Auftrag des BfN. Stralsund, August 2006.

BERKENHAGEN, J.; DÖRING, R.; FOCK, H.; KLOPPMANN, M.; PEDERSEN, S.A. UND SCHULZE, T. (2010A):
Nutzungskonflikte zwischen Windparks und Fischerei in der Nordsee – was die marine Raumordnung noch nicht berücksichtigt. Inf. Fischereiforsch. 57: 23-26

BERKENHAGEN, J.; DÖRING, R.; FOCK, H.O.; KLOPPMANN, M.H.F.; PEDERSEN, S.A. UND SCHULZE, T. (2010b):
Decision bias in marine spatial planning of offshore wind farms: Problems of singular versus cumulative assessments of economic impacts on fisheries. Marine Policy 34:733-736

BERNDT, R.K & G. BUSCHE (1993):
Vogelwelt Schleswig-Holsteins – Bd. 4: Entenvögel II. Karl Wachholtz Verlag Neumünster.

BERNDT, R.K & D. DRENCKHAHN (1990):
Vogelwelt Schleswig-Holsteins – Bd. 1: Seetaucher bis Flamingos. Karl Wachholtz Verlag Neumünster.

BERTHOLD, P. (2000):
Vogelzug. Eine aktuelle Gesamtübersicht. Wissenschaftliche Buchhandlung, Darmstadt: 280 S.

BETKE, K. & R. MATUSCHEK (2010):
Messungen von Unterwasserschall beim Bau der Windenergieanlagen im Offshore-Testfeld „alpha ventus“. Abschlussbericht zum Monitoring nach StUK 3 in der Bauphase. ITAP – Institut für technische und angewandte Physik GmbH Oldenburg, 15.03.2010.

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 Oststsee. 38 S., Februar 2006.

BFN (2011a):
Artenreiche Kies-, Grobsand-und Schillgründe im Meeres-und Küstenbereich. Definition und Kartieranleitung. Gesetzlich geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatSchG. Bundesamt für Naturschutz, Stand Oktober 2011.

BFN (2011b):
Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna. Definition und Kartieranleitung. Geschütztes Biotop nach § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 6 BNatschG. Bundesamt für Naturschutz, Stand: Oktober 2011.

BFN (2012):
Bedrohte Biodiversität in der deutschen Nord- und Ostsee. Empfindlichkeiten gegenüber anthropogenen Nutzungen und den Effekten des Klimawandels. Naturschutz und biologische Vielfalt 116.

BIOLA (2008):
Hydroschallemissionen und –immissionen von Offshore-Windenergieanlagen - Prognose des Schalleintrags, der Reichweite und der potenziellen Auswirkungen auf Meeressäugetiere und Fische. Hamburg, Juli 2008.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004):
Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Wageningen: BirdLife International. BirdLife Conservation Series; No. **12**.

BIRR, H.-D. & K. BILLWITZ (1989):
Klima der Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns. In: PROGNOS (1993): Leitbilder und Ziele für eine umweltschonende Raumentwicklung in der Ostsee-Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns. Im Auftr. des UBA.

BLAXTER, J.H.S. & D.E. HOSS (1981):
Startle response in herring: the effect of sound stimulus frequency, size of fish and selective interference with the acoustico-lateralis system. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom; **61**: 871-879.

BLAXTER, J.H.S; GRAY, J.A.B. & E.J. DENTON (1981):
Sound and startle responses in herring shoals. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom; 61: 851-869.

BLEIL, M. & R. OEBERST (2000):
10 Jahre Untersuchungen zur Reproduktionsbiologie des Dorsches im Institut für Ostseefischerei. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 49 (2/3).

BLEIL, M. & R. OEBERST (2002):
Laichgebiete des Dorsches in der westlichen Ostsee. Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch. 47 (4).

BLEW, J.; HOFFMANN, M.; NEHLS, G: & V. HENNING (2008):
Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev 1, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark (Final report 2008). Universität Hamburg, BioConsult SH, Part I: Birds, October 2008.

BLMP (2004):
Bund-Länder-Messprogramm (BLMP). Meeresumwelt 1999 – 2002. Zustandsbericht Ostsee. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg und Rostock.

BLMP (2007):
Eutrophierung in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee: Handlungsempfehlungen zur Reduzierung der Belastung durch Eutrophierung gemäß WRRL, OSPAR & HELCOM im Kontext einer Europäischen Wasserpolitik. Januar 2007. (http://www.blmp-online.de/PDF/WRRL/Eutrophierung_in_den_deutschen_Kuestengewaessern.pdf).

BMVBS (2007):
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfarthindernissen. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 8. Mai 2007.

BOEDEKER, D.; BENKE, H.; ANDERSEN, O.N. & R. STEMPEL (2002):
Marine mammals. In: HELCOM (2002): Environment of the Baltic Sea area 1994-1998. Baltic Sea Environment Proceedings; 82B: 171-173.

BORRMANN, C.B. (2006):
Wärmeemission von Stromkabeln in Windparks – Laboruntersuchungen zum Einfluss auf die benthische Fauna. Diplomarbeit, Universität Rostock: 82 S.

BOYE, P.; HAUPT, H. & K. LUTZ (2000):
Perspektiven und Prioritäten für die Umsetzung des AEWA in Deutschland. Schriftenr. Landschaftspflege Naturschutz; **60**: 211-229.

BRAKELMANN, H. (2005):
Kabelverbindung der Offshore-Windfarmen Kriegers Flak und Baltic I zum Netzanschlußpunkt. unveröff. Gutachten: 71 S.

BRANDT, E & K. RUNGE (2002):
Kumulative und grenzüberschreitende Umweltwirkungen im Zusammenhang mit Offshore-Windparks. - Rechtsrahmen und Untersuchungsempfehlungen. Gutachten im Auftrag der Gesellschaft für Energie und Ökologie sowie des Bundesverbandes Windenergie (BWE). Kosmos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.

BRAUNEIS, S. (2000):
Der Einfluß von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. Ornithologische Mitteilungen; **52**: 410-415.

BRUDERER, B. & A.G. POPA-LISSEANU (2005):
Radar data on wing-beat frequencies and flight speeds of two bat species, Acta Chiropterologica 7: 73-82.

BRÜGMANN, L. (1998):
Hintergrundbelastung von Ostsee-Sedimentationsbecken vor der deutschen Küste. **In**: Schadstoffbelastung der Sedimente in den Ostseeküstengewässern. Bundesanstalt für Gewässerkunde Mitteilung Nr. 15. Koblenz Juli 1998: 20-80.

BRÜGMANN, L. & J. MATSCHULLAT (1997):
Zur Biogeochemie und Bilanzierung von Schwermetallen in der Ostsee. **In**: J. MATSCHULLAT, H.J. TOBSCHALL, H.-J. VOIGT (Hrsg.): Geochemie und Umwelt. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg: 442 S.

BSH (1996):
Naturverhältnisse in der Ostsee. Teil B zu den Ostsee-Handbüchern, I. Teil (Nr. 2001), II. Teil (Nr. 2002) und III. Teil (Nr. 20031) sowie zu den Kattegat-Handbüchern, I. Teil (Nr. 2004) und II. Teil (Nr. 2005). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie; Nr. **20032**: 293 S.

BSH (2005):
Festlegung eines Besonderen Eignungsgebietes für Windenergieanlagen „Westlich Adlergrund“. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, 19.12.2005.

BSH (2007):
Standarduntersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meereswelt. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie, Hamburg/Rostock, (StUK 3). Stand: Februar 2007. Hamburg: 1-58.

BSH (2009a):
Umweltbericht zum Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) der Ostsee. Stand: 31.10.2009.
http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Raumordnung_in_der_AWZ/Dokumente_05_01_2010/Umweltbericht_Ostsee.pdf.

BSH (2009b):
Verordnung über die Raumordnung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone in der Ostsee (AWZ Ostsee-ROV) vom 10. Dezember 2009. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 78, ausgegeben zu Bonn am 18. Dezember 2009 Seite 3861, mit Anlage Raumordnungsplan (Textteil und Kartenteil).

BSH (2010):
Leitsätze für die Anwendung der Eingriffsregelung innerhalb der asuschließlichen Wirtschaftszone und auf dem Festlandsockel im Rahmen von § 58 Abs. 1 Satz 2 BNatSchG (als pdf unter www.bsh.de), und Begleitschreiben zur Einführung vom 12.07.2010.

BSH (2012):
Zwischenbericht des Jahres 2011 zum Projekt Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben “alpha ventus” zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH – StUKplus. Kurzversion. FKZ 0327689A. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 19.04.2012.

BUCKLAND, S.T.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; LAAKE, J.L.; BORCHERS, D.L. & L.THOMAS (2001):
Introduction to Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, Oxford.

BURCHARD, H. & H.U. LASS (2004):
Einschätzung einiger Risiken durch Offshore-Windkraftanlagen im Bereich Kriegers Flak und Adlergrund auf das marine Ökosystem der Ostsee. Schreiben des IOW an das BSH vom 2.1.2004.

BURCHARD, H.; LASS, H.U.; MOHRHOLZ, V., UMLAUF, L.; SELLSCHOPP, J.; FIEKAS, V.; BOLDING, K. & L. ARNEBORG (2005):
Dynamics of medium-intensity dens water plumes in the ArkonaBasin, Western Baltic Sea. Ocean Dynamics, **55**: 391-402.

CALTRANS (2001):
Fisheries Impact Assessment. - San Francisco - Oakland Bay Bridge East Span Seismic Safety Project. PIPD EA 012081, Caltrans Contract 04A0148, Task Order 205.10.90, PIPD 04-ALA-80-0.0/0.5: 57 pp.

CALTRANS (2007):
Compendium of Pile Driving Sound Data. Prepared by Illingworth & Rodkin, Inc. for The California Department of Transportation. 129 pp. (online: http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/files/pile_driving_snd_comp9_27_07.pdf)

CARLSSON, T.; HASTINGS, M. & A.N. POPPER (2007):
Memorandum. Update on Recommendations for Revised Interim Sound Exposure Criteria for Fish during Pile Driving Activities.
http://www.dot.ca.gov/hq/env/bio/fisheries_bioacoustics.htm.

CATTRIJSSE, A. & H. HAMPEL (2000):
Life History and Habitat Use Tables: Subproject 1 - “Nursery Function Westerschelde”. University Gent, Dept. Biology, Marine Biology Section: 24 S.

CHAMBERLAIN, D.E., REHFISCH, M.R., FOX, A.D., DESHOLM, M. & S.A. ANTHONY (2006):
The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. Ibis 148: 198-202.

CHAPMAN, C.J. & O. SAND (1974):
Field studies of hearing in two species of flatfish *Pleuronectes platessa* (L.) and *Limanda limanda* (L.) (Family Pleuronectidae). Comparative Biochemistry and Physiology; **47A**: 371-385.

CHAPMAN, C. J.; JOHNSTONE, A.D.F.; DUNN, J. R. & D. J.CREASEY (1974):
Reaction of Fish to Sound Generated by Divers' Open-Circuit Underwater Breathing. Mar. Biol.; 27: 357-366.

CHOO, H.D.; AN, H.C. & H.K. OH (1988a):
Study on acoustical fishing method. 3. Underwater sound of fish culture. Bulletin of National Fisheries Research and Development Agency (Korea); **42**: 119-124

CHOO, H.D.; AN, H.C. & H.K. OH (1988b):
Study on acoustical fishing method. 2. Acoustical response of fish in the aquarium. Bulletin of National Fisheries Research and Development Agency (Korea); **42**: 105-117.

CHOUDHURY, K.; DZIEDZIOCH, C.; HÄUSLER, A. & CH. PLOETZ (2004):
Zusammenstellung und Auswertung geeigneter Kriterien, Indikatoren, UVP und dergleichen für die notwendige Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten bei Maßnahmen des Klimaschutzes, insbesondere bei Landnutzungsänderungen. Institut für Biodiversität – Netzwerk e.V. Verein Deutscher Ingenieure e.V. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (Forschungsbericht 202 85 275, UBA-FB 000705). Berlin.

CHRISTENSEN, T.K.; CLAUSAGER, I. & I.K. PETERSEN (2003):
Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev 1, and results from the year of construction. NERI-Report 2003, 10th April ed.: 63 pp.

CHRISTENSEN, T.K.; HOUNISEN, J.P.; CLAUSAGER, I. & I. K. PETERSEN (2004):
Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev 1 offshore wind farm. NERI Annual status report 2003. Commissioned by Elsam Engineering A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment. 48 pp.

CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK (2001):
Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.

COWI & IMS (2012a):
ARCADIS Ost 1 Preliminary Design Phase. WTG 3-Leg Jacket Sub-Structure – Preliminary Design ALSTOM HALIADE 150-6MW. Dezember 2012.

COWI & IMS (2012b):
ARCADIS OST 1 Preliminary Desingn Phase: WTG 3-Leg Jacket Sub-Structure, Soil profile Arc O1-IV Preliminary Desing ALSTOM HALIADE 150-6MW. 1.10.2012.

COWI & IMS (2012c):
Offshore Windpark ARCADIS Ost 1 – Vorplanung der Gründung der Umspannplattform. Januar 2012.

CRYAN, P. M. (2008):
Mating Behaviour as possible cause of bat fatalities at wind turbines. J . Wildl Manage 72:845-849

CULIK, B.M.; KOSCHINSKI, S.; TREGENZA, N. & G. ELLIS (2001):
Reactions of harbour porpoises *(Phocoena phocoena)* and herring *(Clupea harengus)* to acoustic alarms. Mar. Ecol. Prog. Ser.; **211**: 255-260.

DÄHNE, M.; HARDER, K. & H. BENKE (2011):
Ergebnisse des Totfundmonitorings von Schweinswalen *(Phocoena phocoena)* an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns im Zeitraum 1990-2010. Deutsches Meeresmuseum Stralsund. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG MV): 46 S.

DAVIS, N.; VANBLARICOM, G.R. & P.K. DAYTON (1982):
Man-made structures on marine sediments: effects on adjacent benthic communities. Marine Biology ;**70**: 295-303.

DEBUS, L. (1998):
Elektrosmog im Meer durch gleichstromerzeugte elektrische und magnetische Felder - eine Literaturstudie. Deutsche Hydrografische Zeitung, Supplement; **8**: 167-180.

DEGOLLADA, E.; ARBELO, M.; ANDRÉ, M.; BLANCO, A. & A. FERNÁNDEZ (2003):
Preliminary ear analysis report of the 2002 Canary Islands Ziphius mass stranding. In: Abstracts of the 17th Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas, Gran Canaria, 9-13 March, 2003, European Cetacean Society, Las Palmas: 60-61.

DELANY, S. & D. SCOTT (2002):
Waterbird population estimates. Third edition. Wetlands Int. Global Series 12.

DESHOLM, M. (2004):
Bird studies - Results from Nysted Offshore Wind Farm - Vortrag auf der Tagung „Offshore Wind Farms and the Environment” am 21. /22. September 2004.

DESHOLM, M.; CHRISTENSEN, T.K.; SCHEIFFARTH, G.; HARIO, M.; ANDERSSON, Å.; ENS, B.; CAMPHUYSEN, C.J.; NILSSON, L.; WALTHO, C.M.; LORENTSEN, S.-H.; KURESOO, A.; KATS, R.K.H.; FLEET, D.M. & A.D. FOX (2002):
Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria m*. mollissima. Wildfowl; **53**: 167-203.

DIEDERICHS, A.; HENNING, V. & G. NEHLS (2008):
Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev 1, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark (Final report 2008). Universität Hamburg, BioConsult SH, Part II: Harbour porpoises, report to the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (FKZ 0329963 + FKZ 0329963A). October 2008: 96 pp.

DIEMBECK, D. (2006):
Ökologische Auswirkungen von Offshore-Windparks in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee. Forum Geoökol. 17 (2), 20-23.

DIETZ, R.; TEILMANN, J; HENRIKSEN, O.D. & K. LAIDRE (2003):
Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Relative importance of the Nysted Offshore Wind Farm area to the seals. NERI Technical Report; No. **429**.

DIPPNER, J.W. (2007):
Salzwassereinbrüche. **In**: Projekt: Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern, Abschnitt Klimafolgenforschung - Bericht der Arbeitsgruppe „Ostsee/Küste“, Entwurf final. Auftraggeber: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern. September 2007.

DIPPNER, J.W. & I. VUORINEN (2007):
Climate–related marine ecosystem change. In: The BACC Author Team (eds) Assessment of Climate Change for the Baltic Sea basin, Chapter 5, Springer Verlag Berlin.

DIRKSEN, S.; SPAANS, A.L.; VAN DER WINDEN, J. & L.M.J. VAN DEN BERGH (1998a):
Nachtelijke vliegpatronen en vlieghoogtes van duikeenden in het IJsselmeergebied. Limosa; **71**: 57-68.

DIRKSEN, S.; VAN DER WINDEN, J. & A.L. SPAANS (1998b):
Nocturnal collision risk of birds with wind turbines in tidal and semi-offshore areas. In: Wind Energy and Landscape. Eds. C.F. Ratto & G. Solari. Rotterdam.

DNV (2010):
Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen; Offshore Wind Park ARCADIS Ost 1. Bericht Nr. 646107-REP-1, rev.2, DNV, Det Norske Veritas, DLt Norsk Veritas, August 2010.

DNV (2012):
Risikoanalyse von Schiff-Windenergieanlagen-Kollisionen; Offshore Wind Park ARCADIS Ost 1. Anhanf aufgrund reduzierter Anzahl von Windenergieanlagen. Report No. 646107-REP-03, Revision No. 4. Det Norske Veritas, November 2012.

DUDOK VAN HEEL, W.H. (1962):
Experiments with *Phocaena phocaena* L. Netherlands J. Sea Research; **1/4**: 427-458.

DUNNING, D.J.; ROSS, Q.E.; GEOGHEGAN, P.; REICHLE, J.J.; MENEZES, J.K. & J.K. WATSON (1992):
Alewives avoid high-frequency sound. N. Am. J. Fish. Manage, **12**: 407-416.

DURINCK, J.; SKOV, F.P. & S. PIHL (1994):
Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea. Ornis Consult report, Kopenhagen.

DWD (2002):
Amtliches Gutachten - Sichtverhältnisse im Bereich der Mecklenburger Bucht im Hinblick auf die Sichtbarkeit eines Windparks ca. 12 km südsüdöstlich von Staberhuk (SKY 2000). Deutscher Wetterdienst.

EADS & CASSIDIAN (2011):
Signaturtechnisches Gutachten & Planungsbegleitung zum Offshore-Windpark Arcadis Ost I im Einflussbereich des Radars Putgarten der Bundeswehr sowie bzgl. radarwirksamer Verschattungen und Spiegelziele gegenüber Schiffsradaranlagen. EADS Deutschland GmbH und Cassidian Air Systems. Bremen, 20.07.2011.

EADS Deutschland GmbH (2012):
Ergänzende radartechnische Untersuchungen zum Offshore-Windpark Arcadis Ost 1 in der Ostsee im Nahbereich des Radars Putgarten der Bundeswehr sowie d bzgl. Radarwirksamer Verschattungen und Spiegelziele gegenüber Schiffsradaranlagen. Ergänzungen zum Gutachten COEMC2-061/12 vom 15.03.2012. EADS Deutschland GmbH, Cassidian Air Systems. Bremen, 29.10.2012

EDRÉN, S.M.C.; TEILMANN, J.; DIETZ, R.; TOUGAARD, J.; HARDER, P.; TOUGAARD, S. & J. CARSTENSEN (2004):
Aerial surveys, satellite tracking and video monitoring of seals – Results from the investigation at Nysted and Horns Reef Offshore Wind Farm. Vortrag, September 2004.

EHRICH, S. (2000):
Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf die Fischfauna. Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Seefischerei, Hamburg, (unveröff.): 1-7.

EHRICH, S. & C. STRANSKY (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. & A. TEMMING (1998):
Variation in meso scale fish distribution in the North Sea. ICES C.M. 1998/J: 25 pp.

EHRICH S.; KLOPPMANN, M. H. F.; SELL, A. F. & U. BÖTTCHER (2006):
Distribution and assemblages of fish species in the German Waters of North and Baltic Seas and potential impact of wind parks. In: J. Köller, J. Köppel, W. Peters; editors: Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts. Springer, Berlin, pp. 149-180.

ELMER, K.-H.; BETKE, K. & T. NEUMANN (2007):
Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen: SCHALL2. - Project 0329947 final report. The German Federal Environment Ministry.

ERBE, C. (2002):
Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales *(Orcinus orca),* based on an acoustic impact model. Mar. Mamm. Sci.; 18/2: 394-419.

ERBE, C. & D.M. FARMER (2000):
Zones of impact around icebreakers affecting beluga whales in the Beaufort Sea. Journal of the Acoustical Society of America, **108/3**: 1332-1340.

ESSINK, K. (1996):
Die Auswirkungen von Baggergutablagerungen auf das Makrozoobenthos. BfG Mitteilung; 11: 12-17.

EURONATUR (2005):
Der Europäische Flussaal (*Anguilla anguilla*) Ökologie – Gefährdung – Schutz. Informationsschrift der Stiftung Europäisches Naturerbe, Radolfzell – 02/2005. 21 S.

FABI, G.; LUCCARINI, F.; PANFILI, M.; SOLUSTRI, C. & A. SPAGNOLO (2002):
Effects of an artificial reef on the surrounding soft-bottom community (central Adriatic Sea). Ices Journal of Marine Science; 59: 343-349.

FIGGE, K. (1981):
Sedimentverteilung in der Deutschen Bucht. Karte Nr. 2900. Hamburg, Deutsches Hydrographisches Institut.

FLEMMING (1990):
Klima-Umwelt-Mensch. Jena 1990.

FOX, T.; CHRISTENSEN, T.K.; DESHOLM, M.; KAHLERT, J. & I.K. PETERSEN (2006):
Birds – Avoidance responses and displacement. **In**: DONG ENERGY, VATTENFALL, DANISH ENERGY AUTHORITY & DANISH FOREST AND NATURE AGENCY (eds.): Danish offshore wind. Key environmental issues.

FRICKE, R.; RECHLIN, O.; WINKLER, H.; BAST, H.-D.O.G. & E. HAHLBECK (1996):
Rote Liste der in Küstengewässern lebenden Rundmäuler und Fische der Ostsee (Cyclostomata & Pisces). In: BINOT, M., R. BLESS, P. BOYE, H. GRUTTKE & P. PRETSCHER (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 83-90. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

GARTHE, S. & N. SONNTAG (2004):
Erfassung von Meeressäugetieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Ost- und Nordsee (EMSON): Teilvorhaben Seevögel. Zwischenbericht für das F+E-Vorhaben FKZ: 802 85 260 des Bundesamtes für Naturschutz).

GARTHE, S. & O. HÜPPOP (2004):
Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. J. Appl. Ecol.; **41/4**: 724-734.

GARTHE, S.; ULLRICH, N.; WEICHLER, T.; DIERSCHKE, V.; KUBETZKI, U.; KOTZERKA, J.; KRÜGER, T.; SONNTAG, N. & A.J. HELBIG (2003):
See- und Wasservögel der deutschen Ostsee. Verbreitung, Gefährdung und Schutz. BfN-Skripten: 1-170.

GARTHE, S.; DIERSCHKE, V.; WEICHLER, T. & P. SCHWEMMER (2004):
Rastvogelvorkommen und Offshore-Windkraftnutzung: Analyse des Konfliktpotenzials für die deutsche Nord- und Ostsee. **In**: Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee: Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich (MINOS), Endbericht. Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FKZ 0327520: 195-334.

GATTER, W. (2000):
Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. Aula Verlag Wiebelsheim.

GERHARDS, I. (2002):
Die Bedeutung der landschaftlichen Eigenart für die Landschaftsbildbewertung. Culterra Schriftenreihe des Instituts für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. 2002.

GILLES, A.; HERR, H.; LEHNERT, K.; SCHEIDAT, M.; KASCHNER, K.; SUNDERMEYER, J.; WESTERBERG, U. & U. SIEBERT (2007):
Schlussbericht Teilvorhaben 2 „Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen *(Phocoena phocoena)* in der deutschen Nord- und Ostsee“. - MINOS 2 - Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen (MINOS plus): 94-160.

GILLES, A.; HERR, H.; LEHNERT, K.; SCHEIDAT, M.; KASCHNER, K.; SUNDERMEYER, J.; WESTERBERG, U. & U. SIEBERT (2008):
MINOS 2 - Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen (MINOS plus), Teilvorhaben 2 – „Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen *(Phocoena phocoena)* in der deutschen Nord- und Ostsee“. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Büsum, Dezember 2007.

GILLES, A. & U. SIEBERT (2009):
Erprobung eines Bund/Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000 - Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (FFH-Berichtsperiode 2007-2012) – Teilbericht: Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ) Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und Deutsches Meeresmuseum Stralsund im Auftrag des BfN. Büsum & Stralsund, Mai 2009.

GILLESPIE, D.; BROWN, S.; LEWIS, T.; MATTHEWS, J.; MCLANAGHAN, R. & A. MOSCROP (2002):
Preliminary results from acoustic and visual surveys for harbour porpoises (Phocoena phocoena) in German, Danish, Swedish and Polish waters during summer 2002. IFAW ‘Quick Look’ Report (unpublished). Song of the Whale Research Team, International Fund for Animal Welfare, 87-90 Albert Embankment, London SE1 7UD, UK.

GLA M-V (1994):
Geologische Karte von Mecklenburg-Vorpommern – Übersichtskarte 1 : 500.000 – Oberfläche (GÜK 500). Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin 1994.

GOSSELCK. F., ARLT, G., BICK, B., BÖNSCH, R., KUBE, J., SCHROEREN, V. & VOSS, J. (1996):
Rote Liste und Artenliste der benthischen wirbellosen Tiere des deutschen Meeres- und Küstenbereichs der Ostsee. Schr.-R- f. Landschaftspfl. U. Natursch. 48: 41-51.

GOSSELCK, F. & H. SORDYL (2007):
Artenzusammensetzung des Benthos; Unterseeische Pflanzenwiesen und Algen, wirbellose Tiere des Meeresbodens, eingewanderte Arten und Nahrungsbezüge. In: Projekt: Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern, Abschnitt Klimafolgenforschung - Bericht der Arbeitsgruppe „Ostsee/Küste“, Entwurf final. Auftraggeber: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern. September 2007.

GRAHAM, L.P., D. CHEN, O.B. CHRISTENSEN, E. KJELLSTRÖM, V. KRYSANOVA, H.E.M. MEIER, M. RADZIEWSKI, B. ROCKEL, K. RUOSTEENOJA, J. RÄISÄNEN (2007):
Projection of future climate change. In: The BACC author Team (eds) Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, Chapter 3, Springer Verlag Berlin.

GREEN, M. (1998):
Spring migration of Barnacle Goose *Branta leucopsis* and Dark-bellied Brent Goose B. *bernicla bernicla* over Sweden. Ornis Svecica; **8**:103-123.

GREEN, M.; ALERSTAM, T.; CLAUSEN, P.; DRENT, R. & B.S. EBBINGE (2002):
Dark-bellied Brent Geese *Branta bernicla bernicla*, as recorded by satellite telemetry, do not minimize flight distance during spring migration. Ibis; **144**: 106-121.

GREGORY, J. & P. CLABBURN (2003):
Avoidance behaviour of *Alosa fallax fallax* to pulsed ultrasound and its potential as a technique for monitoring clupeid spawning migration in a shallow river. Aquatic Living Resources; **16**: 313-316.

GUILLEMETTE, M.; LARSEN, J.K. & I. CLAUSAGER (1998):
Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks. NERI Technical Report; **227**.

GUILLEMETTE, M.; LARSEN, J.K. & I. CLAUSAGER (1999):
Assessing the impact of the Tunø Knob wind park on sea ducks: the influence of food resources. NERI Technical Report; **263**.

HAHM, TH. & J. KRÖNING (2001a):
3D-Simulation der Nachlaufströmung einer Windenergieanlage. DEWI Magazin, Februar 2001; Nr. **18**: 29-34.

HAHM, TH. & J. KRÖNING (2001b):
Modellierung der Nachlaufströmung einer Windenergieanlage. Fluent Anwenderkonferenz, Bingen 17./18. Sept. 2001.

HAMMOND, P.S.; BERGGREN, P.; BENKE, H.; BORCHERS, D.L.; COLLET, A.; HEIDE-JØRGENSEN, M.P.; HEIMLICH-BORAN, S.; HIBY, A.R.; LEOPOLD, M.F. & N. ØIEN (2002):
Abundance or harbour porpoises and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. J. Apl. Ecol.; **39**: 361-376.

HANSEN, L. (1954):
Birds killed at lights in Denmark 1886-1939. Vidensk. Medd. Naturh. Foren. Kopenhagen; **116**: 269-368.

HARDER, K. (1996):
Zur Situation der Robbenbestände. **In**: LOZAN et al.: Warnsignale aus der Ostsee. Parey Buchverlag Berlin: 236-242.

HARDER, K. & G. SCHULZE (1989):
Meeressäugetiere im Greifswalder Bodden. Meer und Museum; **5**: 90-95.

HARDER, K. & G. SCHULZE (1997):
Robben und Wale in der Wismarbucht. Meer und Museum; **13**: 85-89.

HARDER, K.; SIEBERT, U. & P. WOLF (2007):
Untersuchungen von Meeressäuger-Totfunden an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern zur Ermittlung der Todesursache. Naturschutzarbeiten in Mecklenburg-Vorpommern. 50. Jahrgang, Heft 1, 2007.

HÄRKÖNEN, T.; STENMAN, O.; JÜSSI, M.; JÜSSI, I.; SAGITOV, R. & M. VEREVKIN (1998):
Population size and distribution of the Baltic ringed seal (*Phoca hispida botnica*). **In**: Ringed seals (*Phoca hispida*) in the North Atlantic. NAMMCO Scientific Publication Series **1**: 167-180.

HASSELMEIER, I.; GILLES, A.; HERR, H.; DÄHNE, M.; BENKE, H. & U. SIEBERT (2011):
Bestandserhebung und Totfundmonitoring von Schweinswalen in der Ostsee. In: Benke H. (Hrsg.): Wale und Robben in der Ostsee. Schriftreihe Meer und Museum, Deutsches Meeresmuseum Stralsund; **23**: 113-120.

HASTINGS, M.; POPPER, A.N.; FINNERJAN, J.J. & P.J. LANFORD (1996):
Effects of underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line in the oscar (*Astronotus ocellatus*). J. Acoust. Soc. Am.; **99**: 2576-2603.

HEDDERGOTT, M. & J. V. RÖNN (2002):
Nachweise von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) auf der Greifswalder Oie. Seevögel, Hamburg; **23/1**: 9-13.

HELCOM (1998):
The Red List of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt Sea and Kattegat - Including a comprehensive description and classification system for all Baltic marine and coastal biotopes. Baltic Sea Environment Proceedings. Baltic Marine Environment Protection Commission (HELCOM). 75: 115.

HELCOM EUTRO (2005/2006):
Development of tools for assessment of eutrophication in the Baltic Sea (HELCOM EUTRO) (2005-2006). Balt. Sea Environ. Proc. No. 104.

HERRMANN, C.; HARDER, K. & H. SCHNICK (2007):
Robben an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns: Ergebnisse des Monitorings vom Februar 2007 bis Mai 2008. Naturschutzarbeit in M-V; **50**; 56-70.

HERMANSEN, B. & J.B. JENSEN (2000):
Digital Sea Bottom Sediment Map Around Denmark (1 : 500.000). Geologischer Dienst von Dänemark und Grönland (GEUS).

HILLIGWEG, G. & S. KULL(2005):
Windkraftanlagen und Tourismus: Zwei unvereinbare Welten oder eine lokale Chance? Ergebnisse einer Touristenbefragung im Nordseebad Varel-Dangast. Wilhelmshaven, 2005 http://www.fh-oow.de/fbw-whv/downloads/17/veroeff-windenergie-und-tourismus.pdf.

HIRSCHFELD, A. & A. HEYD (2005):
Jagdbedingte Mortalität von Zugvögeln in Europa: Streckenzahlen und Forderungen aus sicht des Vogel- und Tierschutzes. Ber. Vogelschutz 42: 47-74.

HOLLAND, R. A., WIKELSKI, M. (2009):
Studying the the migratory behavior of individual bats: current techniques and future directions, Journal of Mammalogy, in press.

HOPPE, W. (1995):
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Kommentar, Köln, Berlin, Bonn und München 1995.

HÖTKER, H. ; THOMSEN, K.-M. & J. KÖSTER (2004):
Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse - Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut, Bergenhusen und Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg. http://bergenhusen.nabu.de/bericht/VoegelRegEnergien.pdf.

HOFFMANN, E.; ASTRUP, J.; LARSEN, F.; MUNCH-PETERSEN, S. & J. STØTTRUP (2000):
Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev 1 area. Danish Institute for Fisheries Research, Charlottenlund (DK), Baggrundsrapport; Nr. **24**: 1-42.

HÜBEL, H.-J.; VIETINGHOFF, U.; HUBERT, M.L.; RAMBOW-BARTELS, S.; KORTH, B.; WESTPHAL, H. & B. LENK (1995):
Ergebnisse des ökologischen Monitorings Greifswalder Bodden Sept. 1993 bis März 1995. Rostock. Meeresbiolog. Beitr.; H. **3**: 65-68.

HÜPPOP, K. & O. HÜPPOP (2002):
Atlas zur Vogelberingung auf Helgoland. Teil I: Zeitliche und regionale Veränderungen der Wiederfundraten und Todesursachen auf Helgoland beringter Vögel (1909 bis 1998). Die Vogelwarte; 41: 161-181.

HÜPPOP, O.; DIERSCHKE, J. & H. WENDELN (2005):
Zugvögel und Offshore-Windkraftanlagen: Konflikte und Lösungen. Ber. Vogelschutz, **41**: 127-218.

HÜPPOP , O; HILL, K. & H. BALLASUS (2008):
Phase 4: Belange des Naturschutzes - bisherige Erkenntnisse. Vortrag zur Abschlusspräsentation der HiWUS-Studie am 20.05.2008 in Osnabrück. Download von www.dbu.de/550artikel27549_135.html.

HUGGENBERGER S.; BENKE, H. & C.C. KINZE (2002):
Geographical variation in harbour porpoise *(Phocoena phocoena)* skulls: Support for a separate non-migratory population in the Baltic Proper. Ophelia; **56**: 1-12.

HUTTERER, R.; IVANOVA, T.; MEYER-CORDS, C. & L. RODRIGUES (2005):
Bat Migrations in Europe: A Review of Banding Data nd Literature. Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft, **28**: 162 S.

HVIDT, C. B.; BECH, M. & M. KLAUSTRUP (2004):
Monitoring programme – status report 2003. Fish at the cable trace. Nysted Offshore Wind Farm at Rødsand, Bio/consult as.

HYDROMOD (2010):
Strömungsgutachten für den Offshore Windpark ARCADIS Ost 1. HYDROMOD Wissenschaftliche Beratung. Wedel, 1. Dezember 2010.

HYDROMOD (2012):
Ergänzung zum Strömungsgutachten für den Offshore-Windpark ARCADIS Ost 1 - Bewertungen zur veränderten Planung. HYDROMOD Wissenschaftliche Beratung. Wedel, 20. März 2012.

ICES (2008):
Report of the Workshop on Fisheries Management in Marine Protected Areas (WKFMMPA), 2-4 June 2008. ICES WKFMMPA REPORT 2008, ICES MARINE HABITAT COMMITTEE, ICES CM 2008/MHC:11, REF. ICES REVIEW GROUP, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark: 158 pp.

IFAÖ (2000):
Aufbau einer Biotoptypenkartierung im marinen Bereich des Küstengebietes von Mecklenburg-Vorpommern. Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern: 54 S.

IFAÖ (2003a):
Fachgutachten Fische zum Offshore-Windparkprojekt „Kriegers Flak“. Betrachtungszeitraum: 2002, unveröffentlicht.

IFAÖ (2003b):
Fachgutachten Fische zum Offshore-Windparkprojekt „Adlergrund“. Betrachtungszeitraum: 2002, unveröffentlicht.

IFAÖ (2003c):
Offshore-Windpark „Ventotec Ost 2“ Verträglichkeitsuntersuchung (FFH-VU) nach § 34 Abs. 1 BNatSchG in Verbindung mit Artikel 6(3) der FFH-Richtlinie. Institut für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, 2003.

IFAÖ (2005a):
Das Verhalten ziehender Kraniche nördlich der Insel Rügen im Herbst 2005. Institut für Angewandte Ökologie mbH Neu Broderstorf. November 2005.

IFAÖ (2005b):
Herbstzug von Meeresenten und nachts ziehenden Kleinvögeln vor der Küste Rügens. Institut für Angewandte Ökologie mbH Neu Broderstorf. November 2005.

IFAÖ (2005c):
Gutachten: „Beschreibung und Identifizierung mariner FFH-Lebensraumtypen und gesetzlich geschützter mariner Biotoptypen in den Hoheitsgewässern Mecklenburg-Vorpommerns“, Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, Juni 2005.

IFAÖ (2005d):
Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) mit Abschlussbericht der Basisaufnahme zur Errichtung des Offshore-Windparks „Ventotec Ost 2“ einschließlich der Kabelanbindung bis zur AWZ-Grenze. Institut für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, April 2005.

IFAÖ (2006a):
Fachgutachten Seevögel zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 2“. Betrachtungszeitraum: September 2002 bis August 2004. Abschlussbericht der Basisaufnahme. Institut für Angewandte Ökologie mbH Neu Broderstorf. Dezember 2006.

IFAÖ (2006b):
Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 2“ Verträglichkeitsuntersuchung (FFH-VU) nach § 34 Abs. 1 BNatSchG in Verbindung mit Artikel 6(3) der FFH-Richtlinie. Institut für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, Dezember 2006.

IFAÖ (2006c):
Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) mit Abschlussbericht der Basisaufnahme zur Errichtung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 2“. Institut für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, Dezember 2006.

IFAÖ (2007a):
Verfahren nach BImSchG zur Errichtung des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“ einschließlich dessen Kabelanbindung bis zum Umspannwerk Groß Lüdershagen – Unterlagen zum Scopingtermin. Teil 2: Vorschlag eines Untersuchungsrahmens. Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH, Neu Broderstorf, Februar 2007

IFAÖ (2007b):
Autökologischer Atlas benthischer wirbelloser Tiere in der Deutschen Nord- und Ostsee. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). FKZ: EEN / ERG 0329997. Institut für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf. Dezember 2007.

IFAÖ (2007c):
Überarbeitung des Gutachtens „Gutachtlicher Vorschlag zur Identifizierung, Abgrenzung und Beschreibung sowie vorläufigen Bewertung der zahlen- und flächenmäßig geeignetsten Gebiete zur Umsetzung der Richtlinie 79/409/EWG in den äußeren Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns“ aufgrund des Kabinettsbeschlusses vom 25.9.2007 im Hinblick auf die Populationsgrößen der gebietsrelevanten Arten. Institut für Angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf, November 2007.

IFAÖ (2009):
Gutachten zur Bewertung der Aktualität der im Landesraumentwicklungsprogramm (LEP 2005) ausgewiesenen marinen Vorbehaltsgebiete Leitungen sowie der marinen Eignungsgebiete für Windenergieanlagen. Bericht (Stand März 2009).

IFAÖ (2010):
Raumordnungsverfahren Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“: Raum- und Umweltverträglichkeit. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Dezember 2010.

IFAÖ (2011):
Erwiderungen auf die Stellungnahmen der TÖB zum Raumordnungsverfahren für den geplanten Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“. Neu Broderstorf, 12. Juli 2011.

IFAÖ (2013a):
Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für den Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, März 2013.

IFAÖ (2013b):
FFH-Verträglichkeitsuntersuchung (FFH-VU) für den Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, März 2013.

IFAÖ (2013c):
Artenschutzfachbeitrag (AFB) für den Bau und Betrieb des Offshore-Windparks „ARCADIS Ost 1“. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, März 2013.

IFAÖ (2013d):
Fachgutachten Benthos zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“ - Betrachtungszeitraum: Herbst 2004 – Herbst 2010. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Februar 2013.

IFAÖ (2013e):
Fachgutachten Fische zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“. Betrachtungszeitraum: Basisaufnahme November 2007 bis November 2010. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Februar 2013.

IFAÖ (2013f):
Fachgutachten Vogelzug zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“. Betrachtungszeitraum Juli 2005 bis November 2008. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Februar 2013.

IFAÖ (2013g):
Fachgutachten Fischerei zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“. Betrachtungszeitraum 2004 – 2008. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Februar 2013.

IFAÖ (2013h):
Fachgutachten Seevögel zum Offshore-Windparkprojekt „ARCADIS Ost 1“. Betrachtungszeitraum Oktober 2007 bis Februar 2009. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, Neu Broderstorf, Februar 2013.

IFAÖ & FUGRO CONSULT GMBH (2007):
Gutachten zur Berücksichtigung der Belange der marinen Rohstoffsicherung bei der Fortschreibung des Landesraumentwicklungsprogramms M-V für das Küstenmeer. Gutachten des Institutes für angewandte Ökologie, Forschungsgesellschaft mbH Neu Broderstorf und der FUGRO Consult GmbH im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Bau und Landesentwicklung M-V. November 2007.

ITAP – INSTITUT FÜR TECHNISCHE UND ANGEWANDTE PHYSIK (2010):
Messungen von Unterwasserschall beim Bau der Windenergieanlagen im Offshore-Testfeld „alpha ventus“. Bericht an die Stiftung Offshore-Windenergie, Varel. (online: www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/StUK3/StUK3-Schall-Bauphase-15Mar2010.pdf)

JANSSON K. (1994):
Alien species in the marine environment-Introductions to the Baltic Sea and the Swedish west coast. Swedish Environmental Protection Agency, Report 4357. Solna. pp. 68.

JAUNIAUX, T.; BOUQUEGNEAU, J.M. & F. COIGNOUL (1997):
Marine Mammals, Seabirds, and Pollution of Marine Systems. Liege, Belgique: Societe royale des sciences.

JENNI, L. & M. KÉRY (2003):
Timing of autumn migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. Royal Soc. UK Proc. B 358.

JNCC (2009):
ANNEX B - Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of disturbance and injury to marine mammals from piling noise. Joint Nature Conservation Committee. Aberdeen, UK: 12 pp.

KAATZ, J. (1999):
Einfluß von Windenergieanlagen auf das Verhalten der Vögel im Binnenland. – In: IHDE, S. & E. VAUK-HENTZELT (Hrsg., 1999): Vogelschutz und Windenergie – Konflikte, Lösungsmöglichkeiten und Visionen. – Bundesverband WindEnergie e.V.

KAHLERT, J.; PETERSEN, I.K.; FOX, A.D.; DESHOLM, M. & I. CLAUSAGER (2004):
Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rødsand. – NERI Annual status report 2003. Commissioned by Energi E2 A/S. National Environmental Research Institute: 82 pp.

KARLSSON, L.; EHNBOM, S. & G. WALINDER (2005):
A comparison between ringing totals at Falsterbo, SW Sweden, ringing totals at Ottenby, SE Sweden, and point counts from the Swedish Breeding Bird Census during 20 years (1980-1999). Ornis Svec.; **15**: 183-205.

KASTELEIN, R.A.; BUNSKOEK, P.; HAGEDOORN, M. & W.W.L. AU (2002)
Audiogram of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency modulated signals. J. Acoust. Soc. Am.; **112/1**: 334-344.

KASTELEIN, R.A.; VERBOOM, W.C.; MUIJSERS, M.; JENNINGS, N.V. & S. VAN DER HEUL (2005):
The influence of acoustic emissions for underwater data transmission on the behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in a floating pen. Mar. Envir. Res.; **59:** 287-307.

KETTEN, D.R. (1999):
Evidence of hearing loss in marine mammals. Presentation at Marine mammal bioacoustics short course, 27-28 November, Maui, Hawaii. Acoustical Society of America and Society for Marine Mammalogy.

KETTEN, D.R. (2002):
Acoustic trauma in marine mammals. Vortrag zum Fachgespräch Offshore Windmills – sound emissions and marine mammals. FTZ-Büsum 15.01.02.

KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (2009).
Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Be-richt zum Forschungsprojekt FE 02.286/2007/LRB der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach: „Entwicklung eines Handlungsleitfadens für Vermeidung und Kompen-sation verkehrsbedingter Wirkungen auf die Avifauna“ .- Kiel, April 2009

KIM, C.G.; LEE, J. W. & J.S. PARKS (1994):
Artificial reefs designs for Korean coastal waters. Bull. Mar. Sci.; **55**: 858-886.

KINZE, C.C. (1990):
The harbour porpoise (*Phocoena phocoena* (L.)): Stock identification and migration patterns in Danish and adjacent waters. Ph. D. Thesis, University of Copenhagen.

KLEIN, R.; BELLEBAUM, J.; KUBE, J. & H. WENDELN (2004):
Verbreitung und Phänologie der Alkenvögel (Alcidae) im Seegebiet um Rügen. Vortrag bei der 137. Jahresversammlung der deutschen Ornithologen-Gesellschaft n Kiel, 29. September – 4. Oktober 2004.

KLINKHARDT, M. (1996):
Der Hering. Die Neue Brehm-Bücherei (199), Westarp Wissenschaften, Spektrum Akademischer Verlag, Magdeburg, Heidelberg, Berlin, Oxford: 1-230.

KLINOWSKA, M. (1986):
The cetacean magnetic sense - evidence from strandings. **In**: BRYDEN, M.M. & R. HARRISON (Hrsg.): Research on dolphins. Claredon Press, Oxford: 401-433.

KNIJN, R.J.; BOON, T.W.; HEESSEN, H.J.L. & J.R.G. HISLOP (1993):
Atlas of North Sea Fishes. ICES Cooperative Research Report 194: 268 S.

KNUDSEN, F.R.; ENGER, P.S. & O. SAND (1994):
Avoidance responses to low frequency sound in downstream migrating Atlantic salmon smolt, *Salmo salar*. J. Fish Biol.; .**45/2**: 227-233.

KNUDSEN, F.R.; SCHRECK, C.B.; KNAPP, S.M.; ENGER, P.S. & O. SAND (1997):
Infrasound produces flight and avoidance responses in Pacific juvenile salmonids. Journal of Fish Biology; **51/4**: 824-829.

KNUST, R.; DALHOFF, P.; GABRIEL, J.; HEUERS, J.; HÜPPOP, O. & H. WENDELN (2003):
Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore-Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee – Offshore-WEA. Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2003): Abschlussbericht zum F & E Vorhaben 200 97 106.

KOSCHINSKI, S. (2002):
Current knowledge on harbour porpoises *(Phocoena phocoena)* in the Baltic Sea. Ophelia; **55/3**: 167-197.

KOSCHINSKI, S. & B.M. CULIK (2002):
Literaturstudie zum Thema Meeressäuger (Schweinswal, Seehund): Grundlage für eine Auswirkungsprognose im Rahmen der Planungen für einen Offshore-Windpark. unveröff. Gutachten im Auftrag des Instituts für Angewandte Ökologie: 63 S.

KOSCHINSKI, S.; CULIK, B.M.; HENRIKSEN, O.D.; TREGENZA, N.; ELLIS, G.E.; JANSEN, C. & G. KATHE (2003):
Behavioural reactions of free-ranging harbour porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. Mar. Ecol. Progr. Ser.; **265**: 263-273.

KOSCHINSKI, S. & K. LÜDEMANN (2009):
Wirkradien von Lärmimmissionen beim Bau und Betrieb des Offshore-Windparks VENTOTEC Ost 2 in Bezug auf Meeressäugetiere und Fische. 23. Februar 2009.

KOSCHINSKI, S. & K. LÜDEMANN (2011):
Stand der Entwicklung schallminimierender Maßnahmen beim bau von Offshore-Windenergieanlagen. Studie im Auftrag vom Bundesamt für Naturschutz (BfN). Juli 2011.

KOWALSKI, N. (2007):
Umweltgeochemische raum-zeitliche Veränderungen in Sedimenten des Arkonabeckens. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Diplomarbeit. Januar 2007.

KRUCKENBERG, H. & J. JAENE (1999):
Zum Einfluß eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkr. Leer, Niedersachsen). Natur u. Landschaft **74**: 420-427.

KRÜGER, R. (2012):
Schallschutz für Nordseewale Pressebericht 15.02.2012
http://www.erneuerbareenergien.de/schallschutz-fuer-nordseewale/150/434/33095/

KRÜGER, T. & S. GARTHE (2001):
Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. Atlantic Seabirds 3: 203-216.

KUBE, J. (2000):
Konzeption naturschutzrelevanter Untersuchungen zur Offshore-Windenergienutzung. Bericht im Auftrage des Bundesamtes für Naturschutz und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, März 2000: 23 S.

KUBE, J. (2002):
Vogelschutz: Kollisionen von Zugvögeln mit anthropogenen Strukturen. Vogelwelt; **123**: 165-167.

KUBE, J.; KJELLÉN, N.; BELLEBAUM J.; KLEIN, R.; & H. WENDELN (2005):
How many diurnal migrants cross the Baltic Sea at night? Final Conference “Migration in the life-history of birds”, Wilhelmshaven, Germany 16-20 February 2005. http://www.ifv.terramare.de/ESF/ESF_final/final_conference_poster.htm

KÜHLING, D. & W. RÖHRIG (1996):
Mensch, Kultur- und Sachgüter in der UVP - Am Beispiel von Umweltverträglichkeitsstudien zu Ortsumfahrungen, UVP-Spezial, Dortmund; Bd. **12**.

KUKLIK, I. & K.E. SKORA (2003):
Harbour porpoise by-catch in Poland. Abstract. Annual Meeting of the European Cetacean Society, Tenerife, Spain.

KULLNICK, U. & S. MARHOLD (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 S.

LAWA (1999):
Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien 1998. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Schwerin. April 1999.

LEIPE, T.; TAUBER, F.; BRÜGMANN, L.; IRION, G. & U. HENNINGS (1998):
Schwermetallverteilung in Oberflächensedimenten der westlichen Ostsee (Arkonabecken, Mecklenburger/Lübecker Bucht und Kieler Bucht). Meyniana; **50**: 137-154.

LEIPE, T. & NEUMANN, TH. (1994):
ODER Project: EC Environment Programme: Area 1, Topic I.6: Biogeochemical Cycles und Ecosystem Dynamics, PL 910398-Interim-Report-January 1994. S. 66-104.

LEONHARD S.B. & J. BIRKLUND (2006):
Infauna, Epifauna and vegetation – Change in biodiversity and higher biomass. **In**: Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues: 142 pp.

LEFEBVRE, C. & G. ROSENHAGEN (2008):
The climate in the North and Baltic Sea Region. **In**: Die Küste **74/2008**. Hrsg.: Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen. Heide i. Holstein: 45-59.

LEMKE, W. (1998):
Sedimentation und paläogeographische Entwicklung im westlichen Ostseeraum (Mecklenburger Bucht bis Arkonabecken) vom Ende der Weichselvereisung bis zur Littorinatransgression. Habilitationsschrift. Meereswissenschaftliche Berichte Nr. 31, Institut für Ostseeforschung Warnemünde.

LLUR (2009):
Sauerstoffmangel im bodennahen Wasser der westlichen Ostsee. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Flintbek. Oktober 2009.

LÖFFLER, A.; T. LEIPE & K.-C. EMEIS (2000):
The "fluffy layer" in the Pomeranian Bight (western Baltic Sea) : geochemistry, mineralogy and environmental aspects. Meyniana 52: 85-100.

LOZÁN, J.L.; LAMPE, R.; MATTHÄUS, W.; RACHOR, E.; RUMOHR,H. & H. V. WESTERNHAGEN (HRSG.) (1996):
Warnsignale aus der Ostee. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

LUA (1999):
Untersuchungen der Oder zur Belastung der Schwebstoff- bzw. Sedimentphase und angrenzender Bereiche. Studien und Tagungsberichte, Band 20/21, Hrsg.: Landesumweltamt Brandenburg; 200 S.

LUCKE, K. (2010):
Auswirkungen des Unterwasserschalls bei den Rammarbeiten zur Installation des Offshore-Testfelds „alpa ventus“ auf Meeressäugetiere. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ) Büsum, Kurzfassung des Vortrags auf dem Meeresumwelt-Symposium des BSH 2010, Seite 43 (im Download auf www.bsh.de).

LUNDGREN, S. & G. LUNDIN (2003):
Status of the Common Crane (*Grus grus*) in Sweden at the end of the 20th century. In: SALVI, A. [ed.]: Proceedings 4th European Crane Workshop, Fenetrange. (50.000-60.000 Kraniche).

LUNG M-V (1999):
Hinweise zur Eingriffsregelung. Schriftenreihe des LUNG 1999, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V. Güstrow; Heft **3**.

LUNG M-V (2004):
Gewässergütebericht Mecklenburg-Vorpommern 2000/2001/2002. Ergebnisse der Güteüberwachung der Fließ-, Stand- und Küstengewässer und des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern, Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und eologie Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow Dezember 2004

LUNG M-V (2008):
Gewässergütebericht Mecklenburg-Vorpommern 2003/2004/2005/2006: Ergebnisse der Güteüberwachung der Fließ-, Stand- und Küstengewässer und des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern, Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow Juni 2008.

LUNG M-V (2009a):
Gutachtlicher Landschaftsrahmenplan Vorpommern – Erste Fortschreibung. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V. Güstrow Oktober 2009.

LUNG M-V (2009b):
Kohärentes europäisches ökologisches Netz „Natura 2000“ Mecklenburg-Vorpommern. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V, Schwerin, DVD Ausgabe März 2009 (mit Standarddatenbögen).

LUNG M-V (2010a):
Luftgütebericht 2008/2009. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow. Dezember 2010.

LUNG M-V (2010b):
Steckbriefe der in M-V vorkommenden Arten dder Anhänge II und IV der FFH-Richtlinie: Phoca vitulina – Seehund. http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/ffh_asb_phoca_vitulina.pdf

LUNG M-V (2011):
Anleitung für die Kartierung von marinen Biotopen der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow, Dezember 2011.

LUNG M-V (2012a):
Jahresbericht zur Luftgüte 2011. Materialien zur Umwelt 2012/2. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Juli 2012.

LUNG M-V (2012b):
Robbenmonitoring in Mecklenburg-Vorpommern 2006-2012. Güstrow, 2012. http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/robbenmonitoring_mv.pdf

MADSEN, J.; CRACKNELL, G. & T. FOX (1999):
Goose Populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution. Wetlands International Publication No. 48. National Environmental Research Institute, Denmark.

MADSEN, E.A.; HAYDON, D.T.; FOX, A.D. & R.W. FURNESS (2010):
Barriers to movement: modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. Marine Pollution Bulletin. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.01.016.

MARKONES, N. & S. GARTHE (2009):
Erprobung eines Bund / Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000 - Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (FFH-Berichtsperiode 2007-2012) - Teilvorhaben Seevögel.

MAKONES, N. & S. GARTHE (2011).
Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee – Teilbericht Seevögel. Büsum, September 2011.

MATTHÄUS, W. (1996):
Temperatur, Salzgehalt und Dichte. **In**: RHEINHEIMER, G. – Hrsg.: Meereskunde der Ostsee. Berlin: 75-81.

MAURER, D.; KECK, R.T.; TINSMAN, J.C.; LEATHEM, W.A.; WETHE, C.; LORD, C. & T.M. CHURCH (1986):
Vertical migration and mortality of marine benthos in dredged material: a synthesis. Internationale Revue gesamte Hydrobiologie; **71**: 49-63.

MCCAULY, R.D.; FEWTRELL, J. & POPPER (2003):
High intensity anthropogenic sound damages fish ears. J. Acoust. Soc. Am.; **113/1**: 638-641.

MCCONNELL, B.J.; CHAMBERS, C.; NICHOLAS, K.S. & FEDAK, M.A. (1992):
Satellite tracking of grey seals (*Halichoerus grypus*). J. Zool., Lond.; **226**: 271-282.

MEDING, A.; DÄHNE, M.; VERFUß, U.; ADLER, S. & H. BENKE (2007):
Investigation of harbour porpoises in the Baltic Sea as basis for implementing the Jastarnia recovery plan for harbour porpoises in the Baltic Sea. Long-term passive acoustic monitoring with porpoise click detectors (T-PODs). Deutsches Meeresmuseum Stralsund. Präsentation auf der Tagung “Year of the Dolphin in Europe - Conservation of small cetaceans and marine protected areas” 29 October – 1 November 2007 am DMM Stralsund. http://www.habitatmare.de/de/aktuelles-year-of-the-dolphin-conclusions.php.

MELTOFTE, H. (2008):
A personal view on how waders migrate using the autumn passage of Northern Dunlins as an example. Wader Study Group Bull.; **115/1**: 29-32.

MENDEL, B.; SONNTAG, N.; WAHL, J.; SCHWEMMER, P.; DRIES, H.; GUSE, N.; MÜLLER, S. & S. GARTHE (2008):
Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee. Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren maritimen Lebensraum. Naturschutz und biologische Vielfalt. Heft; **59**: 437 S.

MEYER, A.-K. & 25 MITAUTOREN (2002):
Die Belastung der Oder, Ergebnisse des Internationalen Oderprojektes (IOP). Universität Hamburg im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): 118 S.

MFABL M-V (2004):
Raumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern – Entwurf zum 2. Beteiligungsverfahren. Band II: Umwelterklärung. Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin 2004.

MFABL M-V (2005):
Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium f. Arbeit, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin 2005.

MFEIL M-V (2013):
Landesplanerische Beurteilung zum Raumordnungsverfahren Offshore-Windpark „Arcadis Ost 1“. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern. 04. Februar 2013.

MFLN M-V (1995):
Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Dezember 1995.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS M-V (2010):
Entwicklungschancen des maritimen Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus M-V. Schwerin, April 2010.

MUUS, B.J. & J.G. NIELSEN (1999):
Die Meeresfische Europas. - Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart: 336 pp.

MYRBERG, A.A. JR.; SAMUEL, J.H.A.; WALEWSKI, S. & J.C. BANBURY (1972):
Effectiveness of acoustic signals in attracting epipelagic sharks to an underwater sound source. Bull. Mar. Sci.; **22**: 926-949.

NAUSCH, G. (1997):
Die Sedimente in der Pommerschen Bucht – ein Speicher für organische Substanzen und Nährstoff. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. (1997); **5**: 129-137.

NAUSCH, M.; SETZKORN, D.; GLOCKZIN, I. & A. GRÜTTMÜLLER (2002):
Bakterielle Aktivitäten als Parameter für die Modifikation des organischen Materials zwischen Swina-Mündung und Arkona-Becken (Pommernbucht, südliche Ostsee).Rosotck. Meeresbiolog. Beitr. (2002); 10: 113-133.

NAUSCH, G.; BACHOR, A.; PETENATI, T.; VOß, J. & M. VON WEBER (2011):
Nährstoffe in den deutschen Küstengewässern der Ostsee und angrenzenden Gebieten. Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee 2011/1. Herausgegeben vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg und Rostock. (http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_01_d.pdf).

NEHLS, G.; BETKE, K.; KOSCHINSKI, S. & K. LÜDEMANN (2007a):
Sources of underwater noise and their implications on marine wildlife. - Final report -Draft - Commissioned by the German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt - UBA), unpublished: 109 pp.

NEHLS, G.; BETKE, K.; ECKELMANN, S. & M. ROS (2007b):
Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.: 47 pp.

NEHLS, G.; BRANDT, M.; DIEDERICHS, A. & C. HONNEF (2008):
FINO 3 – Untersuchung der Reaktionen von Schweinswalen auf die Rammarbeiten. Präsentation auf dem workshop zu Forschungsergebnissen der Begleitforschung zur Rammungsschallemission bei der Installation der Forschungsplattform FINO3, Hamburg 08.10.2008.

NEHLS, H.W., H. ZÖLLICK (1990):
The moult migration of the Common Scoter (*Melanitta nigra*) off the coast of the GDR. Baltic Birds **5**: 36-46.

NEHLS, H.-W.; LAMBERT, K. & H.-H. ZÖLLICK (1992-2003):
Bestand und Verbreitung der Meeresenten auf der Ostsee vor Mecklenburg-Vorpommern im Mittwinter 1992-2003. unveröff. Gutachten im Auftrag des Umweltministeriums M-V.

NEIDHARDT, C. & U.V. BISCHOPINCK (1994):
UVP-Teil Boden: Überlegungen zur Bewertung der Natürlichkeit anhand einfacher Bodenparameter „Chancen für mehr Naturschutz“. Natur und Landschaft; **69/2**: 49-53.

NELLEN, W. & R. THIEL (1996):
Kap. 6.4.1 Fische. In: G. Rheinheimer (Hrsg.) Meereskunde der Ostsee. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 190-196.

NESTLER, J.M.; PLOSKEY, G.R.; PICKENS, J.; MENEZES, J. & C. SCHILT (1992):
Responses of blueback herring to high-frequency sound and implications. N. Am. J. Fish. Manage.; **12/4**: 667 - 683.

NEUMANN, G. (1981):
Lagerungsverhältnisse spät- und postglazialer Sedimente im Arkona-Becken. unveröffentlichte Dissertation, Institut für Ostseekunde Warnemünde.

NILSSEN, K.T. (2007):
Status of Harbour Seal Stocks in the Baltic and North Atlantic. Vortrag auf der Internat. Konferenz “Seals and Society“, 16.-18.10.2007, Vaasa, Finnland. www.seal2007vaasa.fi

N.I.T. (2001):
Befragung von Einheimischen und Gästen in den 15 wichtigsten Hotels S-H‘s im Auftrag der Landesregierung S-H’s. Die Ostsee, Schutz und Nutzung, Mittelseminar, 2001, Kiel, Studie des Institutes für Tourismus und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH.

NORDHEIM VON, H. & D. BOEDEKER (1998):
Red list of marine and coastal biotopes and biotope complexes of the Baltic Sea, Belt and Kattegat. Baltic Sea environment proceedings; **75**: 1-115.

OLSSON, O.; NILSSON, T. & T. FRANSSON (2000):
Long-term study of mortality in the common guillemot in the Baltic Sea Analysis of 80 years of ringing data. Swedish Environmental Protection Agency, Report No. **5057**.

OREJAS C.; JOSCHKO T.; SCHRÖDER A.; DIERSCHKE J.; EXO, M.; FRIEDRICH E.; HILL R.; HÜPPOP O.; POLLEHNE F.; ZETTLER M.L. & R. BOCHERT (2005):
Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO), Endbericht, Juni 2005.

ORTHMANN, T. (2000):
Telemetrische Untersuchungen zur Verbreitung, zum Tauchverhalten und zur Tauchphysiologie von Seehunden *Phoca vitulina vitulina,* des Schleswig-Holsteinischen-Wattenmeeres. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS (1999):
Raumbedeutsame Nutzung im off-shore-Bereich vor der Küste von Mecklenburg-Vorpommern. 1999. In: MfABL M-V (2004): Raumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern – Entwurf zum 2. Beteiligungsverfahren. Band II: Umwelterklärung. Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin 2004.

OSTSEEINSTITUT FÜR MARKETING, VERKEHR UND TOURISMUS (2003):
Wirkungseffekte von Offshore-Windkraftanlagen in Mecklenburg-Vorpommern auf touristische Nachfrage- und Angebotsstrukturen – Forschungsgutachten. Ostseeinstitut für Marketing, Verkehr und Tourismus an der Universität Rostock, 19.12.2003.

OTT, K. & DUENE (2003):
Umfrage zur Ästhetik von geplanten Offshore-Windenergieanlagen vor der Küste Rügens. Ergebnisse der Touristenbefragung am Königsstuhl auf Rügen Sommer 2002, Prof. Dr. Konrad Ott, Professur für Umweltethik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, DUENE e.V. Institut für dauerhaft umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde am Botanischen Institut der Universität Greifswald: 43 S. + Anhänge.

OWENS, N.W. (1977):
Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. Wildfowl; **28**: 5-14.

OWP (2003):
Ergebnisse der Akzeptanzumfrage unter den Einwohnern Rügens. OWP Adlergrund GmbH.

PALO, J.U.; MÄKINEN, H.S.; HELLE, E.; STENMEN, O. & R. VÄINÖLA (2001):
Microsatellite variation in ringed seals *(Phoca hispida):* genetic structure and history of the Baltic Sea population. Heredity; **86**: 609-617.

PETERS, W., MORKEL, L., KÖPPEL, J., KÖLLER, J. (2007):
Berücksichtigung von Auswirkungen auf die Meeresumwelt bei der Zulassung von Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone. Endbericht eines Forschungsvorhabens, gefördert aus Mitteln des Bundesumweltministeriums (FKZ 0329949). Unter Mitarbeit von K. Wippel, Z. Hagen und M. Treblin, mit einem Beitrag von Lothar Bach und Ulf Rahmel.

PETERSEN, I.K.; CHRISTENSEN, T.K.; KAHLERT, J.; DESHOLM, M. & A.D. FOX (2006):
Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev 1, Denmark. National Environmental Research Institute Report.

PETERSONS, G. (2004):
Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Criroptera). Myotis Vol.; **41/42**: 29-56.

PETTERSSON, J. (2002):
Bird observation in southern Kalmar Sound. Report to Vindkompaniet AB / Enron Wind Sverige.

PETTERSSON, J. (2005):
The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Kalmar Sound, Sweden. Lund University, Sweden.

PIELOU, E.C. (1966):
Shannon´s formula as a measure of specific diversity. Am. Nature; **100**: S. 463-465.

PLANCO (2004):
Standortkonzept für Sportboothäfen an der Ostseeküste M-V. Herausgeber: Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern. Planco-Consulting GmbH. Schwerin 2004.

PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE UND UMWELT (2004):
Ermittlung von erheblichen Beeinträchtigungen im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung – Endbericht zum F+E-Vorhaben FKZ 80182130 des Bundesamtes für Naturschutz, 316 Seiten

POHL, C., HENNINGS, U. UND T. LEIPE (2007):
Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2006. Meereswissenschaftliche Berichte des Leibnitzinstitut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW); 70.

POHL, C., U. HENNINGS & T. LEIPE (2008):
Ostsee-Monitoring. Die Schwermetall-Situation in der Ostsee im Jahre 2007. Meereswiss. Ber., Warnemünde 72 (2008). Institut für Ostseeforschung Warnemünde Im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrografie Hamburg. Warnemünde 2008.

POMMERANZ, H., MATTHES H., ALLGEYER, P., PAATSCH C. & A. SEEBENS (2012):
Fledermauszug über der Ostsee – im Konflikt mit WEA?. NABU Mecklenburg-Vorpommern, Landesausschuss für Fledermausschutz und –forschung Mecklenburg-Vorpommern, Verein Jordsand zum Schutze der Seevögel und der Natur e.V., Vortrag A. Seebens vom 18.1.2012 am LUNG M-V, Güstrow.

POSEY, M.H. & W.G. AMBROSE (1994):
Effects of proximity to an offshore hard-bottom reef on infaunal abundances. Marine Biology; **118**: 745-753.

POTTHOFF, M.; SCHRÖDER, A.; GUTOW, L.; JOSCHKO, T. & R. KRONE (2007):
Modellierung des Biomasse-Exports von FINO 1. Präsentation zum Statusseminar von BeoFINO II & QuantAS-Off im IOW am 17. Dezember 2007 im Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde; download unter
www.io-warnemuende.de/bio/workgroups/benthos/dokumente/.

POWILLEIT M.; KLEINE J. & H. LEUCHS (2006):
Impacts of experimental dredged material disposal on a shallow, sublittoral macrofauna community in Mecklenburg Bay (western Baltic Sea). Mar. Poll. Bull. 52: 386-396.

PRANGE, H. (2001):
Kranichzug, - rast und -schutz 2000. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

PRENA, J., GOSELCK, F., SCHROEREN, V. & J. VOSS (1997):
Periodic and episodic benthos recruitment in southwest Mecklenburg Bay (western Baltic Sea). Helgoländer Meeresunters.; **51**: 1-21.

PRENA, J.; GOSSELCK, F. & K. BROSDA (2002):
Ergänzende Beurteilung von Makrozoobenthosproben aus der südlichen Ostsee gemäß HABAK. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz: 52 S.

PROCHNOW, G. (1998):
Grundlagen für den Schutz von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) im Seegebiet westlich der Insel Amrum und Sylt. Diplomarbeit, Universität Hamburg, Hamburg: 120 S.

RECHLIN, O. & O. BAGGE (1996):
Entwicklung der Nutzfischbestände. In: J. L. LOZÁN, R. LAMPE, W. MATTHÄUS, E. RACHOR, H. RUMOHR & H. V. WESTERNHAGEN (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftliche Fakten. Parey Verlag, Berlin, 188-196.

RECK, H.; RASSMUS, J.; KLUMP, G.M.; BÖTTCHER, M.; BRÜNING, H.; GUTSMIEDL, I.; HERDEN, C.; LUTZ, K.; MEHL, U.; PENN-BRESSEL, G.; ROWECK, H.; TRAUTNER, J.; WENDE, W.; WINKELMANN, C. & A. ZSCHAUCH (2001):
Auswirkungen von Lärm und Planungsinstrumente des Naturschutzes. Naturschutz und Landschaftsplanung **33/5**: 145-150.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND VORPOMMERN (2004):
Regionales Entwicklungskonzept Vorpommern. Erste Fortschreibung. Projektgemeinschaft BTE / Planungsgruppe 4, Berlin. 2004.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND VORPOMMERN (2010):
Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern. Greifswald. August 2010.

REID, J.B.; EVANS, P.G.H. & S.P. NORTHRIDGE (2003):
Atlas of Cetacean distribution in north-west European waters. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough.

REIMERS, H. (2011):
Potenzielles WEA-Eignungsgebiet Curslack, Fachbeitrag Fledermäuse, Freie- und Hansestadt Hamburg, Umweltkartierung – Informationsverarbeitung (UIN)
http://www.hamburg.de/contentblob/3577528/data/2011-11-10-nr331-fb-fledermaeuse-curslack.pdf

RICHARD, J.D. (1968):
Fish attraction with pulsed low-frequency sound. J. Fish. Res. Bd Can.; **25**: 1441-1452.

RICHARDSON, W.J.; GREENE JR., C.R.G.; MALME, C.I. & D.H. THOMSON (1995):
Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego: 576 pp.

RIECKEN, U.; FINCK, P.; RATHS, U.; SCHRÖDER, E. & A. SSYMANK (2006):
Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands, zweite fortgeschriebene Fassung, Naturschutz und biologische Vielfalt; **34**: 318 S.

RODRIGUES, L.; BACH, L.; DUBOURG-SAVAGE, M.-J.; GOODWIN, J. & C. HARBUSCH (2008):
Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten. EUROBATS Publication Series No. 3 (deutsche Fassung). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 57 S.

ROSS, Q.E.; DUNNING, D.J.; THORNE, R.; MENEZES, J.K.; TILLER, G.W. & J.K. WATSON (1993):
Response of alewives to high-frequency sound at a power plant intake on Lake Ontario. N. Am. J. Fish. Manage.; **13/2**: 291-303.

ROSS, P.S.; ELLIS, G.; JEFFRIES, S.; CHALAMBOKIDIS, J. & L. BARRETT-LENNARD (2001):
Pacific Killer whales (*Orcinus orca*): sentinels of a contaminated planet. **In**: Abstract 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Vancouver, Canada Nov 28 - Dec 3, 2001, Society for Marine Mammalogy: 184.

RUMOHR H.; BREY T. & S. ANKAR (1987):
A compilation of biometric conversion factors for benthic invertebrates of the Baltic Sea. The Baltic Marine Biologists Publ.; **9**: 56.

RYDELL, J.; BACH, L.; DUBOURG-SAVAGE, M.-J.; GREEN, M.; RODRIGUES, L. & M. HEDENSTRÖM (2010):
Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal Wildlife Research (2010), S. 823-827.

SCHEIDAT, M.; GILLES, A.; LEHNERT, K. & U. SIEBERT (2003):
Erfassung von Meeressäugern in der deutschen AWZ der Nordsee. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: 33 S.

SCHEIDAT, M.; GILLES, A. & U. SIEBERT (2004):
Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (Phocoena phocoena) in der deutschen Nord- und Ostsee – Teilprojekt 3. In: Endbericht Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee – Grundlagen zur Bewertung von Windkraftanlagen im Offshore-Bereich. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (FKZ: 0327520): 114 S.

SCHIRMEISTER, B. (2003):
Verluste von Wasservögeln in Stellnetzen der Küstenfischerei – das Beispiel der Insel Usedom. Meer und Museum **17**: 160-166.

SCHLUNGBAUM, G., B. BACHER & H. BAUDLER (1995):
Gelöste Phosphatverbindungen und ihre biologische Verfügbarkeit in Gewässerökosystemen – eine Diskussion zum Limitationsproblem. Bodden, Kloster; **2**: 165-186.

SCHMIEDL, J. (2001):
Auswirkungen künstlicher Beleuchtung auf die Tierwelt – ein Überblick. Schr.reihe Landsch.pfl. Nat.sch.; **67**: 19-51.

SCHRÖDER, A.; KNUST, R.; OREJAS, C. & T. JOSCHKO (2005):
AP2: Prozesse im Nahbereich der Piles – Nordsee. **In**: BEOFINO - Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore -Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee, Endbericht Juni 2005: 333 S.

SCHULZ-BULL, D.; HAND, I.; LERZ, A.; TROST, E. & D. WODARG (2009):
Regionale Verteilung chlorierter Kohlenwasserstoffe (CKW) und polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) im Pelagial und Oberflächensediment der Ostsee 2008. Leibniz-Institut für Ostseeforschung an der Universität Rostock. Im Auftrag des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie Hamburg, Rostock-Warnemünde. Juni 2009.

SCHULZE, G. (1996):
Die Schweinswale. Neue Brehm-Bücherei, 2. überarb. Auflage, Magdeburg; Bd. **583**: 191 S.

SCHWARZ, J. & G. HEIDEMANN (1994):
Zum Status der Bestände der Seehund- und Kegelrobbenpopulationen im Wattenmeer. **In**: LOZÁN, J. L.; Rachor, E.; Reise, K.; Westernhagen, H. V. & W. Lenz (Hrsg.). Warnsignale aus dem Wattenmeer. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin: 296-303.

SCHWARZ, J.; HARDER, K.; NORDHEIM, H. VON & W. DINTER (2003):
Wiederansiedlung der Ostseekegelrobbe *(Halichoerus grypus* balticus) an der deutschen Ostseeküste. Angewandte Landschaftsökologie; **54**: 196 S.

SEEBENS, A. (2010):
Informationen zum White-Nose Syndrome (WNS), online verfügbar unter: http://www.nachtforscher.de/index.php/service/wns.

SELL, M. (1991):
Raum-Zeit-Muster überwinternder Entenvögel unter dem Einfluß anthropogener Störfaktoren: Experimente an einem Freizeitstausee im Ruhrgebiet. Ber. dtsch. Sekt. Int. Rat Vogelschutz; **30**: 71 - 85.

SHANNON, C. & N. WIENER (1949):
The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Champaign: 111 S.

SIEBERT, U.; LEHNERT, K.; SEIBEL, H.; HASSELMEIER, I.; MÜLLER, S.; SCHMIDT, K.; RADEMAKER, M.; HERR, H.; ROSENBERGER, T. & S. WINGBERG (2009):
Totfundmonitoring von Kleinwalen und Kegelrobben in Schleswig-Holstein 2008. Bericht an das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Forschungs- und Technologiezentrum Westküste: 55 S.

SKIBA, R. (2007):
Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen (WEA). Nyctalus (N.F.), Berlin; 12:199-220.

SKOV, H.; DURINCK, J.; LEOPOLD, M.F. & M.L. TASKER (1995):
Important Bird Areas for seabirds in the North Sea. BirdLife International, Cambridge.

SKOV, H.; CHRISTENSEN, K.D.; MEISSNER, J. & J. DURINCK (1998):
Fehmarn Belt Feasibility Study. Birds and Marine Mammals, Baseline Investigation. Technical Note, Phase 2. COWI-Lahmeyer.

SKOV, H.; VAITKUS, G.; FLENSTED, K.N.; GRISHANOV, G.; KALAMEES, A.; KONDRATYEV, A.; LEIVO, M.; LUIGUJÕE, L.; MAYR, C.; RASMUSSEN, J.F.; RAUDONIKIS, L.; SCHELLER, W.; SIDLO, P.O.; STIPNIECE, A.; STRUWE-JUHL, B. & B. WELANDER (2000):
Inventory of coastal and marine Important Bird Areas in the Baltic sea. BirdLife International, Cambridge.

SOLDAL, A.V.; BRONSTAD, O.; HUMBORSTAD, O.; JORGENSEN, T.; LOKKEGORG, S. & I. SVELLINGEN (1998):
Oil production structures in the North Sea as fish aggregating devices. ICES C.M. 1998/ U; **11**: 1-12.

SONNTAG, N., O. ENGELHARD & S. GARTHE (2004):
Sommer- und Mauservorkommen von Trauerenten *Melanitta nigra* und Samtenten *M. fusca* auf der Oderbank (südliche Ostsee). Vogelwelt; **125**: 77-82.

SONNTAG, N.; MENDEL; B. & S. GARTHE (2006):
Die Verbreitung von See- und Wasservögeln in der deutschen Ostsee im Jahresverlauf. Vogelwarte ; **44**: 81-112.

SOUTHALL, B.L.; BOWLES, A.E.; ELLISON, W.T.; FINNERAN, J.J.; GENTRY, R.L.; GREENE, C.R.; KASTAK, D.; KETTEN, D.R.; MILLER, J.H.; NACHTIGALL, P.E.; RICHARDSON, W.J.; THOMAS, J.A. & P.L. TYACK (2007):
Marine mammal noise-exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquat. Mammals; **33**: 411-521.

SRU (2003):
Zum Konzept der Europäischen Kommission für eine gemeinsame Meeresumweltschutzstrategie. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Stellungnahme; Februar 2003.

SRU (2004):
Meeresumweltschutz für Nord- und Ostsee – Sondergutachten. Februar 2004.

SSYMANK, A., U. HAUKE, C. RÜCKRIEM & E. SCHRÖDER (1998):
Das Europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz; **53**: 1-560.

STAUN STRALSUND (2007a):
Verlaufs- und Ergebnisprotokoll der Besprechung nach § 2a der 9. BImSchV mit Scoping zu einem Genehmigungsverfahren nach §§ 4 und 10 BImSchG für die errichtung und den Betrieb des Offshore-Windenergieparks „ARCADIS Ost 1“. Antragsteller: ARCADIS Consult GmbH: 38 S.

STAUN STRALSUND (2007b):
Unterrichtung nach § 2a der 9. BImSchV übe die voraussichtliringenden Unterlagen für das UVP-pflichtige Vorhaben der Errichtung und des Betriebes eines Offshore-Windparks vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns nordöstlich vom Kap Arkona (Rügen) (OWP „ARCADIS Ost 1“). Staatliches Amt für Umwelt und Natur Stralsund. Stralsund, 25.10.2007.

STAUN STRALSUND (2008):
Genehmigungsverfahren ARCADIS Ost 1 – Anpassung des Untersuchungsrahmens. Staatliches Amt für Umwelt und Natur Stralsund. Stralsund, 28.07.2008.

SUDFELDT, C.; DRÖSCHMEISTER, R.; GRÜNEBERG, C.; JAEHNE, S.; MITSCHKE, A. & J. WAHL (2008):
Vögel in Deutschland – 2008. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.

SUNDBERG, J. & M. SÖDERMANN (1999):
Windpower and grey seals: an impact assessment of potential effects by sea-based windpower plants on a local seal population. Anceps Ecologidata; Dept. Animal Ecology, U. of Uppsala, Sweden.

SÜDBECK, P.; BAUER, H.-G.; BOSCHERT, M.; BOYE, P. & W. KNIEF (2007):
Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. überarbeitete Fassung, 30.11.2007. Ber. Vogelschutz; **44**: 23-81.

SVEEGAARD, S. (2006):
Selection of Special Areas of Conservation for harbour porpoises in Denmark. M.Sc.Thesis, University of Copenhagen, Denmark.

TECH-WISE/ELSAM (2003):
Elsam. Offshore-Windfarm Horns Rev 1. Annual status report for the enviromental monitoring programm 1 January 2002 – 31 December 2002. Tech-Wise, Frederica, Denmark.

TEILMANN, J. (2000):
The behaviour and sensory abilities of harbour porpoises (Phocoena phocoena) in relation to bycatch in Danish gillnet fishery. Ph.D. thesis, University of southern Denmark, Odense.

TEILMANN, J. & M. P. HEIDE-JØRGENSEN (2001):
Sæler i Østersøen, Kattegatt og Limfjorden 2000. In: K. Laursen (ed.) Overvågning af fugle, sæler og planter 1999-2000, med resultater fra feltstationerne. Faglig rapport fra DMU; nr. **350**: 103 pp.

TEILMANN, J.; DIETZ, R.; CLERMONT EDRÉN, S.M.; HENRIKSEN, O.D. & J. CARSTENSEN (2003):
Aerial surveys of seals at Rødsand seal sanctuary and adjacent haul-out sites. Research Notes from NERI Nr. 188: 34 S.

TEILMANN, J.; DIETZ, R.; LARSEN, F.; DESPORTES, G.; GEERTSEN, B.M.; ANDERSEN, L.W.; AASTRUP, P.; HANSEN, J.R. & L. BUHOLZER (2004):
Satellitsporing af marsvin i danske og tilstødende farvande. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU; nr. **484**.

THIEL, R.; WINKLER, H.M. & L. URHO (1996):
Zur Veränderung der Fischfauna. In: J. L. Lozán, R. Lampe, W. Matthäus, E. Rachor, H. Rumohr & H. v. Westernhagen (Hrsg.) Warnsignale aus der Ostsee – wissenschaftlich Fakten. Parey Verlag, Berlin: 181-188.

THOMSEN, F.; LÜDEMANN, K.; KAFEMANN, R. & W. PIPER (2006):
Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd. http://www.offshorewind.co.uk: 59 pp.

TIEDEMANN, R.; HARDER, J.; GMEINER, R. C. & E. HAASE (1996):
Mitochondrial DNA sequence patterns of harbour porpoises *(Phocoena phocoena)* from the North and the Baltic Sea. Zeitschrift für Säugetierkunde; **61**: 104-111.

TIEDEMANN, R. (2007):
Genetic Analysis of the Baltic Sea porpoise population structure. Vortrag auf der Tagung “Year of the dolphin in Europe – Conservation of small cetaceans and marine protected areas”, Stralsund, 29.10. – 01.11.2007.

TINGLEY, M.W. (2003):
Effects Of Offshore Wind Farms On Birds. “Cuisinarts Of The Sky” Or Just Tilting At Windmills? Thesis In Partial Ful-Fillment Of The Requirements For A Degree With Honors Of Bachelor Of Arts. Harvard University Cambridge, Massachusetts.

TREWEEK, J. (2001):
Integrating Biodiversity with National Environmental Assessment Processes. A review of Experiences and Methods. UNEP/UNDP Biodiversity Planning Support Programme. Bristol, U.K.

TU BERLIN (KÖPPEL, J.; WENDE, W.; HERBERG, A.); WOLF, R.; NEBELSIECK, R. & K. RUNGE (2006):
Naturschutzfachliche und naturschutzrechtliche Anforderungen im Gefolge der Ausdehnung des Raumordnungsregimes auf die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone. Forschungskennziffer 804 85 017 K2, Endbericht Mai 2006.

TULP, I.; SCHEKKERMAN, H.; LARSEN, J.K.; VAN DER WINDEN, J.; VAN DE HATERD, R.J.W.; VAN HORSSEN, P.; DIRKSEN, S. & A.L. SPAANS (1999):
Nocturnal flight activity of sea ducks near the windfarm Tunø Knob in the Kattegat. Bureau Waardenburg report nr. 99.64.

TÜV NORD (2007):
Aquatische Umlagerung, Zwischenauswertung. Fachgutachten zum Vorhaben „Anpassung der Seewasserstraße Nördlicher Peenestrom an die veränderten Anforderungen aus Hafen- und Werftbetrieb der Stadt Wolgast“ im Auftrag des WSA Stralsund, 03. 11 2007.

TÜV NORD (2012a):
Offshore-Windpark (OWP) „ARCADIS Ost 1“ - Maringeologisches und sedimentologisches Gutachten. Technischer Überwachungs-Verein NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG, Rostock, November 2012.

TÜV NORD (2012b):
Schalltechnische Untersuchung für den Offshore-Windpark „ARCADIS Ost 1“. Technischer Überwachungs-Verein NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG , Rostock, 12.12.2012.

UBA (2003):
Position des Umweltbundesamtes zu Schallemissionen von Offshore-Windenergieanlagen während der Bau- und Betriebsphase. Umweltbundesamt, Berlin.

UBA (2011):
Information Unterwasserlärm – Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windeenergieanlagen (OWEA). Umweltbundesamt, Mai 2011.

UM M-V (2003):
Gutachterliches Landschaftsprogramm M-V. Umweltministerium M-V, Schwerin.

UM M-V (2005):
Kohärentes europäisches ökologisches Netz „Natura 2000“ Mecklenburg-Vorpommern. Umweltministerium M-V, Schwerin, Ausgabe April 2005 (mit Standarddatenbögen).

UM M-V (2007):
Informationen zur Gebietscharakterisierung von SPA und FFH-Marin-Gebieten (Arbeitsmaterial im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zur geplanten Nachmeldung von FFH-Gebieten im Küstenmeer sowie über die geplante neue Kulisse von Europäischen Vogelschutzgebieten (SPA=Special Protection Areas) im Land Mecklenburg-Vorpommern; Arbeitsstand: April 2007). Umweltministerium M-V, Schwerin April 2007.

UM M-V (2008):
Informationen zu Natura 2000-Gebieten in M-V. GIS-Daten des Umweltministeriums M-V, GIS-Daten und Standarddatenbögen des Kartenportals Umwelt M-V (http://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/) sowie Informationen des LUNG M-V unter http://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/natur/schutzgebiete/schutzgebiete_karten.htm. Umweltministerium M-V.

VAGLE, S. (2003):
On the Impact of Underwater Pile-Driving Noise on Marine Life. Institute of Ocean Sciences, DFO/Pacific, Ocean Science and Productivity Division.

VAN DEN BERGH, L.M.J; SPAANS, A.L. & N.D. VAN SWELM (2002):
Lijnopstelling van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. Limosa: **75**: 25-32.

VBW (2011):
Geotechnical survey. OWP ARCADIS Ost - Erweiterungsfläche. Final Report. Vermessungsbüro Weigt, Rostock-Warnemünde. Januar 2011.

VBW & NAUTIK NORD (2009):
Offshore-Windpark ARCADIS Ost 1 – Windparkfläche. Geologischer Vorbericht (Rev0) – Hydrographische Vermessung (Bathymetrie), Sidescan Sonar Untersuchung, Reflexionsseismische Untersuchung. Vermesseungsbüro Weigt in Zusammenarbeit mit der Nautik Nord GmbH im Auftrag des Institutes für Angewandte Ökologie. Rostock, 06.02.2009

VERFUß, U.K.; HONNEF, C.G.; MEDING, A.; DÄHNE, M.; MUNDRY, R. & H. BENKE (2007a):
Geographical and seasonal variation of harbour porpoise *(Phocoena phocoena)* presence in the German Baltic Sea revealed by passive acoustic monitoring. J. Mar. Biol. Ass. U.K.; **87**: 165-176.

VERFUß, U.K.; DÄHNE, M.; MEDING, A.; HONNEF, C.G.; JABBUSCH, M.; ADLER, S.; MUNDRY, R.; HANSEN RYE, J.; CHARWAT, H. & H. BENKE (2007b):
MINOS 2 Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen (MINOSPlus) – Teilprojekt 3: Untersuchungen zur Raumnutzung durch Schweinswale in der Nord- und Ostsee mit Hilfe akustischer Methoden (PODs). FKZ 0329946C. Schlussbericht an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Deutsches Meeresmuseum. Stralsund, November 2007.

VOGEL, S. (2000):
Robben im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Schriftenreihe Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer; **12**: 3-25.

VOGEL, S. & H. VON NORDHEIM (1995):
Gefährdung von Meeressäugetieren durch Schiffsverkehr. Rastvögel; **16/4**: 82-86.

WALTER, G,; MATTHES, H. & M. JOOST (2005):
Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. Natur und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat); Bd. **4**: 8-12.

WALTER, G.; MATTHES, H. & M. JOOST (2007):
Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. Nyctalus (N.F.); **12**: 221-233.

WANG, J.Y. & P. BERGGREN (1997):
Mitochondrial DNA analyses of Harbour porpoises *(Phocoena phocoena)* in the Baltic Sea, the Kattegatt Skagerrak Seas and off the west coast of Norway. Mar. Biol.; **127**: 531-537.

WASMUND, N.; SCHÖPPE, C.; GÖBEL, J. & M. VON WEBER (2011):
Chlorophyll-a in den deutschen Ostseegewässern. Meeresumwelt Aktuell Nord- und Ostsee 2011/2. Herausgegeben vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg und Rostock. (http://www.blmp-online.de/PDF/Indikatorberichte/2011_02_d.pdf).

WESTERBERG, H. (2000):
Impact studies of seabased windpower in Sweden. **In**: MERCK, T. & H.V. NORDHEIM (eds.): Technische Eingriffe in marine Lebensräume. Workshop des Bundesamtes für Naturschutz- INA Vilm 27.-29. Oktober 1999. BfN Skripten; **29**: 163-168.

WETLANDS INTERNATIONAL (2006):
Waterbird ppulation estimates – fourth edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

WIEMANN, A.; ANDERSEN, L.W.; BERGGREN, P.; SIEBERT, U.; BENKE, H.; TEILMANN, J.; LOCKYER, C.; PAWLICZKA, I.; SKO ´RA, K.; ROOS, A.; LYRHOLM, T.; PAULUS, K.B.; KETMAIER, V. & R. TIEDEMANN (2009):
Mitochondrial Control Region and microsatellite analyses on harbour porpoise *(Phocoena phocoena)* unravel population differentiation in the Baltic Sea and adjacent waters. Conserv Genet, RESEARCH ARTICLE, 23.12.2009; DOI 10.1007/s10592-009-0023-x.

WINKELMAN, J.E. (1992a):
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels; 1. Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport; **92/2**.

WINKELMAN, J.E. (1992b):
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels: 2: nachtelijke aanvaringskansen. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, RIN-rapport, Arnhem; **92/3**.

WINKELMAN, J.E. (1992C):
De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels: 3: aanvlieggedrag overdag. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, RIN-rapport, Arnhem; **92/4**.

WINKLER, H.M.; SKORA, K.; REPECKA, R.; PLIKS, M.; NEELOV, A.; URHO, L.; GUSHIN, A. & H. JESPERSEN (2000):
Checklist and status of fish species in the Baltic Sea. ICES C.M. 2000/ MINI:11, 1-5.

WM M-V (2004):
Landestourismuskonzeption Mecklenburg-Vorpommern 2010. Wirtschaftsministerium Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin, Oktober 2004.

WSD (2009):
Entwurf der „Richtlinie für die Gestaltung, Kennzeichnung und Betrieb von Windenergieanlagen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs“. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Fachstelle der WSV für Verkehrstechniken, Aurich, Kiel, Koblenz; 20. Mai 2009.

WÜRSIG, B.; GREENE, C.R. & T.A. JEFFERSON (2000):
An air bubble curtain reduces noise of percussive piling to protect dolphins. Marine Environmental Research; **49**: 79-93.

ZETTLER, M. & F. POLLEHNE (2008):
Benthosökologische Auswirkungen von Offshore-Windenergieparks in Nord- und Ostsee. Beo-Fino2 – Prozesse im Nahbereich der Piles – Ostsee. Endbericht Mai 2008, 56 S. BMU-Fkz 329974B.

ZIELKE, W. (2000):
Hydro- und morphodynamische Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen. BfN-Skripten; **29**: 147-162.

ŽYDELIS, R. (2002):
Habitat selection of waterbirds wintering in Lithuanian coastal zone of the Baltic sea. PhD thesis, Vilnius University.

ŽYDELIS, R.; BELLEBAUM, J.; ÖSTERBLOM, H.; VETEMAA, M.; SCHIRMEISTER, B.; STIPNIECE, A.; DAGYS, M.; VAN EERDEN, M. & S. GARTHE (2009):
Bycatch in gillnet fisheries – An overlooked threat to waterbird populations. Biological conservation **142**: 1269-1281.

Gesetze / Richtlinien / Normen / Erlasse / Merkblätter

ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUM SCHUTZ GEGEN BAULÄRM – GERÄUSCHIMMISSIONEN (AVV BAULÄRM):
vom 19. August 1970, Beil. zum BAnz. Nr. 160.

ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUR AUSFÜHRUNG DES GESETZES ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG (UVPVWV):
vom 18.9.1995.

ALLGEMEINE VERWALTUNGSVORSCHRIFT ZUR KENNZEICHNUNG VON LUFTFAHRTHINDERNISSEN:
vom 8. Mai 2007.

BAUGESETZBUCH (BAUGB):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Juli 2011 (BGBl. I S. 1509).

BUNDESNATURSCHUTZGESETZ – BNATSCHG:
vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), in Kraft getreten am 01. März 2010, zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148).

DENKMALSCHUTZGESETZ (DSCHG M-V):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. Januar 1998, zuletzt geändert: § 25 neu gefasst durch Artikel 10 des Gesetzes vom 12. Juli 2010 (GVOBl. M-V S. 383, 392).

EU-KOMMISSION (1997):
Standard Datenbogen. EUR Version 15. Erläuterungen.
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/standarddataforms/form_notes_de.pdf

EU-KOMMISSION (2000):
NATURA 2000 – Gebietsmanagement. Die Vorgaben des Artikels 6 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG. Luxemburg.
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/provision_of_art6_de.pdf.

EUROPÄISCHE KOMMISSION – GD UMWELT (2001):
Prüfung der Verträglichkeit von Plänen und Projekten mit erheblichen Auswirkungen auf Natura-2000-Gebiete. Methodik-Leitlinien zur Erfüllung der Vorgaben des Art. 6 Absätze 3 und 4 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG. November 2001.
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/natura_2000_assess_de.pdf.

EU-KOMMISSION (2004):

Entscheidung der Kommission vom 7. Dezember 2004 gemäß der Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Verabschiedung der Liste von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung in der kontinentalen biogeografischen Region. Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2004) 4031. Amtsblatt der Europäischen Union vom 28.12.2004. 1-382.

EU-KOMMISSION (2008):
Entscheidung der Kommission vom 13. November 2007 gemäß der Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Verabschiedung einer ersten aktualisierten Liste von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung in der kontinentalen biogeografischen Region. Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2007) 5403. Amtsblatt der Europäischen Union vom 15.01.2008. 12-677.

EU-KOMMISSION (2009):
Entscheidung der Kommission vom 12. Dezember 2008 gemäß der Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Verabschiedung einer zweiten aktualisierten Liste von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung in der kontinentalen biogeografischen Region (ABl. L 43 vom 13.2.2009, S. 63–244).

EUROPEAN COMMUNITIES (1991):
Corine Biotopes Manual Bd. I Part 2 Data Specifications.

EUROPEAN COMMISSION (2007A):
Interpretation manual of European Union habitats, EUR 27. July 2007. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/2007_07_im.pdf.

EUROPEAN COMMISSION (2007B):
Leitfaden zum Aufbau des Natura-2000-Netzes in der Meeresumwelt Anwendung der FFH- und der EU-Vogelschutzrichtlinie. Mai 2007,
http://www.eu-koordination.de/PDF/Natura2000marine_guidelines_de.pdf.

GESETZ DES LANDES MECKLENBURG-VORPOMMERN ZUR AUSFÜHRUNG DES BUNDESNATURSCHUTZGESETZES (NATURSCHUTZAUSFÜHRUNGSGESETZ - NATSCHAG M-V):
vom 23. Februar 2010, verkündet als Artikel 1 des Gesetzes zur Bereinigung des Landesnaturschutzrechts vom 23. Februar 2010 (GVOBl. M-V S. 66).

GESETZ ÜBER DIE RAUMORDNUNG UND LANDESPLANUNG DES LANDES MECKLENBURG-VORPOMMERN (LPLG - LANDESPLANUNGSGESETZ):
in der Fassung vom 5. Mai 1998 (GVOBl. M-V S. 503), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 20. Mai 2011 (GOVBl. M-V S. 323, 324).

GESETZ ÜBER DIE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG (UVPG):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95)

GESETZ ZU DEM ÜBEREINKOMMEN VOM 05. JUNI 1992 ÜBER DIE BIOLOGISCHE VIELFALT VOM 30. AUGUST 1997:
BGBl. II Nr. 32, S.1741 ff.

GESETZ DES LANDES MECKLENBURG-VORPOMMERN ZUR AUSFÜHRUNG DES BUNDESNATURSCHUTZGESETZES (NATURSCHUTZAUSFÜHRUNGSGESETZ – NATSCHAG M-V):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Februar 2010, GVOBl. M-V 2010 S. 66, zuletzt geändert durch Art. 23 Satz 2 des Gesetzes zur Bereinigung des Landesnaturschutzrechts vom 23. 2. 2010 (GVOBl. M-V S. 66).

GESETZ ZUM SCHUTZ VOR SCHÄDLICHEN UMWELTEINWIRKUNGEN DURCH LUFTVERUNREINIGUNGEN, GERÄUSCHE, ERSCHÜTTERUNGEN UND ÄHNLICHE VORGÄNGE (BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ - BIMSCHG):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juni 2012 (BGBl. I S. 1421)

INTERPRETATION MANUAL OF EUROPEAN UNION HABITATS:
European Commission DG Environment (2007), Brüssel, Eur 27: 142 pp.

NEUNTE VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES (VERORDNUNG ÜBER DAS GENEHMIGUNGSVERFAHREN – 9. BIMSCHV):

in der Fassung der Bekanntmachung vom 29. Mai 1992 (BGBl. I S. 1001), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470).

NEUNUNDDREIßIGSTE VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES (VERORDNUNG ÜBER LUFTQUALITÄTSSTANDARDS UND EMISSIONSHÖCHSTMENGEN):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).

RAUMORDNUNGSGESETZ (ROG):
vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585).

RICHTLINIE 92/43/EWG (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), (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7), zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/105/EG des Rates vom 20. November 2006 (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 368)

RICHTLINIE 2009/147/EG (VS-RL):
des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung).

RICHTLINIE 97/49/EG:
Änderung der Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten vom 29. Juli 1997; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 223/9 vom 13.8.1997.

RICHTLINIE 97/62/EG:
Anpassung der Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen an den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt vom 27. Oktober 1997; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 305/42 vom 08.11.1997.

RICHTLINIE FÜR GESTALTUNG, KENNZEICHNUNG UND BETRIEB VON WINDENERGIEANLAGEN IM VERANTWORTUNGSBEREICH DER WSDEN NORD UND NORDWEST ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER SICHERHEIT UND LEICHTIGKEIT DES SCHIFFSVERKEHRS:
Vorläufige Fassung vom 20. Mai 2009.

TA-LÄRM:
Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA-Lärm) vom 26. August 1998, GMBl. S. 503.

VERORDNUNG ÜBER ANLAGEN SEEWÄRTS DER BEGRENZUNG DES DEUTSCHEN KÜSTENMEERES (SEEANLAGENVERORDNUNG - SEEANLV):
vom 23. Januar 1997 (BGBl. I S. 57), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 15.Januar 2012 (BGBl. I S. 112).

VERORDNUNG ZUM SCHUTZ WILD LEBENDER TIER- UND PFLANZENARTEN (BUNDESARTENSCHUTZVERORDNUNG – BARTSCHV):
vom 16. Februar 2005, BGBl. I S. 258, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 3. Oktober 2012 (BGBl. I S. 2108).

VIERTE VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES (VERORDNUNG ÜBER GENEHMIGUNGSBEDÜRFTIGE ANLAGEN - 4. BIMSCHV):
in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 17. August 2012 (BGBl. I S. 1726).

Kartenanhang

I. Internationale Schutzgebiete

II. Nationale Schutzgebiete

III. Marine Nutzungen

IV. Bodendenkmale und Unterwasserhindernisse

V. Wirkräume und markante Blickbeziehungen zu Küstenstandorten

VI. Bestand Biotoptypen nach LUNG MV (2011)

VII. Bestand Biotoptypen nach RIECKEN et al. (2006)

VIII. Andere zusammenwirkende Projekte (Summation)