

Cluster ‚Nördlich Borkum‘

Ergebnisbericht Umweltmonitoring

Marine Säugetiere

Untersuchungsjahr 2018
(Januar – Dezember 2018)



Foto: Lutz von der Heyde

Hamburg, Dezember 2019 **V0.3**

Im Auftrag der UMBO GmbH
Van-der-Smissen-Strasse 9
22767 Hamburg

Institut für Angewandte
Ökosystemforschung GmbH
Niederlassung Hamburg
Osterstraße 116
20357 Hamburg
Tel. 040 / 4321390-0
Fax 040 / 4321390-99
Info-hamburg@ifaoe.de
www.ifaoe.de

IBL Umweltplanung GmbH
Bahnhofstraße 14a
26122 Oldenburg
Tel. 0441 / 50 50 17 -10
Fax. 0441 / 50 50 17-11
info@ibl-umweltplanung.de
www.ibl-umweltplanung.de



BioConsult SH GmbH & Co. KG
Schobüll Str. 36
25813 Husum
Tel. 04841 / 66 3 29 - 10
Fax 04841 / 66 3 29 - 19
info@bioconsult-sh.de
www.bioconsult-sh.de

Cluster ‚Nördlich Borkum‘ Ergebnisbericht Umweltmonitoring Marine Säugetiere

Untersuchungsjahr 2018
(Januar - Dezember 2018)

Bearbeiter*innen:

Text Anna Krumpel¹, Ina Kammigan¹, Bente Limmer¹, Martin Laczny¹, Stephanie Preuß¹, Alexander Schubert²
QA Mareike Volkenandt³, Lesley Szostek³, Martin Laczny¹, Alexander Schubert², Armin Rose²

¹Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (hauptverantwortlich für die Teile Passiv-akustisches Monitoring und Schiffstransect-Erfassung)

²BioConsult SH GmbH & Co. KG (hauptverantwortlich für den Teil Flugtransect-Erfassung)

³IBL Umweltplanung GmbH (hauptverantwortlich für QA)

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
2	EINLEITUNG.....	6
3	MATERIAL UND METHODEN.....	10
3.1	Flugtransekt-Erfassung	10
3.1.1	Untersuchungsgebiet.....	10
3.1.2	Datenerhebung.....	11
3.1.3	Datenauswertung	13
3.2	Schiffstransekt-Erfassung	22
3.2.1	Untersuchungsgebiet.....	22
3.2.2	Datenerhebung.....	22
3.2.3	Datenauswertung	24
3.3	Passiv-akustisches Monitoring (C-PODs)	25
3.3.1	Untersuchungsgebiet.....	25
3.3.2	Datenerhebung.....	26
3.3.3	Datenauswertung	30
3.4	Vergleichbarkeit von PAM und Flugtransekt-Erfassungen	36
4	ERGEBNISSE	38
4.1	Flugtransekt-Erfassung	38
4.1.1	Schweinswale.....	39
4.1.2	Robben.....	52
4.1.3	Sonstige Meeressäuger.....	62
4.2	Schiffstransekt-Erfassung	63
4.2.1	Schweinswale.....	65
4.2.2	Robben.....	68

4.2.3	Sonstige Meeressäuger	71
4.3	Passiv-akustisches Monitoring (C-PODs) von Schweinswalen	72
4.3.1	Datenverfügbarkeit	72
4.3.2	Detektionsraten – Räumlicher und saisonaler Vergleich	74
4.3.3	Tagesrhythmik der Detektionsraten	84
4.3.4	Auswirkungen von Rammarbeiten und weiterer Schallquellen	88
4.3.5	Verlauf der Detektionsraten im Zeitraum 2014 bis 2018	94
4.3.6	Bootssonare	99
4.4	Vergleichbarkeit von PAM und Flugtransekt-Erfassungen	101
5	DISKUSSION	103
5.1	Schweinswalvorkommen in der südlichen Nordsee (Literatur)	103
5.2	Robbenvorkommen in der südlichen Nordsee (Literatur)	109
5.3	Erhobene Daten des Umweltmonitorings 2018	115
5.3.1	Vergleich der Erfassungsmethoden	115
5.3.2	Schweinswale	120
5.3.3	Robben	127
5.3.4	Sonstige Meeressäuger	130
5.4	Potenzielle Auswirkungen durch den Bau/Betrieb der Windparks und weiterer Lärmquellen im Cluster ‚Nördlich Borkum‘	131
5.5	Schlussfolgerungen	138
6	LITERATUR	140
A	ANHANG	149
A.1	Offshore-Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘	149
A.1.1	Borkum Riffgrund West II (Nr. 1)	150
A.1.2	OWP West (Nr. 2)	152
A.1.3	Borkum Riffgrund West I (Nr. 3)	154

A.1.4	Trianel Windpark Borkum (Nr. 4a und 4b)	156
A.1.5	Merkur Offshore (Nr. 5)	161
A.1.6	alpha ventus (Nr. 6)	163
A.1.7	Borkum Riffgrund 1 (Nr. 7)	164
A.1.8	Borkum Riffgrund 2 (Nr. 8)	166
A.1.9	Nordsee Two (Nr. 9).....	168
A.1.10	OWP Delta Nordsee I (Nr. 10).....	169
A.1.11	OWP Delta Nordsee II (Nr. 11).....	171
A.1.12	Nordsee One (Nr. 12).....	173
A.1.13	Nordsee Three (Nr. 13)	175
A.1.14	Gode Wind 01 (Nr. 14).....	176
A.1.15	Gode Wind 02 (Nr. 15).....	178
A.1.16	Gode Wind 03 (Nr. 16).....	180
A.1.17	Gode Wind 04 (Nr. 17).....	182
A.1.18	Riffgat (nicht abgebildet)	184
A.2	Methoden	185
A.2.1	Koordinaten: Flug- und Schiffstransekte	185
A.2.2	C-PODs: Wartungsfahrten	187
A.2.3	Kalibrierung der C-PODs	197
A.3	Ergebnisse	202
A.3.1	Erfassungen aus dem Flugzeug.....	202
A.4	Gefährdungssituation	212

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Lage des OWP-Clusters ‚Nördlich Borkum‘, der Windparkplanungsgebiete und Schutzgebiete in der deutschen AWZ (Stand: 31.12.2018).	6
Abb. 2.2	Übersicht über die sich im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ befindenden OWPs und Vorhaben mit Angabe des Status (Stand: 31.12.2018): (1): Borkum Riffgrund West II, (2): OWP West, (3): Borkum Riffgrund West I, (4a): Trianel Windpark Borkum I, Ausbauphase 1, (4b): Trianel Windpark Borkum II, Ausbauphase 2, (5): Merkur Offshore, (6): alpha ventus, (7): Borkum Riffgrund 1, (8): Borkum Riffgrund 2, (9): Nordsee Two, (10): OWP Delta Nordsee 1, (11): OWP Delta Nordsee 2, (12): Nordsee One, (13): Nordsee Three, (14): Gode Wind 01, (15): Gode Wind 02, (16): Gode Wind 03, (17): Gode Wind 04.	8
Abb. 2.3	Status der OWPs und Vorhaben des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Untersuchungsjahr 2018. Die nicht genannten OWPs hatten 2017 den Status „in Planung“ oder „genehmigt“ (Stand 31.12.2018; TWB=Trianel Windpark Borkum).	9
Abb. 3.1	Flugtransektdesign für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ bis einschließlich Januar 2018 (Stand: 31.12.2018).....	10
Abb. 3.2	Flugtransektdesign für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ ab Februar 2018 (Stand: 31.12.2018).	11
Abb. 3.3	Das HiDef Kamerasystem. Die vier Kameras decken bei einer Flughöhe von 549 m eine effektive Streifenbreite von 544 m Meeresoberfläche ab.	12
Abb. 3.4	Phasen der unterschiedlichen OWPs im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Erfassungszeitraum. Als Betriebsbeginn wurde hier, abweichend zu Abb. 2.3 und Tab. 2.1 in Kapitel 2 und zur Definition des BSH, die Fertigstellung aller WEAs im jeweiligen OWP zugrunde gelegt. * Bei ‚Borkum Riffgrund 2‘ wurde vor Beginn der eigentlichen Bauphase der WEAs (05.03.2018) am 17. und 18.07.2017 eine Umspannplattform errichtet; diese Bauaktivität wird (wie auch im Vorjahr) in der Analyse nicht berücksichtigt.	17
Abb. 3.5	Darstellung der 10-m-Bänder (schmale schwarze Linien) und der daraus resultierenden Abstandsbänder (breite schwarze Bänder) von der Windparkgrenze ausgehend sowohl nach außen als auch nach innen.	18
Abb. 3.6	Beispielhafte Darstellung der Abstandsbänder mit gleichem Erfassungsaufwand von 50 km Transektstrecke um die einzelnen OWPs des Clusters ‚Nördlich Borkum‘.	19
Abb. 3.7	Beispielhafte Darstellung einer Gradientenanalyse im Falle einer Meidung der OWPs. Links: nicht-parametrischer Test grober Abstandsklassen. Prozentuale Anteile der einzelnen Abstandsklassen an der Gesamtsichtungsrate über den Boxplots. Darunter Signifikanzniveaus des Wilcoxon-Mann-Whitney-Test. Median der Referenzklasse (dunkelgrau) als gestrichelte Linie dargestellt. Abstandsklassen in km Entfernung zur Windparkgrenze. Rechts: Modellierung der Individuenzahl im Verhältnis zur Entfernung vom Windpark in km. Gezeigt ist das GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie) sowie der maximale Meidebereich (schwarz schraffiert) mit dem geschätzten Meideabstand (schwarze Linie). Außerdem ist der Bereich, in dem 50 % der Individuen (abhängig vom Maximalwert im betrachteten Gebiet) auftreten (grün schraffiert) mit dem ermittelten Modellwert (grüne Linie) dargestellt.	21

Abb. 3.8	Schiffstransektdesign für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (Stand: 31.12.2018).....	22
Abb. 3.9	Anordnung und Position der POD-Stationen BR1 bis BR8 und der Einzel-PODs in den Windparks ‚Gode Wind 01‘ (GW1, GW4) und ‚Gode Wind 02‘ (GW2, GW3), ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ (TWB1, TWB2) und ‚Borkum Riffgrund 1‘ (BKR1, BKR2, BKR3) innerhalb des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ für das Jahr 2018.	26
Abb. 3.10	Außenansicht eines C-POD (Foto: Christian Homann).....	28
Abb. 3.11	Skizze des verwendeten Verankerungssystems: POD-Station (die Position der Netzauftriebskugeln und des C-PODs sind in der Abbildung nicht im richtigen Verhältnis dargestellt).....	29
Abb. 3.12	Skizze des verwendeten Verankerungssystems: Einzel-POD-Station.	30
Abb. 3.13	Boxplot der Entfernungen der POD-Stationen (BR7, BR3, BR2) und Einzel-PODs (TWB1 und TWB2) zu den Rammpositionen im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ pro Distanzklasse mit Angabe der Anzahl der Datensätze (n); (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median).	33
Abb. 3.14	Boxplot der Entfernungen der POD-Stationen (BR7, BR4, BR2) und Einzel-PODs (BKR1, BKR2 und BKR3) zu den Rammpositionen im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ pro Distanzklasse mit Angabe der Anzahl der Datensätze (n); (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median).	34
Abb. 3.15	Beispielhafte Darstellung der POD-Station BR1 mit einem 5-km-Radius, in dem die Schweinswaldichten für den Vergleich von POD- und Flug-Daten berechnet wurden; türkis: 5-km-Radius; braun: Transekt; rot: Schweinswalsichtung.	36
Abb. 4.1	Artenspektrum der marinen Säugetiere im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018 während der Flugtransekt-Erfassungen.	39
Abb. 4.2	Kälberanteil im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie).	40
Abb. 4.3	Erfasste Schweinswaldichten im Jahr 2018. In den Monaten März, August, November und Dezember wurden keine Erfassungsflüge durchgeführt.	41
Abb. 4.4	Anhand von Flugtransekt-Erfassungen berechnete Schweinswaldichten für die Jahre 2014 bis 2018.	42
Abb. 4.5	Schweinswaldichte [Ind./km ²] pro Rasterzelle gemittelt über zwei Flüge pro Jahreszeit.	43
Abb. 4.6	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.....	44
Abb. 4.7	Hotspotanalyse (Getis-Ord Gi*) der Schweinswaldaten über das Jahr 2018 gepoolt.	45
Abb. 4.8	Regressionsanalyse der Schweinswaldichte (n km ⁻²) in Abhängigkeit der Längengrade (Longitude) über das Jahr 2018 gepoolt mit 95 % Konfidenzintervallen.	45

Abb. 4.9	Links: Nicht-parametrischer Test. Boxplots der Abstandsklassen mit Wilcoxon-Mann-Whitney-Test relativ zur Referenzklasse von 10-12 km. (Signifikanzlevel: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$). Rechts: Modellierung der bei Flugerfassungen beobachteten Individuenzahlen der Schweinswale im Verhältnis zur Entfernung von den Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in der Basisaufnahme und der Betriebsphase; GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie). Die Betriebsphase bezieht die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ ein.	47
Abb. 4.10	Zeitliche Verteilung der digitalen HiDef-Erfassungsflüge (rote Linien) und Rammereignisse im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ (schwarze Linien) im Untersuchungsgebiet Cluster ‚Nördlich Borkum‘ für die Monate Januar bis Mai 2018.	48
Abb. 4.11	Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 23.04.2018. Der Flug fand teilweise während der Vergrämung und Rammung sowie weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA E33 statt.	49
Abb. 4.12	Zeitliche Verteilung der digitalen HiDef-Erfassungsflüge (rote Linien) und Rammereignisse im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ (schwarze Linien) im Untersuchungsgebiet Cluster ‚Nördlich Borkum‘ für die Monate Juni bis November 2018.	50
Abb. 4.13	Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 20.07.2018. Der Flug fand weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA BW74 statt.	51
Abb. 4.14	Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 14.02.2018. Der Flug fand sechs Tage nach dem zweiten Block der UXO-Sprengungen statt.	52
Abb. 4.15	Erfasste Robbendichten im Jahr 2018 (Seehunde, Kegelrobben und unbestimmte Robben zusammengefasst). In den Monaten März, August, November und Dezember 2018 wurden keine Erfassungsflüge durchgeführt.	54
Abb. 4.16	Erfasste Robbendichten in den Jahren 2014 bis 2018 (Seehunde, Kegelrobben und unbestimmte Robben zusammengefasst).	54
Abb. 4.17	Robbendichte [Ind./km ²] pro Rasterzelle gemittelt über zwei Flüge pro Jahreszeit.	55
Abb. 4.18	Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassungen im Untersuchungszeitraum Januar bis Oktober 2018.	56
Abb. 4.19	Hotspotanalyse (Getis-Ord Gi*) der Robbendaten über das Jahr 2018 gepoolt.	57
Abb. 4.20	Regressionsanalyse der Robbendichte (n km ⁻²) in Abhängigkeit vom Breitengrad (Latitude) über das Jahr 2018 gepoolt mit 95 % Konfidenzintervallen.	57
Abb. 4.21	Links: Nicht-parametrischer Test. Boxplots der Abstandsklassen mit Wilcoxon-Mann-Whitney-Test relativ zur Referenzklasse von 10-12 km. (Signifikanzlevel: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, n.s. $p > 0,05$). Rechts: Modellierung der bei Flugerfassungen beobachteten Individuenzahl der Robben im Verhältnis zur Entfernung von den Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in der Basisaufnahme und der Betriebsphase und das GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie). Die Betriebsphase bezieht die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ ein.	59

Abb. 4.22	Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 23.04.2018. Der Flug fand teilweise während der Vergrämung und Rammung sowie weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA E33 statt.	60
Abb. 4.23	Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 20.07.2018. Der Flug fand weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA BW74 statt.	61
Abb. 4.24	Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 14.02.2018. Der Flug fand sechs Tage nach dem zweiten Block der UXO-Sprengungen statt.	62
Abb. 4.25	Schweinswalsichtungen im Zusammenhang mit unterschiedlichem Seastate auf den einzelnen Transektabschnitten auf der Schiffstransekt-Erfassung am 03.-04.08.2018.	64
Abb. 4.26	Schweinswalsichtungsraten (Ind./100 km) der Schiffstransekt-Erfassungen im Jahresverlauf 2018.	66
Abb. 4.27	Schweinswalsichtungen im Rahmen der Schiffstransekt-Erfassungen 2018.	67
Abb. 4.28	Saisonale Verteilung der Schweinswalsichtungen im Rahmen der Schiffstransekt-Erfassungen 2018.	68
Abb. 4.29	Robbensichtungsraten der Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018 pro 100 km Aufwand.	70
Abb. 4.30	Sichtungen von Robben während der Schiffstransekt-Erfassungen im Untersuchungszeitraum Januar bis Dezember 2018.	70
Abb. 4.31	Datenverfügbarkeit der C-PODs der acht POD-Stationen BR1 bis BR8 für das Untersuchungsjahr 2018. Dargestellt sind je drei C-PODs pro Station (in einer Wassertiefe von o: 10m, u: 5m über Grund; grau: Daten verfügbar und ok, rot: C-POD defekt/verschleppt, lila: Fehler bei Speicherung, grün: Aufzeichnung vorzeitig beendet).	72
Abb. 4.32	Datenverfügbarkeit der neun Einzel-PODs für das Untersuchungsjahr 2018 (grau: Daten verfügbar und ok, rot: C-POD defekt/verschleppt, lila: Fehler bei Speicherung, grün: Aufzeichnung vorzeitig beendet).	73
Abb. 4.33	Überblick über die mittleren Detektionsraten (% DP10M/Tag) im Jahr 2018 an den POD-Stationen BR1 bis BR8 und an den Einzel-PODs BKR1 bis BKR3, GW1 bis GW4, TWB1 und TWB2. Die Farben der Kreise repräsentieren die durchschnittlichen Detektionsraten im Jahr 2018 (Stand: 31.12.2018).	76
Abb. 4.34	Boxplots der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen BR1 bis BR8 (je gemittelt für drei C-PODs pro Station) von Januar bis Dezember 2018; Darstellung als Anteil an 10-Minuten-Intervallen pro Tag (% DP10M/Tag) pro Monat (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); dunkelblau = Winter, hellorange = Frühjahr, dunkelorange = Sommer, hellblau = Herbst; POD-Stationen sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.	81

- Abb. 4.35 Boxplots der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den Einzel-PODs von Januar bis Dezember 2018; Darstellung als Anteil an 10-Minuten-Intervallen pro Tag (% DP10M/Tag) pro Monat (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); dunkelblau = Winter, hellorange = Frühjahr, dunkelorange = Sommer, hellblau = Herbst; Einzel-PODs sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.82
- Abb. 4.36 Dendrogramm der Clusteranalyse der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen und Einzel-PODs von Januar bis Dezember 2018. Schwarze Linien zeigen signifikante Cluster an, nicht-signifikante Substrukturen sind als rot-gestrichelte Linien dargestellt. Die verschiedenen Farben/Symbole stellen die ungefähre Lage im Untersuchungsgebiet dar (blaue Kreise = FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ (FFH), orangene Dreiecke = Westen (W), grüne Dreiecke = Osten (O), dunkelblaue Vierecke = Zentraler Bereich (Z)).83
- Abb. 4.37 Boxplots der Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen BR1 bis BR8 (je gemittelt für drei C-PODs pro Station) im Jahr 2018 während der täglichen Hellphase (hellblau) und Dunkelphase (blau) im Vergleich; Darstellung als Anteil an detektionspositiven Minuten pro Stunde (% DPM/h) innerhalb der Hell- bzw. Dunkelphase pro Jahreszeit (W=Winter, F=Frühjahr, S=Sommer, H=Herbst) mit Anzeige der inkludierten Monate als Zahl (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); POD-Stationen sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.86
- Abb. 4.38 Boxplots der Detektionsraten von Schweinswalen an den Einzel-PODs im Jahr 2018 während der täglichen Hellphase (hellblau) und Dunkelphase (blau) im Vergleich; Darstellung als Anteil an detektionspositiven Minuten pro Stunde (% DPM/h) innerhalb der Hell- bzw. Dunkelphase pro Jahreszeit (W=Winter, F=Frühjahr, S=Sommer, H=Herbst) mit Anzeige der inkludierten Monate als Zahl (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); Einzel-PODs sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.87
- Abb. 4.39 Detektionsraten (in % DPM/h -Intervall) vor, während und nach der Vergrämung und Rammung der WEAs im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ (von -12 bis +12 Stunden auf der x-Achse) pro Distanzklasse (Klassen 1-6 farbige Linien).90
- Abb. 4.40 Detektionsraten (in % DPM/h -Intervall) vor, während und nach der Vergrämung und Rammung der WEAs im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ (von -12 bis +12 Stunden auf der x-Achse) pro Distanzklasse (Klassen 1-5 farbige Linien).92
- Abb. 4.41 Position der UXO-Sprengungen im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ zwischen Mitte Januar und Mitte März 2018.93
- Abb. 4.42 Detektionsraten (in % DP10M/h-Intervall) vor, während und nach der UXO-Sprengung im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ (von -24 bis +24 Stunden auf der x-Achse) pro Station (gleitender Mittelwert, spar = 0,2).94

Abb. 4.43	Detektionsraten von Schweinswalen (in % DP10M/Tag) im Jahresverlauf an den POD-Stationen BR1 bis BR8 in den Jahren 2014 (orange), 2015 (grün), 2016 (blau), 2017 (braun) und 2018 (hellblau). Dargestellt (als Linie) sind die gleitenden Mittelwerte pro Untersuchungsjahr (LOESS-Regression, span = 0,4). Die Rammphasen der OWPs ,Borkum Riffgrund 1‘, ,Gode Wind 01‘ und ,Gode Wind 02‘ ,Nordsee One‘, ,Merkur Offshore‘, ,Borkum Riffgrund 2‘ sowie ,Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ in den jeweiligen Jahren (2014: orange, 2015: grün, 2016: blau, 2017: braun, 2018: hellblau) sind als Balken dargestellt. 96
Abb. 4.44	Zeitreihen/Trendanalyse 2014 bis 2018 der Detektionsraten an den POD-Stationen innerhalb des FFH-Gebietes ,Borkum Riffgrund‘ BR1, BR2, BR8 (oben) und an jenen außerhalb dieses Gebietes BR3 bis BR7 (unten) je mit Darstellung des Langzeittrends (rot, oben), der saisonalen Komponente (zweite von oben), des Restrauschens (zweite von unten) und der Rohdaten (unten). Die Schwankungen des saisonalen Musters und des Rauschens sind um einen Mittelwert von Null, der Trend und die Rohdaten in absoluten Werten angezeigt. Die farbigen Balken zeigen Tage mit Rammungen der sechs Windparks (grau = ,Borkum Riffgrund 1‘, rot = ,Gode Wind 01‘ und ,Gode Wind 02‘, blau = ,Nordsee One‘, grün = ,Merkur‘, gelb = ,Borkum Riffgrund 2‘, braun = ,Trianel Windpark Borkum – Phase II‘) an. Hinweis: Die äußeren Endbereiche der Trendkurven sind methodenbedingt jahreszeitlich beeinflusst, da die Loess-Mittelung hier zunehmend nur über eine Seite der Kurve erfolgen kann..... 98
Abb. 4.45	Vergleich von Detektionsraten in % DP10M/d an Tagen mit Flugtransekt-Erfassungen und Schweinswalddichten im Umkreis bis zu 5 km Distanz zur jeweiligen POD-Station bzw. Einzel-POD; grau: Standardabweichung; schwarz: Mittelwert mit Standardfehler; n: Anzahl Datensätze in der jeweiligen Klasse..... 101
Abb. 4.46	Mittlere Schweinswalddichten im FFH-Gebiet ,Borkum Riffgrund‘ aller Flüge der Jahre 2014 bis 2018 pro Monat; grau: Standardabweichung; schwarz: Mittelwert mit Standardfehler; n: Anzahl Flüge pro Monat. 102
Abb. 5.1	Untersuchungsgebiete des BfN-Monitorings (Peschko et al. 2016); DE = Stratum D_Ost, DW = Stratum D_West. Der rote Kasten gibt die ungefähre Lage des Clusters ,Nördlich Borkum‘ an. 103
Abb. 5.2	Entwicklung der Schweinswalddichte (Anzahl Schweinswale / km ² pro Transekt) im Stratum ,D-West‘ und ,D-Ost‘ zwischen 2002 und 2013 aus Peschko et al. (2016). Differenzierung nach Saison: schwarz=Frühjahr, grau= Sommer, hellgrau=Herbst..... 104
Abb. 5.3	Schweinswalverbreitung in der Nordsee und angrenzenden Gebieten nach den SCANS-Surveys 1994 (links) und 2005 (rechts) (Hammond et al. 2013). 105
Abb. 5.4	Mittlere monatliche Schweinswalddichte über alle Projektphasen (2008 - 2013) für beide Teilgebiete des Untersuchungsgebietes der Flugtransekt-Erfassungen (Flughöhen: 183 m und 76 m) im Umweltmonitoring von ,alpha ventus‘ (mit 95-%-Konfidenzintervall für Monate mit mehr als drei Flügen, aus BioConsult & IfAÖ (2014)). 108
Abb. 5.5	Liegeplätze von Seehunden im niedersächsischen Wattenmeer (Zählung 2015, NLPV 2015).. 111
Abb. 5.6	Die Gesamtzahl der Seehunde, die während der Haarwechselperiode im August gezählt wurden sowie die Zahlen für jede Region von 1975 – 2018 (Galatius et al. 2018). 111

Abb. 5.7	Anzahl der im Wattenmeer im Juni gezählten Welpen (blaue Linie, linke vertikale Achse) in den Jahren 2000 – 2018 (in 2018 wurde ein Gebiet in den Niederlanden nicht befliegen, sodass die tatsächliche Zahl vermutlich höher liegt). Die Anzahl der Welpen als Prozentsatz der Gesamtzahl während der Haarwechselsaison wird durch die schwarze Linie dargestellte (nicht verfügbar in 2016 und 2018; Galatius et al. 2018).	112
Abb. 5.8	Die Gesamtzahl der Kegelrobben, die während der Haarwechselperiode im Wattenmeer gezählt wurden, sowie die Zahlen für jede Region, von 2008 – 2019 (DK = Dänemark, SH_W = Schleswig-Holstein West-Küste, LS/HH = Niedersachsen/Hamburg, SH_Hel = Schleswig-Holstein/Helgoland, NL = Niederlande; Cremer et al. 2019).....	113
Abb. 5.9	Liegeplätze von Kegelrobben im niedersächsischen Wattenmeer (Zählung 2016, NLPV 2016).	114
Abb. 5.10	Anzahl der im Wattenmeer gezählten Welpen (Balken je Region, linke vertikale Achse) in den Jahren 2008 – 2019. Die Anzahl der Welpen als Prozentsatz der Gesamtzahl während der Haarwechselsaison wird durch die dunkelblaue Linie dargestellt (rechte vertikale Achse; Cremer et al. 2019).....	115
Abb. 5.11	Schweinswalsichtungsraten der Schiffstransekt-Erfassungen im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Verlauf von 2013 bis 2018. Die Daten von 2013 bis 2018 stammen aus den Umweltuntersuchungen des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (BioConsult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018), die Daten von 2018 aus dem aktuellen Bericht.	117
Abb. 5.12	Schweinswaldichten der Flugtransekt-Erfassungen nördlich von Borkum im Verlauf von 2008 bis 2018. Die Daten von 2008 bis 2013 (grün) stammen aus dem Umweltmonitoring zu ‚alpha ventus‘ (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Daten von 2013 bis 2017 stammen aus den Umweltuntersuchungen des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (BioConsult SH et al. 2014, IBL Umweltplanung et al. 2015, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018), die Daten von 2018 aus dem aktuellen Bericht.	117
Abb. 5.13	Anstieg der Schweinswaldichten nördlich der Insel Borkum von 2002 bis 2013 nach Peschko et al. (2016).....	118
Abb. 5.14	Schweinswalphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie); Dichte aus Flugtransekt-Erfassungen.....	121
Abb. 5.15	Schweinswalphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017) , 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie) anhand der aus Schiffstransekt-Erfassungen berechneten Sichtungsraten.....	122
Abb. 5.16	Mittlerer jährlicher Kälberanteil für den Zeitraum Mitte Mai bis Ende September aus dem Umweltmonitoring von ‚alpha ventus‘ in den Jahren 2008 bis 2012 (BioConsult SH & IfAÖ 2014) sowie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie).....	123
Abb. 5.17	Schweinswaldichte im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie), basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen.....	124

Abb. 5.18	Robbenphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b) 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie); Dichte aus Flugtransekt-Erfassungen.	128
Abb. 5.19	Robbenphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie) anhand der aus den Schiffstransekt-Erfassungen berechneten Sichtungsraten.	129
Abb. 5.20	Robbendichte im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie), basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen.	129
Abb. 5.21	Schiffsverkehr im Jahr 2017 im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ (kumulierte AIS-Daten; http://www.marinetraffic.com vom 23.05.2018). Der Gradient des Schiffsaufkommens ist mit den Farben blau (=wenig), gelb-grün (=mittel) und rot-braun (=hoch) gekennzeichnet.....	136
Abb. A.1	Versuchsaufbau der Kalibrierung am Deutschen Meeresmuseum (Dähne et al. 2011)	198
Abb. A.2	Akustische Eigenschaften der künstlichen Signale der Kalibrierung (Dähne et al. 2011).....	198
Abb. A.3	Detektionsschwellen [dB] der CPODs, die in 2018 bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung genutzt wurden.....	199
Abb. A.4	Horizontale Omnidirektionalität der CPODs bei 130 kHz, die in 2018 bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung genutzt wurden; radiäre Achse: Schalldruck/ Receiving Level [dBre1µPa _{pp}].	200
Abb. A.5	Darstellung der aufgezeichneten Schalldruckpegel [Logarithmus Naturalis des unreferenzierten 8-bit Wertes] und dem vom Referenz-Hydrophon aufgezeichneten Schalldruck [dB] der C-PODs bei 130 kHz, die bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung in 2018 genutzt wurden (Wahl et al. 2013).	201
Abb. A.6	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 09.01.2018.....	202
Abb. A.7	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 14.02.2018.....	203
Abb. A.8	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 23.04.2018.....	203
Abb. A.9	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 02.05.2018.....	204
Abb. A.10	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.....	204
Abb. A.11	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 20.07.2018.....	205
Abb. A.12	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 18.09.2018.....	205
Abb. A.13	Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 08.10.2018.....	206
Abb. A.14	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 09.01.2018.	207
Abb. A.15	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 14.02.2018.	208
Abb. A.16	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 23.04.2018.....	208
Abb. A.17	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 02.05.2018.	209
Abb. A.18	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.	209

Abb. A.19	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 20.07.2018.	210
Abb. A.20	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 18.09.2018.	210
Abb. A.21	Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 08.10.2018.	211

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Status der OWPs und Vorhaben des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Untersuchungsjahr 2018 (Stand 31.12.2018).	8
Tab. 3.1	Saisonale Aufenthaltswahrscheinlichkeit (%) in den obersten zwei Metern der Wassersäule, getrennt nach Monat; nach Teilmann et al. (2013).	13
Tab. 3.2	Übersicht der zwölf vom Schiff aus durchgeführten Erfassungen von Februar bis Dezember 2018 (Transektstrecke = effektive Strecke, die in die Datenauswertung einfließt, nach Abzug der aufgrund von Wetterbedingungen ausgeschlossenen Transektabschnitte; Seastate = Mittelwert pro Ausfahrt).	23
Tab. 3.3	Positionen der POD-Stationen BR1 bis BR8 (Mittelpunkt der vier Spieren pro POD-Station) und der Einzel-PODs in den Windparks ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ und ‚Borkum Riffgrund 1‘ (Koordinaten sind in WGS 84 dargestellt).	25
Tab. 4.1	Übersicht der acht durchgeführten digitalen Erfassungsflüge (Januar bis Oktober 2018) mit der Transektstrecke, dem Effort und der prozentualen Flächenabdeckung des Untersuchungsgebietes.	38
Tab. 4.2	Übersicht der acht durchgeführten digitalen Erfassungsflüge (Januar bis Oktober 2018) mit Effort, der Anzahl aller Schweinswale, der Anzahl aller Kälber und dem Anteil der Kälber unter den gesamten Sichtungen (der Kälberanteil wurde nur für den Zeitraum Mitte Mai bis Mitte September berechnet) sowie der durchschnittlichen Gruppengröße, Dichte und der anhand der Dichte berechneten Bestandsgröße im Untersuchungsgebiet.	40
Tab. 4.3	Ergebnisse der explorativen Regressionsanalyse sortiert nach angepasstem R^2 (AdjR2), AIC und Signifikanz der einzelnen Modellvariablen (* = 0,10; ** = 0,05, *** = 0,01).	46
Tab. 4.4	Übersicht der Robbensichtungen während der im Untersuchungszeitraum von Januar bis Oktober 2018 durchgeführten acht Flugtransekt-Erfassungen sowie der Effort, die Anzahl aller Individuen und die Gesamtdichte.	53
Tab. 4.5	Übersichtstabelle der Sichtungen von nicht auf Artniveau bestimmaren Meeressäugern pro Flugtransekt-Erfassung.	62
Tab. 4.6	Übersicht des Seastates der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018. Angegeben ist die gefahrene Strecke pro Ausfahrt (gültig und ungültig) sowie die Anteile (%) in den angegebenen Seastate.	63
Tab. 4.7	Übersicht der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018 mit der Anzahl der Schweinswale und der Anzahl gesichteter Kälber sowie der Sichtungsrate. Die Strecke gibt die gefahrenen km auf den Transekten und der Effort die gültige Strecke beider Seiten an.	65
Tab. 4.8	Übersichtstabelle der Robbensichtungen der einzelnen Schiffstransekt-Erfassungen in 2018 mit dem Effort (gültige Strecke beider Seiten), außerdem Anzahl aller Seehunde, Kegelrobben und unbestimmten Robben mit kumulativer Sichtungsrate (Anzahl aller Robben pro 100 km).	69

Tab. 4.9	Übersicht über die Anzahl analysierter Tage (für die POD-Stationen als Summe der drei Unterstationen pro POD-Station), den Anteil detektionspositiver Tage (% DPD/gesamter Untersuchungszeitraum), detektionspositiver Stunden pro Tag (% DPH/Tag), detektionspositiver 10-Minuten Blöcke pro Tag (% DP10M/Tag) und detektionspositiver Minuten pro Tag (% DPM/Tag) von Januar bis Dezember 2018 an den POD-Stationen (die Werte der drei Unterstationen pro POD-Station werden hier im Mittel pro Station dargestellt) und an den Einzel-PODs.	74
Tab. 4.10	Mittlere Detektionsraten an den POD-Stationen (für je drei Unterstationen) und an den Einzel-PODs in % DP10M/Tag pro Jahreszeit und Station im Jahr 2018 (Zahlen 01 bis 12 zeigen die inkludierten Monate Januar bis Dezember an).	77
Tab. 4.11	Mittlere Detektionsraten (% DPM/Stunde) innerhalb der Hell- und Dunkelphase im Untersuchungszeitraum 2018 an den acht POD-Stationen und an den neun Einzel-PODs. Die Phase mit der durchschnittlich höchsten Detektionsrate ist in der Tabelle je Station grau hinterlegt.	84
Tab. 4.12	Mittelwerte der Detektionsraten (% DPM/Stunde) 24 bis 13 Stunden vor, 12 bis 1 Stunden vor, während, 1 bis 12 bzw. 13 bis 24 Stunden nach den Rammarbeiten pro Entfernungsklasse (1: 1,6–4 km/ 2: >4-8 km/ 3: >8-12 km/ 4: >12-16 km/ 5: >16-20 km/ 6: >20-21,9 km).	88
Tab. 4.13	Mittelwerte der Detektionsraten (% DPM/Stunde) 12 bis 1 Stunden vor, während, 1 bis 12 Stunden nach den Rammarbeiten pro Entfernungsklasse (1: 1,7–4 km/ 2: >4-8km/ 3: >8-12 km/ 4: >12-16 km/ 5: >16-18,4 km).	91
Tab. 4.14	Übersicht der von den C-PODs registrierten Bootssonaren als Anteil Sonarpositiver 10-Minuten Blöcke pro Tag (% SP10M/Tag) von Januar bis Dezember 2018 an den POD-Stationen (die Werte der drei Unterstationen pro POD-Station werden hier im Mittel pro Station dargestellt) und an den Einzel-PODs mit Angabe der Lage im Untersuchungsgebiet (Außerhalb = Außerhalb eines OWP, OWP = Innerhalb eines OWP, OWP + Baunähe = Innerhalb eines OWP und in der räumlichen Nähe zu einem OWP, der sich im Bau befindet).	99
Tab. 5.1	Übersicht über aktuelle Fluguntersuchungen zu Schweinswaldichte im Bereich des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ zwischen 2002 und 2018.	106
Tab. 5.2	Übersicht des Efforts, der Individuensummen und Sichtungsraten pro Seastate-Klasse im Untersuchungszeitraum 2018.	119
Tab. A.1	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Borkum Riffgrund West II‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	150
Tab. A.2	Koordinaten der Eckpunkte des Windparks ‚OWP West‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	152
Tab. A.3	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Borkum Riffgrund West I‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	154
Tab. A.4	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Trianel Windpark Borkum‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	156
Tab. A.5	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Merkur Offshore‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	161

Tab. A.6	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚alpha ventus‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	163
Tab. A.7	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	164
Tab. A.8	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	166
Tab. A.9	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee Two‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	168
Tab. A.10	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚OWP Delta Nordsee I‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	169
Tab. A.11	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚OWP Delta Nordsee II‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	171
Tab. A.12	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee One‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	173
Tab. A.13	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee Three‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	175
Tab. A.14	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 01‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	176
Tab. A.15	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 02‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	178
Tab. A.16	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 03‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	180
Tab. A.17	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 04‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).....	182
Tab. A.18	Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Riffgat‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	184
Tab. A.19	Koordinaten und Strecke der Flugtransekte für die Erfassung von Meeressäugern im Rahmen des Cluster-Monitorings ‚Nördlich Borkum‘ (Grad, Minuten, Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	185
Tab. A.20	Koordinaten und Strecke der Schiffstransekte für die Erfassung von Meeressäugern im Rahmen des Cluster-Monitorings ‚Nördlich Borkum‘ (Grad, Minuten, Sekunden, Kartendatum: WGS 84).	186
Tab. A.21	Untersuchungen zur Habitatnutzung von Schweinswalen mit Hilfe von C-PODs an den POD-Stationen BR1 bis BR8 und den Einzel-PODs BKR1-3, GW1-4 und TWB1-2 im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018 (Datenverlust ¹ : Aufzeichnung vorzeitig beendet; Datenverlust ² : Fehler bei Speicherung/Fehler der SD-Karte; Datenverlust ³ : POD defekt; Datenverlust ⁴ : POD verschleppt).	187
Tab. A.22	Wartungsfahrten für die POD-Stationen und Einzel-PODs von Januar 2018 bis Januar 2019...	196

Tab. A.23	Einstufung der im Untersuchungsgebiet beobachteten Meeressäugerarten nach verschiedenen Roten Listen.....	213
-----------	---	-----

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das OWP-Cluster ‚Nördlich Borkum‘ befindet sich in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee nördlich der Ostfriesischen Inseln und umfasst 17 OWPs (Offshore Windpark), die sich in unterschiedlichen Phasen befinden (Basis-, Bau-, Betriebsphase). Im vorliegenden Umweltmonitoringbericht werden das Vorkommen und die Verbreitung von marinen Säugetieren im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ für das Jahr 2018 dokumentiert und mit den Ergebnissen der Vorjahre des seit 2013 durchgeführten Cluster-Monitorings verglichen und diskutiert.

Von Januar bis Oktober 2018 wurden acht digitale Zählflüge durchgeführt. Im Jahr 2018 wurde das Transektdesign angepasst, um den Aufwand innerhalb der OWPs zu erhöhen. Dabei wurden der erste Flug im Januar noch im alten Transektdesign und die folgenden Flüge im neuen Transektdesign durchgeführt. Das aktuelle Untersuchungsgebiet hat eine Ausdehnung von 3.813 km² und ist in 31 Transekte unterteilt, die in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind. Von Februar bis Dezember 2018 wurden zusätzlich zwölf Schiffstransektfahrten durchgeführt, um Daten zur Verbreitung und Sichtungsraten von Meeressäugern aufzunehmen. Dieses Untersuchungsgebiet hat eine Ausdehnung von 1.865 km² und ist in 28 Transekte mit Nord-Süd-Ausrichtung unterteilt. Weiterhin wurden von Anfang Januar bis Ende Dezember 2018 akustische Untersuchungen zur Habitatnutzung von Schweinswalen mithilfe von Klickdetektoren (C-PODs) durchgeführt. Dafür wurden an acht Positionen im Untersuchungsgebiet (POD-Stationen BR1 bis BR8) jeweils drei C-PODs ausgebracht. Zudem wurden zusätzlich neun Einzel-PODs innerhalb von vier Windparks, die sich in der Betriebsphase befinden, ausgebracht (‚Gode Wind 01 und 02‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ und ‚Borkum Riffgrund 1‘).

Schweinswale

Schweinswale wurden ganzjährig im gesamten Untersuchungsgebiet festgestellt. Insgesamt wurden während der acht **Digitalflüge** im Untersuchungsgebiet 786 Schweinswale, darunter 44 Kälber erfasst. Pro Flug wurden zwischen 13 und 236 Individuen gesichtet. Die höchste Dichte wurde im Juni (0,63 Ind./km²) und die geringste Dichte im Oktober festgestellt (0,04 Ind./km²). Dichten über 1 Ind./km², wie sie im Vorjahr vereinzelt beobachtet wurden, traten 2018 nicht auf. In 2018 wurden insgesamt geringere Dichten im Vergleich zu den beiden Vorjahren beobachtet, wobei sich Werte auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr 2015 ergaben. Die Entwicklung über die letzten Jahre hinweg lässt somit den Schluss zu, dass die geringe Dichte im Jahr 2018 eher ein Ausdruck interannueller Schwankungen ist und es keinen ausgeprägten Trend in der Bestandsentwicklung im Untersuchungsgebiet gibt. Bei einer Gesamtfläche von 3.813 km² (bzw. 4.116 km² im Januar) für das Untersuchungsgebiet ergab sich dabei für 2018 ein minimaler Bestand von 166 Individuen im Oktober sowie eine maximale Anzahl von 2.398 Individuen im Juni. Nachdem der Kälberanteil in den Jahren 2014 bis 2017 rückläufig war, ergab sich für die Befliegungen von Mitte Mai bis Mitte September 2018 wieder ein höherer Kälberanteil von durchschnittlich 11,6 %. Bezüglich der räumlichen Verteilung von Schweinswalen wird die Bedeutung des FFH-Gebietes ‚Borkum-Riffgrund‘ wie schon in den Untersuchungsjahren 2013 bis 2017 auch in 2018 deutlich. Für das Untersuchungsjahr 2018 wurde im Winter und Sommer ein höheres Schweinswalvorkommen im Westen, speziell im FFH-Gebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ mit lokal höheren Dichten, im Vergleich zum restlichen Untersuchungsgebiet verzeichnet. Aber auch der nordöstliche Teil des Untersuchungs-

gebietes wies lokal höhere Dichten auf. Im Frühjahr wurden im FFH-Gebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ dagegen wenige Schweinswale gesichtet. Eine Regressionsanalyse zeigte, dass die Schweinswal-dichte im Untersuchungsgebiet einem Ost-West-Gradienten folgt und nach Westen hin zu nahm, dies war vor allem im Sommer und Winter deutlich ausgeprägt. Die Schweinswalverteilung im Frühjahr spiegelte auch einen Nord-Süd-Gradienten wider, der in umgekehrter Richtung auch schon im Jahr 2016 auftauchte. Dadurch wird deutlich, dass temporäre Faktoren die Schweinswalverteilung im Untersuchungsgebiet beeinflussen können, der über Jahre konstante durchschnittliche Ost-West-Gradient davon jedoch nicht beeinflusst wird. Damit spiegeln die Ergebnisse von 2018 im Wesentlichen die Verteilung der Vorjahre wider.

Während der zwölf **Schiffstransektfahrten** wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 510 Schweinswale gesichtet, darunter 20 Kälber in den Monaten Juli bis September. Die Sichtungsrate variierte im Jahreslauf zwischen 0,27 Ind./100 km Anfang April sowie Anfang November und 22,12 Ind./100 km im August. Die höchsten Sichtungsraten wurden (speziell im August, aber auch generell) im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ und in dessen näherer Umgebung verzeichnet, was die Ergebnisse der Flugzählungen diesbezüglich unterstützt. Aber auch im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurden zum Teil hohe Schweinswalaufkommen registriert. Die anscheinende Saisonalität und lokale Konzentration des Auftretens der Schweinswale bei dieser Erfassung wurde im Jahr 2018 allerdings stark von der Verteilung des Efforts bei Seastate 0 bestimmt. Im Vergleich zu den Vorjahren war die Sichtungsrate insgesamt in 2018 als auch in 2017 deutlich höher als in 2014 bis 2016, was hauptsächlich durch hohe Sichtungsraten während einzelner Ausfahrten bedingt ist.

Das **akustische Monitoring** mit C-PODs ergab, dass an den acht POD-Stationen an 99,7 % der Tage und an den neun Einzel-PODs an 98,8 % der Tage innerhalb des Jahres 2018 Schweinswale mindestens einmal am Tag aufgezeichnet wurden. Betrachtet man die Werte in einer höheren zeitlichen Auflösung, so wurden gemittelt über alle acht POD-Stationen Detektionsraten von 53,6 % detektionspositive Stunden pro Tag (DPH/Tag) bzw. 22,8 % detektionspositive 10-Minuten pro Tag (DP10M/Tag) und 7,1 % detektionspositive Minuten pro Tag (DPM/Tag) ermittelt. Für die Einzel-PODs lagen die Werte im Untersuchungszeitraum im Mittel bei 47,6 % DPH/Tag bzw. 19,6 % DP10M/Tag und 6,3 % DPM/Tag. Insgesamt waren die Detektionsraten an den POD-Stationen BR2 und BR8 mit 26,7 bis 34,9 % DP10M/Tag am höchsten. Die nächsthöheren Werte wurden an den Einzel-PODs BKR1 und BKR3 mit 24,4 bis 26,5 % DP10M/Tag im Südwesten innerhalb des OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘ detektiert. Aber auch im Osten des Gebietes wurden zum Teil hohe Detektionsraten erreicht, wie z. B. an BR6 mit durchschnittlich 24,3 % DP10M/Tag. Die geringsten Detektionsraten wurden im Mittel an der POD-Station BR7 sowie an den Einzel-PODs TWB1 und TWB2 detektiert (12,0-14,9 % DP10M/Tag), welche alle im Nordwesten in den Flächen des OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ ausgebracht sind. Insgesamt zeigen die Ergebnisse hohe Detektionsraten im Westen/Südwesten bzw. im und rund um das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ auf und bestätigen, wie auch die beiden visuellen Erfassungsmethoden, die Bedeutung des FFH-Gebietes für den Schweinswal. Der schon aus der Literatur bekannte Ost-West-Gradient der akustischen Aktivität von Schweinswalen mit deutlich höheren Werten im Westen war in 2018 allerdings nur im Sommer deutlich ausgeprägt. Hinsichtlich der Saisonalität waren die Stationen BR2, BR8, BKR1-3 im Westen durch einen deutlichen Sommer- und Winterpeak und ein Minimum im Frühjahr gekennzeichnet. Im Frühjahr wurden die höchsten Detektionsraten hingegen im Osten des Gebietes an der Station BR6 vorgefunden. Insgesamt waren die Werte in den Wintermo-

naten an den meisten Stationen am höchsten. Hohe Werte der akustischen Aktivität im FFH-Gebiet gepaart mit einem deutlichen Peak im Sommer wurden dabei über alle fünf Jahre nachgewiesen. Insgesamt waren in 2018 die Detektionsraten geringer als in den beiden Vorjahren, entsprachen aber dem Niveau aus 2015. Somit verlief die jährliche Entwicklung der Detektionsraten ähnlich wie die der Dichtewerte während der Flugerrfassungen. Eine Trendanalyse der akustischen Daten ergab dabei keine generelle Trendentwicklung. Die Habitatnutzung durch Schweinswale im Gebiet ist aber interannuellen Schwankungen unterworfen.

Insgesamt zeigen die drei parallel durchgeführten Erfassungsmethoden, dass Schweinswale von Januar bis Dezember 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet vorkamen, wobei die meisten Schweinswale im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ und in daran angrenzenden Gewässern gesichtet bzw. registriert wurden. Es wurde ein Ost-West-Gradient festgestellt, der vor allem im Sommer und Winter deutlich ausgeprägt war.

Von Anfang März bis Ende Mai 2018 wurden im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ 36 Monopiles mittels eines Impulsrammverfahrens errichtet. Des Weiteren wurden von Ende Juni bis Ende November 2018 32 Monopiles im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ gerammt. Für die Auswertung der **Rammeffekte** des Baus des OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ auf die akustische Aktivität von Schweinswalen wurden die beiden nächstgelegenen POD-Stationen BR4 und BR7, die nächstgelegene Station im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ BR2 sowie die drei Einzel-PODs BKR1-BKR3 im benachbarten OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ herangezogen. Die jeweiligen Datensätze wurden dabei in fünf Distanzklassen zwischen 1,7 und 18,4 km aufgeteilt. Für die Auswertung der Rammeffekte im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ wurden die POD-Stationen BR7 und BR3, BR2 als nächstgelegene Station im FFH-Gebiet sowie die Einzel-PODs TWB1-2 einbezogen und die Datensätze in sechs Distanzklassen zwischen 1,6 bis 21,9 km aufgeteilt. Zudem wurde während der Bauarbeiten der beiden OWPs jeweils ein Flug während bzw. bis 24 Stunden nach der Rammung durchgeführt. Bei ‚Borkum Riffgrund 2‘ zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Detektionsraten während der Vergrämung/Rammung und 1-12 Stunden nach Rammende nur in Distanzklasse 1 (1,7-4 km Entfernung) und 5 (>16-18,4 km), wobei es unwahrscheinlich ist, dass die Abnahme in Klasse 5 einen Rammeffekt darstellt, da das Schallschutzkriterium von 160 dB re 1 µPa in 750 m Entfernung stets (bis auf eine Ausnahme mit 160,4 dB re 1 µPa) eingehalten wurde (BioConsult SH 2018a). Im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ zeigte sich insgesamt (alle sechs Distanzklassen zusammen betrachtet) eine signifikante Reduktion der Detektionsraten von Schweinswalen 24-13 Stunden vor sowie 13-24 Stunden nach der Rammung im Vergleich zum Zeitraum der Vergrämung/Rammung. Bei den beiden Flugtransekt-Erfassungen wurden Schweinswale bereits wenige Stunden nach der Rammung innerhalb des 8-km-Radius gesichtet. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine relativ kleinräumige und kurzfristige Meidereaktion hin.

Als weitere lärmintensive Schallquelle sind zwölf gezielte **UXO-Sprengungen** (UXO - Unexploded Ordnance) im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ im Zeitraum zwischen Mitte Januar und Mitte März 2018 zu nennen, wobei nicht explodierte Munition bzw. Kampfmittelaltlasten aus dem zweiten Weltkrieg kontrolliert zur Detonation gebracht und damit entfernt wurden. An allen drei POD-Stationen, BR7, TWB1 und TWB2, die für die Auswertung der Effekte einbezogen wurden, schwankten die Detektionsraten von Schweinswalen 24 Stunden vor und nach den UXO-Sprengungen zum Teil stark. Häufig lagen dabei wenige Stunden vor und während der Sprengun-

gen geringe Detektionsraten vor. Daher könnte es sich um einen kurzfristigen Meideeffekt handeln, der mit dem erhöhten Schiffsverkehr im Rahmen der Vorbereitung der Sprengarbeiten und mit den Sprengungen selbst zu tun hat. Nach den Sprengungen lagen binnen kurzer Zeit wieder höhere Detektionsraten vor.

Der Einfluss von **OWPs in Betrieb** auf Schweinswale wurde mit Hilfe einer Gradientenanalyse und eines GAM für die Daten der Flugtransekt-Erfassungen analysiert. Die Ergebnisse zeigen für Schweinswale eine etwas geringere Sichtungsrates innerhalb der Windparkflächen sowie einen leichten Anstieg der Sichtungsrates mit zunehmender Entfernung vom OWP. Allerdings zeigte sich auch in der Basisphase der drei OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ ein natürlicher und windparkunabhängiger Gradient mit signifikant geringeren Sichtungsrates innerhalb der zu diesem Zeitpunkt noch nichtexistierenden OWP-Flächen. Insgesamt weisen die Ergebnisse der aktuellen Analyse somit keinen deutlichen Meideeffekt der Windparkflächen auf Schweinswale nach. Die statistisch nachweisbar geringere Sichtungswahrscheinlichkeit innerhalb der OWPs ist möglicherweise auf einen natürlichen Gradienten zurückzuführen, der auch bereits vor Baubeginn existierte. Auch die C-POD-Untersuchungen zeigen, dass innerhalb der Windparkflächen, z. B. im OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘, hohe Detektionsraten erreicht wurden. Im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ wurden wiederum nur geringe Detektionsraten verzeichnet, was auf die Rammarbeiten im benachbarten OWP oder natürliche interannuelle Schwankungen zurückzuführen sein könnte. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass insgesamt ein schwacher Meideeffekt im Zuge der Betriebsphase zusätzlich eine Rolle spielte. In dem Fall ist der windparkassoziierte Schiffsverkehr die wahrscheinlichste Erklärungsvariable. Es wurden im Rahmen der C-POD-Untersuchungen aufgezeichnete Bootssonare an den POD-Stationen und Einzel-PODs ausgewertet. Die Auswertung dieser Boots-/Schiffssonare mit signifikant höheren Sonar-Detektionsraten innerhalb der OWPs verdeutlicht dies.

Robben

Insgesamt wurden 192 Robben (61 Seehunde, 8 Kegelrobben und 123 unbestimmte Robben) während der acht digitalen Erfassungsflüge gesichtet. Die Mindest- bzw. Oberflächendichte von Robben lagen dabei zwischen 0,02 und 0,07 Ind./km². In 2018 wurden insgesamt geringere Dichten im Vergleich zu den beiden Vorjahren beobachtet, wobei sich Werte auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr 2015 ergaben. Im Zuge der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen wurden insgesamt 163 Robben (118 Seehunde, 25 Kegelrobben und 20 unbestimmte Robben) erfasst. Die Sichtungsrates schwankte dabei zwischen 0,23 Ind./100 km und 6,70 Ind./100 km. Bei den Schiffserfassungen wurden in 2018 etwa dreimal so viele Robben gesichtet wie im Jahr 2017, was hauptsächlich durch eine vereinzelt hohe Sichtungsrates im August 2018 bedingt ist. Robben kamen im gesamten Untersuchungsgebiet mit einer relativ gleichmäßigen Verteilung vor. Bei den gesichteten Robben handelt es sich vermutlich um Tiere auf Nahrungssuche von den West- und Ostfriesischen Inseln sowie der Helgoländer Düne. Aufgrund der Entfernung des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ zur Küste und der niedrigen Sichtungsrates kann jedoch angenommen werden, dass dieses Gebiet nicht zum Hauptkonzentrationsgebiet von Robben zählt.

Aufgrund des geringen Vorkommens von Robben muss die Gradientenanalyse als wenig robust gewertet werden. Es gab während der Betriebsphase geringere Sichtungsrates der Robben in den Windparkflächen, aber keinen Gradienten mit zunehmender Entfernung zum OWP. So ähnlich

verhielt es sich bereits während der Basisuntersuchung, was eher auf einen natürlichen Gradienten als auf einen Meideffekt schließen lässt. Die Verteilung der Tiere weist darauf hin, dass von den OWPs in der Betriebsphase kein störender Effekt auf Robben ausgeht.

Sonstige Meeressäuger

Im Rahmen der Flugzählungen wurden in 2018 34 Meeressäuger gesichtet, die nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten. Diese Tiere wurden alle der Kategorie ‚Robbe/Delfinartige‘ zugeordnet und bestehen höchstwahrscheinlich nahezu ausschließlich aus Schweinswalen, Seehunden und Kegelrobben. Während der Schiffstransekt-Erfassungen wurden 2018 keine weiteren Meeressäugetierarten festgestellt.

2 EINLEITUNG

Die UMBO (Umweltuntersuchung Nördlich Borkum) GmbH, ein Joint Venture aus Ørsted, Delta Nordsee GmbH und OWP West GmbH, hat ein Umweltmonitoring im Offshore-Windpark-Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee beauftragt. Das Cluster liegt nördlich der Ostfriesischen Inseln (Abb. 2.1). Im Rahmen der Cluster-Untersuchung werden Erfassungen zu Rast- und Zugvögeln sowie marinen Säugetieren durchgeführt. Das Jahr 2018 ist das sechste von insgesamt sieben Untersuchungsjahren, in denen die Umweltdaten von einem Konsortium, bestehend aus dem Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (IfAÖ), der BioConsult SH GmbH & Co. KG und der IBL Umweltplanung GmbH, erhoben und ausgewertet werden. Das Schutzgut Zugvögel wurde im Unterauftrag maßgeblich durch die Avitec Research GbR bearbeitet.

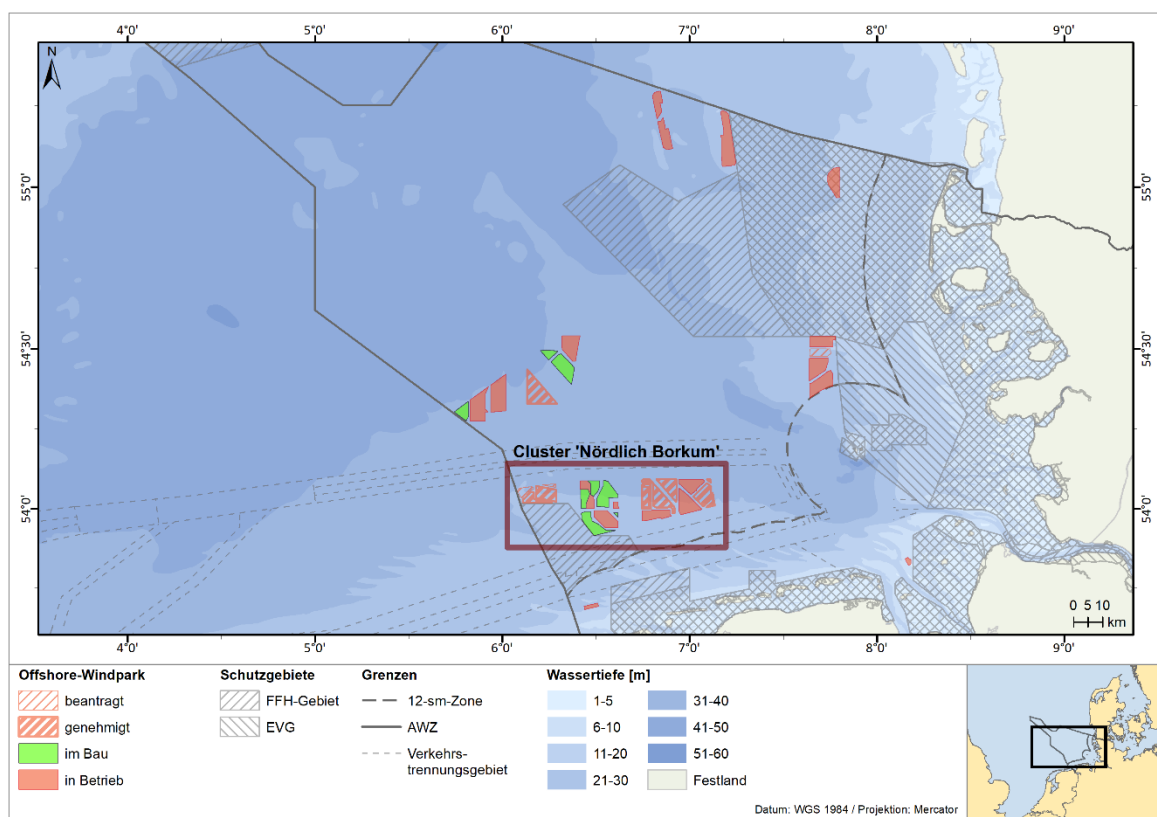


Abb. 2.1 Lage des OWP-Clusters ‚Nördlich Borkum‘, der Windparkplanungsgebiete und Schutzgebiete in der deutschen AWZ (Stand: 31.12.2018).

Anlass

Die einzelnen Offshore-Windparkvorhaben im Vorranggebiet für Windenergie ‚Nördlich Borkum‘ befinden sich derzeit in unterschiedlichen Phasen der Realisierung (Abb. 2.2). Aufgrund der teilweise geringen Abstände der jeweiligen Offshore-Windparks (OWP) im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ käme es bei den großflächigen Umweltuntersuchungen zu Überlappungen der windparkspezifischen Untersuchungsgebiete.

Seit 2013 sind Cluster-Untersuchungen für die Schutzgüter Rast- und Zugvögel sowie marine Säugetiere mehrerer benachbarter Windparkprojekte im Standarduntersuchungskonzept (StUK4, BSH 2013b) implementiert.

Ziele von Cluster-Untersuchungen sind:

- Reduzierung von Überschneidungen der Untersuchungsflächen von benachbarten Vorhaben bei gleichzeitiger Abdeckung der Vorhabensgebiete.
- Untersuchung einer möglichst großen Fläche, um Informationen über die großräumige Verbreitung von Vögeln und marinen Säugern zu erhalten.

Cluster ‚Nördlich Borkum‘

Das Cluster ‚Nördlich Borkum‘ liegt nordöstlich des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ und wird im nordöstlichen Bereich durch die Rohrleitung ‚Europipe‘ begrenzt. Nach Süden, Norden und Osten ist es durch Vorbehaltsgebiete für Schifffahrt begrenzt. In dem Untersuchungsgebiet (schiffbasierte Untersuchungen) für das Cluster ‚Nördlich Borkum‘ liegen insgesamt 17 Offshore-Windparkvorhaben (Tab. 2.1). Während elf OWP-Projekte Teil der UMBO GmbH (Ørsted und E.ON) sind, werden sechs OWPs von anderen Trägern entwickelt bzw. betrieben (Tab. 2.1). Im deutlich größeren Untersuchungsgebiet für die flugzeugbasierten Untersuchungen, das bis an die Ostfriesischen Inseln reicht, befindet sich neben den 17 o. g. Vorhaben außerdem der OWP ‚Riffgat‘. Im Februar 2018 wurde das Fluggebiet verändert, um eine größere Fläche innerhalb der Windparks des UMBO-Clusters abzudecken, so dass der OWP ‚Riffgat‘ nicht mehr im Untersuchungsgebiet liegt. Weitere Informationen zu den einzelnen Projekten sowie ein Abgleich der Auswirkungsprognose aus dem jeweiligen Genehmigungsbescheid mit den Ergebnissen des aktuellen Cluster-Monitorings finden sich im Anhang A.1.

Die Windparkprojekte 1-13 (vgl. Abb. 2.2) liegen außerdem in einem Vorranggebiet für Windenergie (Vorranggebiet ‚Nördlich Borkum‘), welches im Jahr 2002 seitens der Bundesregierung als potentiell geeignetes Gebiet für Windenergie nach § 3a SeeanIV identifiziert wurde. Da auch auf Ebene der Raumordnung eine besondere Eignung dieser Fläche für die Nutzung für die Windenergieerzeugung festgestellt wurde, wurde das Vorranggebiet ‚Nördlich Borkum‘ 2009 in den Raumordnungsplan für die AWZ der Nordsee übernommen (https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresraumplanung/Nationale_Raumplanung/_Module/Themen/themen_teaser_artikel_nordsee.html).

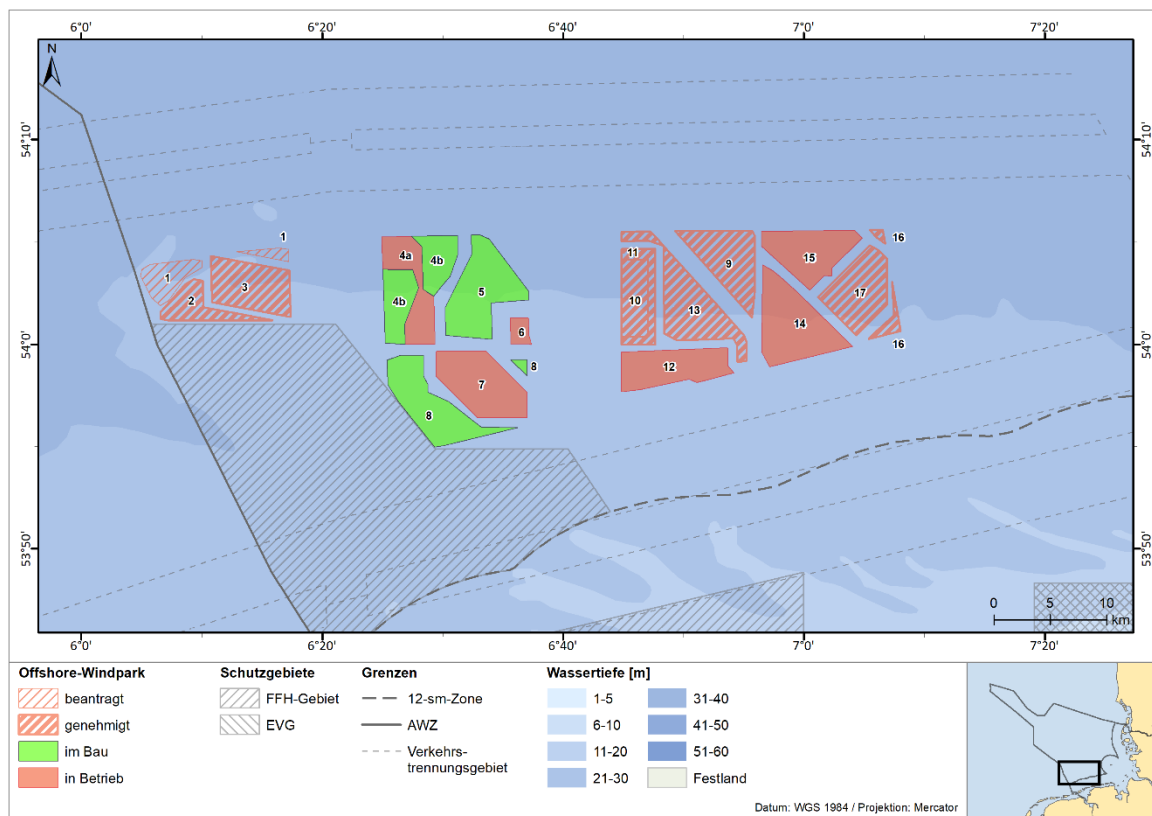


Abb. 2.2 Übersicht über die sich im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ befindenden OWPs und Vorhaben mit Angabe des Status (Stand: 31.12.2018): (1): Borkum Riffgrund West II, (2): OWP West, (3): Borkum Riffgrund West I, (4a): Trianel Windpark Borkum I, Ausbauphase 1, (4b): Trianel Windpark Borkum II, Ausbauphase 2, (5): Merkur Offshore, (6): alpha ventus, (7): Borkum Riffgrund 1, (8): Borkum Riffgrund 2, (9): Nordsee Two, (10): OWP Delta Nordsee 1, (11): OWP Delta Nordsee 2, (12): Nordsee One, (13): Nordsee Three, (14): Gode Wind 01, (15): Gode Wind 02, (16): Gode Wind 03, (17): Gode Wind 04.

Tab. 2.1 Status der OWPs und Vorhaben des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Untersuchungsjahr 2018 (Stand 31.12.2018).

Nr. aus Abb. 2.2	Projekt	Träger	UMBO Daten	Status 2018
1	Borkum Riffgrund West II	Ørsted A/S	ja	in Planung
2	OWP West	Ørsted A/S	ja	genehmigt
3	Borkum Riffgrund West I	Ørsted A/S	ja	genehmigt
4a	Trianel Windpark Borkum I, Ausbauphase 1	Trianel Windkraftwerk Borkum GmbH & Co.KG	ja	im Betrieb
4b	Trianel Windpark Borkum II, Ausbauphase 2		ja	im Bau
5	Merkur Offshore	Merkur Offshore GmbH	ja	im Bau /ab August im Probebetrieb
6	alpha ventus	DOTI GmbH & Co.KG	nein	im Betrieb

Nr. aus Abb. 2.2	Projekt	Träger	UMBO Daten	Status 2018
7	Borkum Riffgrund 1	Ørsted A/S	ja	im Betrieb
8	Borkum Riffgrund 2	Ørsted A/S	ja	im Bau
9	Nordsee Two	Northland Power / Innogy SE	nein	genehmigt
10	OWP Delta Nordsee 1	E.ON Climate & Renewables GmbH	ja	genehmigt
11	OWP Delta Nordsee 2	E.ON Climate & Renewables GmbH	ja	genehmigt
12	Nordsee One	Northland Power / Innogy SE	ja	im Betrieb
13	Nordsee Three	Northland Power / Innogy SE	nein	genehmigt
14	Gode Wind 01	Ørsted A/S	ja	im Betrieb
15	Gode Wind 02	Ørsted A/S	ja	im Betrieb
16	Gode Wind 03	Ørsted A/S	ja	genehmigt
17	Gode Wind 04	Ørsted A/S	ja	genehmigt
-	Riffgat	Offshore-Windpark Riffgat GmbH & Co.KG	nein	im Betrieb

Die folgende Abbildung (Abb. 2.3) zeigt den Status der sich im Untersuchungsjahr 2018 im Bau bzw. im Betrieb befindlichen OWPs zwischen Januar und Dezember 2018.

Nr. aus Abb. 1.2	Projekt	2018											
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
4a	TWB, Ausbauphase 1												
4b	TWB, Ausbauphase 2						ab 28.06.						
5	Merkur Offshore								ab August 1/3 der WEA im Probetrieb				
6	alpha ventus												
7	Borkum Riffgrund 1												
8	Borkum Riffgrund 2			ab 05.03.									
12	Nordsee One												
14	Gode Wind 01												
15	Gode Wind 02												
-	Riffgat												

Bau
 Betrieb

Abb. 2.3 Status der OWPs und Vorhaben des Clusters „Nördlich Borkum“ im Untersuchungsjahr 2018. Die nicht genannten OWPs hatten 2017 den Status „in Planung“ oder „genehmigt“ (Stand 31.12.2018; TWB=Trianel Windpark Borkum).

In den Abbildungen der folgenden Kapitel ist der Ausbaustatus der Windparks mit Stand vom 31.12.2018 dargestellt.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 Flugtransekt-Erfassung

3.1.1 Untersuchungsgebiet

Im Jahr 2018 wurde das Transektdesign der Flugtransekt-Erfassung angepasst, um den Aufwand innerhalb der OWPs zu erhöhen. Dabei wurde der erste Flug im Januar (09.01.2018) noch im alten Transektdesign (Abb. 3.1) und die folgenden Flüge (ab dem 14.02.2018) im neuen Transektdesign durchgeführt (Abb. 3.2; Tab. A.19). Das aktuelle bei Flugtransekt-Erfassungen mit digitaler Befliegung abgedeckte Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ hat eine Ausdehnung von 3.813 km² (bis Januar 2018: 4.116 km²). Es ist in 31 (bis Januar 2018: 26) Transekte unterteilt, die eine Länge von 16 bis 56 km haben und in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind. Benachbarte Transekte haben einen Abstand von 1,5 km bis 4,1 km. Die Gesamtlänge der Transekte beträgt 1.250 km (bis Januar 2018: 1.104 km). Das Flugtransektdesign baut auf dem Transektdesign für das Umweltmonitoring zum Bau und Betrieb des OWP ‚alpha ventus‘ auf. Es entspricht somit einer Erweiterung des Untersuchungskonzeptes von ‚alpha ventus‘, welches mit einer Transektstrecke von ca. 519 km und einer Fläche von 2.050 km² ungefähr die Hälfte des aktuellen Untersuchungsgebietes abdeckte (BioConsult SH & IfAÖ 2014).

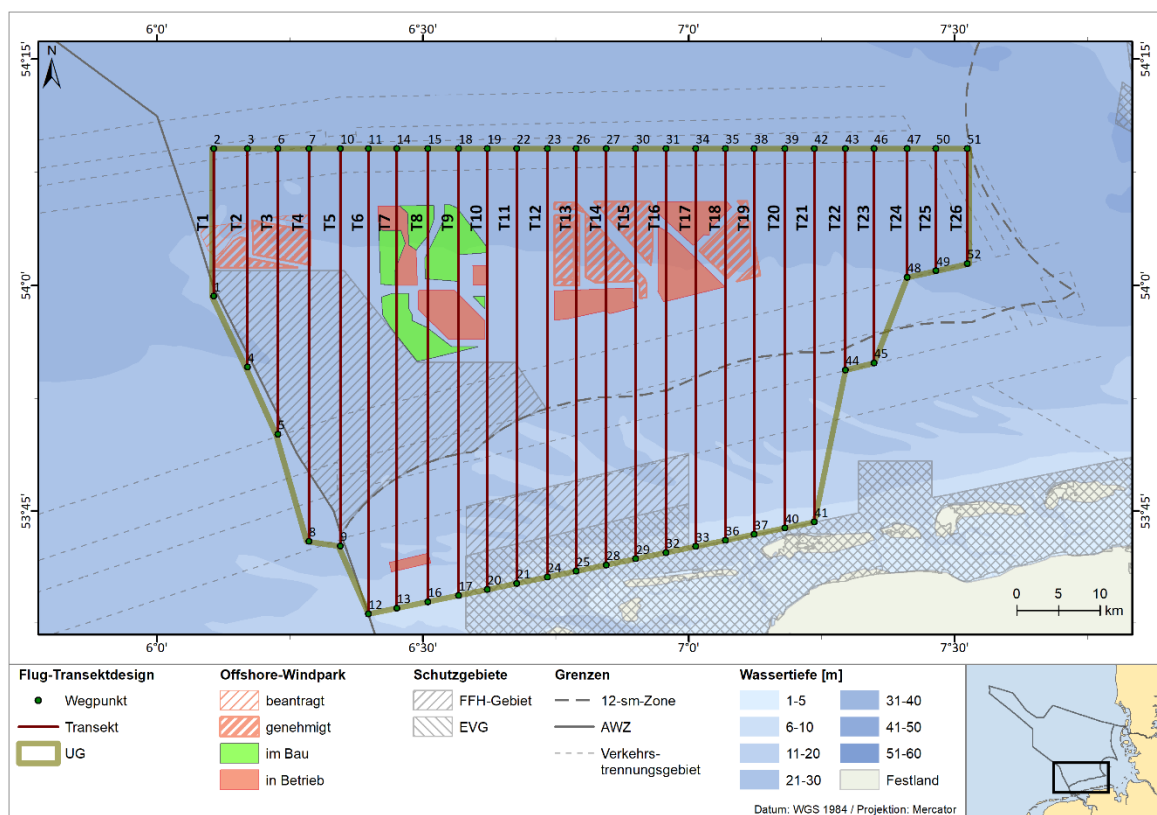


Abb. 3.1 Flugtransektdesign für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ bis einschließlich Januar 2018 (Stand: 31.12.2018).

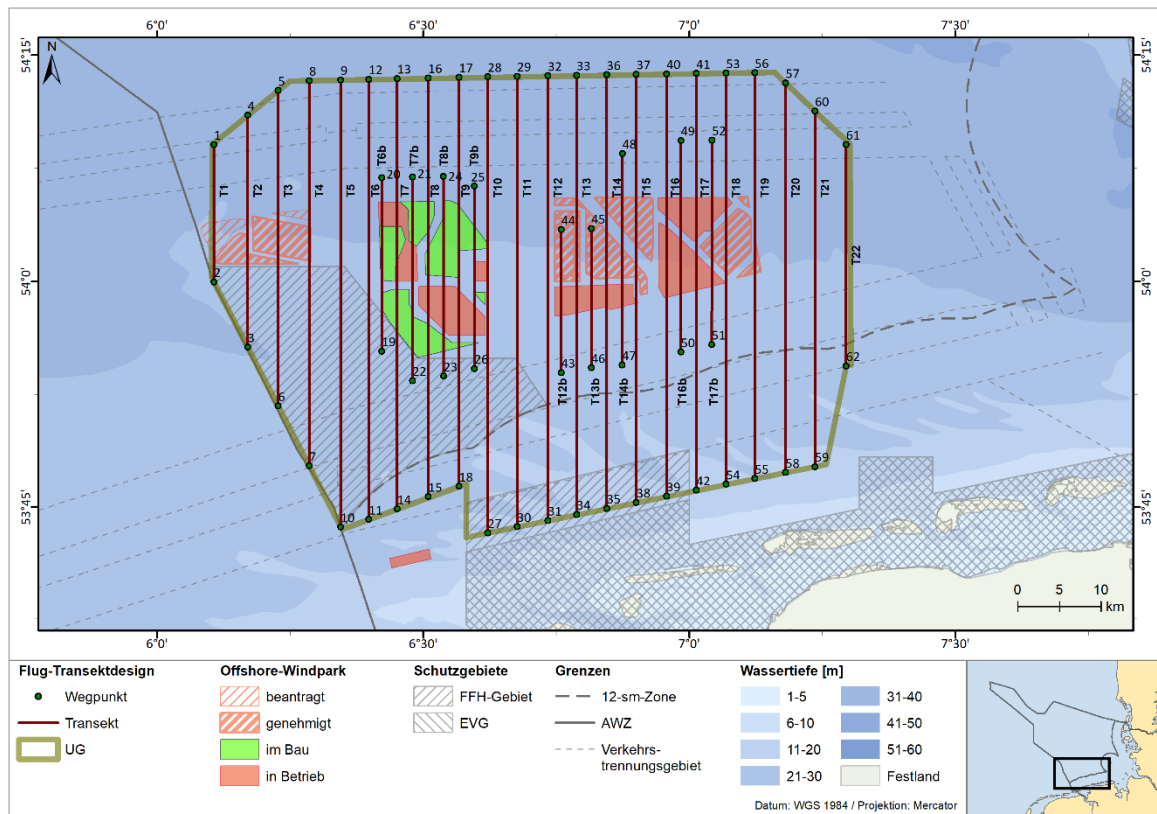


Abb. 3.2 Flugtransektdesign für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ ab Februar 2018 (Stand: 31.12.2018).

3.1.2 Datenerhebung

Im Rahmen des Umweltmonitorings des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ erfolgt die Erfassung der marinen Säuger und Rastvögel seit 2014 mit Hilfe digitaler Videotechnik durch das HiDef-System nach Weiß et al. (2016). Die Methodik unterscheidet sich somit von der des 1. Untersuchungsjahres (2013) des Umweltmonitorings, in dem noch konventionelle Flugtransekt-Erfassungen mit Beobachtern an Bord – sogenannte Observerflüge – durchgeführt wurden (Bio-Consult SH et al. 2014). Für die digitalen Erfassungsfüge wurde ein zweimotoriges hochflügeliges Propellerflugzeug (Partenavia P 68) bei einer Flughöhe von 1.800 ft (549 m) eingesetzt. Das Flugzeug war mit einer Vorrichtung ausgestattet, die aus vier hochauflösenden Video-Kamerasystemen besteht und mit ca. sieben Bildern pro Sekunde eine Auflösung von 2 cm an der Meeresoberfläche erzielte. Das Erfassungssystem wurde von der Firma HiDef (<http://hidef.bioconsult-sh.de>) entwickelt. Das Kamerasystem zeigte nicht senkrecht nach unten, sondern wurde je nach Sonnenstand leicht in Flugrichtung bzw. gegen diese geneigt. Dadurch wurden störende Sonnenreflexionen („Glare“) auf den Aufnahmen effektiv verringert. Die einzelnen Kamerasysteme deckten einen Streifen von 143 m (Kamerasystem A und D) bzw. 129 m (Kamerasystem B und C) Breite ab. Um Doppelzählungen einzelner Individuen zu vermeiden, wurde zwischen den vier Streifen ein Abstand von jeweils ca. 20 m eingehalten. Daraus ergibt sich eine effektive Streifenbreite von 544 m die sich auf einer Breite von ca. 604 m verteilt (siehe Abb. 3.3).

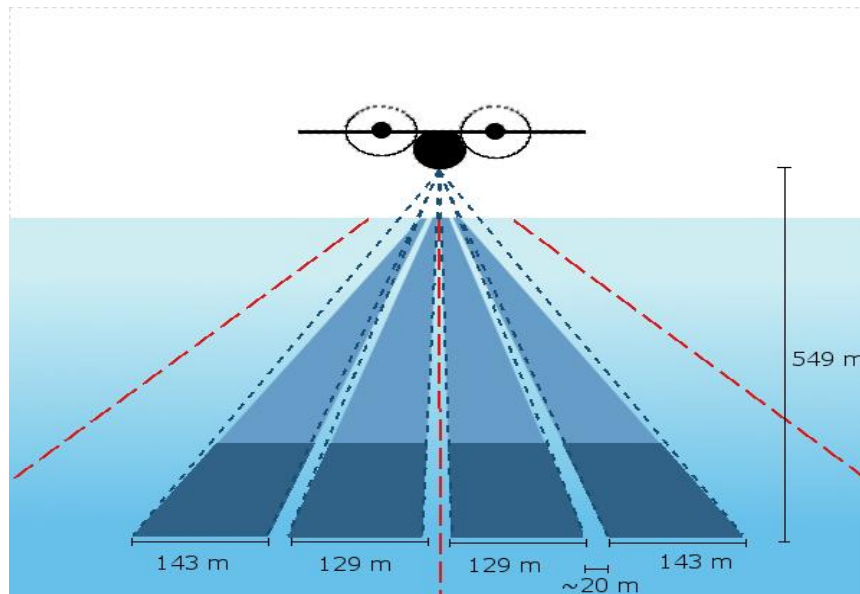


Abb. 3.3 Das HiDef Kamerasystem. Die vier Kameras decken bei einer Flughöhe von 549 m eine effektive Streifenbreite von 544 m Meeresoberfläche ab.

Das Flugzeug flog mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 220 km/h (120 Knoten). Ein GPS-Gerät (Garmin GPSMap 296) zeichnete dabei jede Sekunde (im Abstand von ca. 60 m) die Position auf, wodurch eine geographische Verortung der Bilder und Meeressäuger ermöglicht wird. Die Aufnahmen wurden zur späteren Kontrolle und Analyse auf mobilen Festplatten gespeichert. Die aufgenommenen Videodateien wurden zwecks Analyse mit Hilfe einer Bilderfassungs- und Verwaltungssoftware (StreamPix) aufbereitet. Dabei wurden die gesamten Aufnahmen im ersten Schritt begutachtet und alle gesichteten Objekte für eine darauffolgende Bestimmung markiert und vorsortiert (Vogel, Säugetier, Schiff, windparkassoziiertes Objekt etc.). Um eine gleichbleibend hohe Qualität gewährleisten zu können, wurde ein zufällig ausgewählter Anteil von 20 % jedes Films von einem weiteren Mitarbeiter erneut bearbeitet. Lag die Übereinstimmung beider Gutachter bei über 90 %, so wurden nur die Unstimmigkeiten nachbestimmt und der Film für den nächsten Analyseschritt zugelassen. Bei unter 90 % Übereinstimmung wurde der Film komplett neu bearbeitet. Videoabschnitte, die aufgrund von Gegenlicht oder Wolken nicht auswertbar waren, wurden markiert und flossen nicht in die folgenden Auswertungsschritte ein.

Nach der Vorbestimmung der zu identifizierenden Objekte wurden alle markierten Objekte von erfahrenen Beobachtern auf Artniveau bzw. die genaueste Ordnung bestimmt. Zusätzlich wurden Position, Alter (adultes Tier oder diesjähriges Kalb), Verhalten (schwimmend, abtauchend, dümpelnd) und Schwimmrichtung aufgenommen. In Abständen von 500 Bildern (ca. 4 km) wurden zusätzlich anhand der Bilddateien die Umweltparameter Lufttrübung, Seegang, Sonnenreflexion und Wassertrübung notiert. In einem zweiten Schritt der Qualitätskontrolle wurden 20 % der bestimmten Objekte von einem zweiten Gutachter nachbestimmt. Alle Diskrepanzen zwischen erstem und zweitem Bestimmungsprozess wurden von einem dritten Gutachter ein weiteres Mal geprüft. Bei einer Übereinstimmung von mindestens 90 % wurden die erhobenen Daten für eine weitere Analyse freigegeben. Betrug die Übereinstimmung weniger als 90 %, wurden systematische Fehler (z. B. Probleme bei der Bestimmung bestimmter Artengruppen) korrigiert und alle gesichteten Objekte des jeweiligen Films erneut bestimmt.

3.1.3 Datenauswertung

3.1.3.1 Monatliche Dichte/räumliche Verteilung im Untersuchungsgebiet

Analysen zum Vorkommen mariner Säuger wurden basierend auf den Daten des gesamten Erfassungsbereichs von 544 m Breite durchgeführt, sodass sich der Gesamt-Erfassungsaufwand aus der zurückgelegten Flugstrecke multipliziert mit 544 m errechnet. Kameraabschnitte, die aufgrund schlechter Erfassungsbedingungen (Gegenlicht, Wolken, technische Probleme) nicht ausgewertet werden konnten, wurden von dieser Fläche abgezogen. In der Regel können bei der HiDef-Methode alle Kamerastreifen zu nahezu 100 % ausgewertet werden, da durch eine entsprechende Justierung der Kameras Gegenlichteffekte stark reduziert bzw. verhindert werden können. Im Jahr 2018 wurden 98,4 % aller Aufnahmen in die weitere Auswertung miteinbezogen. Damit wurden je Flug durchschnittlich 16,8 % des Untersuchungsgebietes abgedeckt. Zur Berechnung absoluter Dichten ist keine Distanz-Korrektur notwendig, wie sie bei den konventionellen Flügen durchgeführt wird, da alle Tiere unabhängig von ihrer Distanz zur Transektlinie erfasst werden und die Sichtungswahrscheinlichkeit nicht mit zunehmender Distanz zum Flugzeug abnimmt.

Allerdings müssen zur Berechnung absoluter Dichten von marinen Säugetieren Korrekturfaktoren berücksichtigt werden, die für den Anteil der Tiere korrigieren, die sich so tief unterhalb der Wasseroberfläche befinden, dass sie sich der Entdeckung aus der Luft entziehen. Für diesen sogenannten Verfügbarkeitsfehler (Borchers 2003) stehen für Schweinswale Daten von Teilmann et al. (2013) zur Verfügung. Diese Korrekturfaktoren ergeben sich aus der Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Schweinswalen in den oberen zwei Metern der Wassersäule, die an besenderten Schweinswalen ermittelt und aufgrund von saisonalen Schwankungen monatspezifisch berechnet wurden (Tab. 3.1).

Tab. 3.1 Saisonale Aufenthaltswahrscheinlichkeit (%) in den obersten zwei Metern der Wassersäule, getrennt nach Monat; nach Teilmann et al. (2013).

Monat	Aufenthalts- wahrscheinlichkeit [%] (0-2 m)
Januar	49,2
Februar	42,5
März	52,5
April	61,5
Mai	57,3
Juni	55,3
Juli	57,0
August	51,7
September	45,0
Oktober	45,3
November	46,3
Dezember	49,9

Für die digitale Erfassungsmethode wurde somit zur Dichteberechnung von Schweinswalen die Anzahl der gezählten Individuen entsprechend der Aufenthaltswahrscheinlichkeit korrigiert und dann auf die abgesuchte Fläche bezogen.

Für Robben liegen zum jetzigen Zeitpunkt keine Angaben vor, wie hoch der Anteil der untergetauchten und für den Beobachter nicht erfassbaren Individuen ist. Daher beziehen sich die Angaben zur Dichte von Robben immer nur auf die tatsächlich gesehenen Robben. Die Angabe ist somit eine Mindestdichte und es kann angenommen werden, dass die tatsächliche absolute Dichte von Robben höher ist.

Zur Darstellung der räumlichen Verteilung wurden die Daten der einzelnen Flüge jahreszeitlich zusammengefasst und in Form einer Rasterdichtekarte dargestellt. Die Rasterzellen haben aufgrund des Transektabstandes eine Größe von 3 x 6 Bogenminuten (5,5 x 6,5 km = ca. 36 km²). Die Jahreszeiten werden folgenden Monaten zugeordnet:

- Winter: Dezember bis Februar
- Frühjahr: März bis Mai
- Sommer: Juni bis August
- Herbst: September bis November

Die genaue Verteilung der einzelnen Sichtungen von marinen Säugetieren wird für jeden Flug in Form von Punktsichtungskarten grafisch dargestellt.

3.1.3.2 Geostatistische Analyse

Um die allgemeine räumliche Verteilung von Schweinswalen und Robben zu analysieren, wurden Cluster-Analysen und Modellierungen räumlicher Beziehungen mit ArcGIS durchgeführt. Dafür wurde ein Dichteraster über den gesamten Jahresverlauf (alle Flugtransekt-Erfassungen gepoolt) entsprechend Kapitel 3.1.3.1 erstellt, das als Datengrundlage für die weiteren geostatistischen Analysen verwendet wurde. Gebiete mit konstant über alle Flüge hohen Dichten (sogenannte ‚Hotspots‘) und Gebiete mit konstant geringen Dichten (sogenannte ‚Coldspots‘) wurden dabei mit dem Geowerkzeug ‚Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*)‘ identifiziert. Für die Analyse wurde als Variable die ermittelte Dichte (Ind./km²) der einzelnen Rasterzellen gewählt und die räumliche Beziehungen als ‚fixed-distance-band‘ mit einem 8-km-Band angegeben. Acht Kilometer wurden gewählt um zu gewährleisten, dass jeweils die direkt angrenzenden und die direkt darauffolgenden Rasterzellen mit in die Analyse einfließen. Für die Analyse der räumlichen Beziehung wurde mit dem Geowerkzeug ‚Exploratory Regression‘ eine Regressionsanalyse durchgeführt. Als abhängige Variable wurde hierfür die Dichte in den einzelnen Rasterzellen verwendet. Als potenziell erklärende Variablen wurden der Effort pro Rasterzelle (untersuchte Fläche in km²), um für ungleichmäßigen Untersuchungsaufwand zu kompensieren, sowie die Längen- und Breitengrade der einzelnen Rasterzellenmittelpunkte gewählt.

Für sonstige Meeressäuger wurde aufgrund der wenigen Sichtungen und des teils sehr sporadischen Auftretens keine entsprechende Analyse durchgeführt.

3.1.3.3 Analyse zu potenziellen Auswirkungen der OWPs im Cluster ‚Nördlich Borkum‘

Um zu überprüfen, ob Schweinswale und Robben eine Reaktion (Meidung/Attraktion) gegenüber OWPs zeigen und um potenzielle Effektradien abzuschätzen, wurde eine statistische Auswertung der Häufigkeit von Schweinswalen und Robben in Abhängigkeit von der Entfernung zum OWP durchgeführt (im Folgenden als Gradientenanalyse bezeichnet). Diese Analyse wurde für Meeressäuger nur für die Betriebsphase der jeweiligen Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ durchgeführt, da die Effekte in der Bauphase v.a. durch die Rammarbeiten geprägt sind und hierfür zu wenige Daten vorliegen. Die berechneten Gradienten der Häufigkeit von Schweinswalen und Robben beziehen sich auf die Entfernung zu den jeweiligen Grenzen der OWPs innerhalb des Clusters. Dabei wird die Grenze eines OWPs durch eine Verbindungslinie der äußeren WEA definiert.

Zur Bewertung potenzieller Auswirkungen des Betriebs der OWPs auf Schweinswale und Robben ist ein Vergleich mit der Situation vor der Existenz des jeweiligen OWPs sinnvoll. Daher wurde im Rahmen der durchgeführten Analyse der aktuelle Status der OWPs in Form der drei Phasen Basis, Bau und Betrieb unterschieden (Abb. 3.4). Die Einteilung der jeweiligen Phasen ergibt sich wie folgt:

Basisphase: Zeitraum vor Errichtung der ersten Struktur im betrachteten OWP-Areal.

Bauphase: Beginnt mit vorbereitenden Maßnahmen zur Gründung des ersten Fundaments und dauert (abweichend zur Definition des BSH, s.u.) bis zur Fertigstellung der letzten WEA. Diese Phase wurde nicht im Rahmen der Gradientenanalyse betrachtet (s.o.)

Betriebsphase: Beginnt mit dem Abschluss der Installation der letzten WEA (abweichend zur Definition des BSH, s.u.). Die Definition begründet sich darin, dass die für Seevögel potenziell relevante Störung durch das Bauwerk der WEA induziert wird, unabhängig davon, ob ein Netzanschluss besteht; auch für die Meeressäuger wird diese Definition übernommen.

Die Auswertung der Basisdaten erfolgt nur für Flächen, auf denen im Betrachtungszeitraum der Gradientenanalyse (März 2014 bis Dezember 2018) mit der Errichtung von WEAs begonnen wurde. Das sind im vorliegenden Bericht die Windparks ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘. Die Windparks ‚Borkum Riffgrund II‘, ‚Merkur Offshore‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘, die zwischen April 2017 und Dezember 2018 gebaut wurden bzw. deren Bau sich noch in das Jahr 2019 erstreckt, können aufgrund ihrer Nähe zu den Windparks ‚Borkum Riffgrund I‘, ‚alpha ventus‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ nicht in ihrer Basisphase betrachtet werden. Alle anderen Windparks, die in der Gradientenanalyse betrachtet wurden, befanden sich im März 2014 bereits in der Bau- oder Betriebsphase; hier waren somit keine Basisdaten verfügbar.

Der Zeitraum zwischen Installation der letzten WEA und dem Zeitpunkt, an dem mindestens 80 % der Anlagen Strom liefern (entsprechend der BSH-Definition zum Umweltmonitoring) ist häufig variabel. Im Rahmen einer konservativen Einschätzung wurde der Abschluss der Installation als Beginn der Betriebsphase festgelegt. In Abb. 3.4 ist die zeitliche Einordnung der unterschiedlichen OWPs dargestellt.

Der OWP ‚Riffgat‘ wurde nicht in die Analyse der Auswirkungen miteinbezogen, da er nicht Bestandteil des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ ist und in weitem Abstand zu den übrigen OWPs am südlichen bzw. westlichen Rand des Flug-Untersuchungsgebietes liegt sowie seit Februar 2018 (nach der Anpassung des Flug-Transektdesigns) außerhalb des Untersuchungsgebietes liegt.

Die Termine von Bau- und Betriebsbeginn unterschieden sich zwischen den Windparks. Die Errichtung der finalen WEA im jeweiligen OWP gibt nach obiger Definition die zeitliche Grenze zwischen Bau- und Betriebsphase vor. Abb. 3.4 zeigt, dass es Überschneidungen der Basis-, Bau- und Betriebsphase zwischen den einzelnen OWPs gibt. Um die Effekte den entsprechenden Phasen zuzuordnen, wurde nur der Einfluss von OWPs, die sich zum Zeitpunkt der Erfassung in der gleichen Phase befanden, berücksichtigt. Um den Einfluss benachbarter Windparks, die sich zum Zeitpunkt der Erfassung in verschiedenen Phasen befanden, auszuschließen, wurden für die Auswertung Pufferzonen um die OWPs definiert. Die Daten aus den Pufferzonen wurden aus der Analyse der jeweiligen Phase ausgeschlossen, wenn sich die gepufferten Windparks zum betrachteten Zeitpunkt in jeweils unterschiedlichen Phasen (Basis-, Bau- oder Betriebsphase) befanden.

Für OWPs im Bau wurde eine Pufferzone von 10 km und für OWPs im Betrieb eine Pufferzone von 2 km gewählt, um der erwarteten Effektstärke der jeweiligen Phase gerecht zu werden. Um sicherzustellen, dass Sichtungen innerhalb eines Windparks nicht durch den Pufferbereich des benachbarten Windparks verdeckt werden, wurde der Pufferbereich zwischen benachbarten Windparks durch eine Äquidistanzlinie ersetzt. An dieser Linie wurden die Puffer gekappt, und alle Beobachtungen, die näher am betrachteten OWP lagen, mit in die Auswertung genommen. Flüge die während oder direkt nach einer Rammung stattfanden wurden von der Analyse benachbarter Bereiche ausgeschlossen. Anschließend wurden die ermittelten Daten der einzelnen OWPs und jeweiligen Zeitabschnitte zusammengefasst und den einzelnen Phasen (Basis, Bau, Betrieb) zugeordnet.

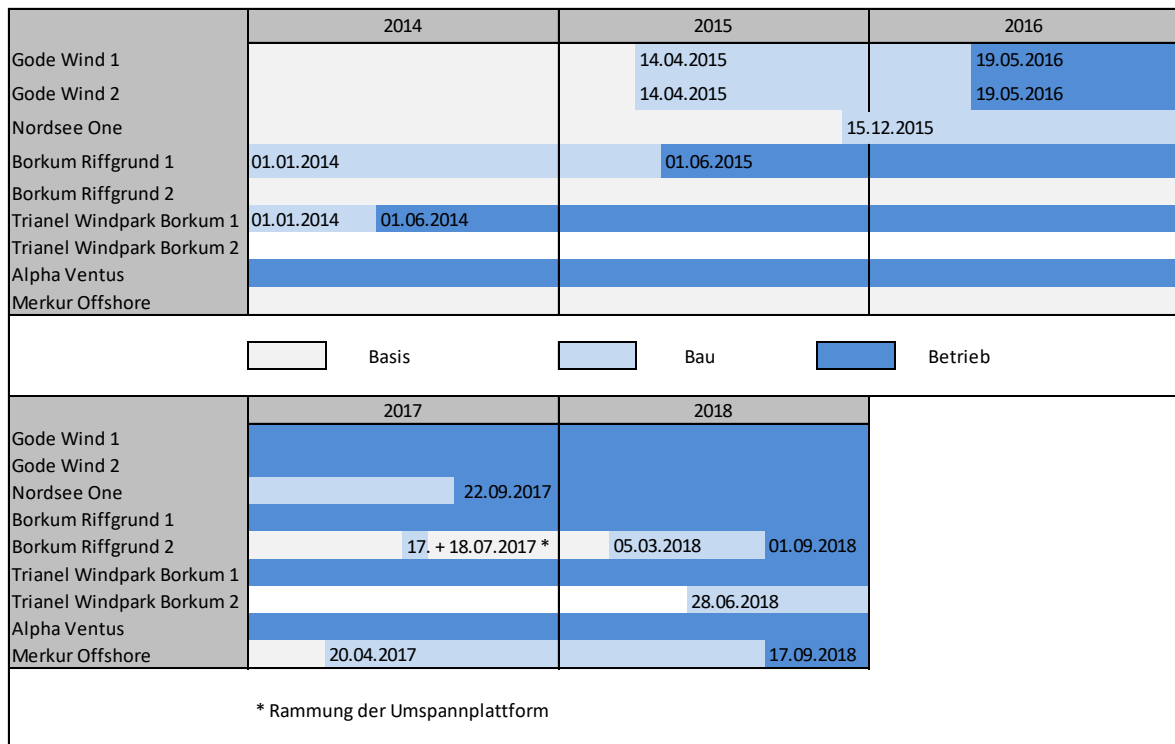


Abb. 3.4 Phasen der unterschiedlichen OWP's im Cluster „Nördlich Borkum“ im Erfassungszeitraum. Als Betriebsbeginn wurde hier, abweichend zu Abb. 2.3 und Tab. 2.1 in Kapitel 2 und zur Definition des BSH, die Fertigstellung aller WEAs im jeweiligen OWP zugrunde gelegt. * Bei „Borkum Riffgrund 2“ wurde vor Beginn der eigentlichen Bauphase der WEAs (05.03.2018) am 17. und 18.07.2017 eine Umspannplattform errichtet; diese Bauaktivität wird (wie auch im Vorjahr) in der Analyse nicht berücksichtigt.

Für die Daten der Flugtransekt-Erfassungen wurde ein Gebiet bis 12 km um die jeweiligen Windparks betrachtet. Dieser Bereich kann als relativ unbeeinflusst von natürlichen Gradienten (z.B. Wassertiefe, Abstand zur Küste etc.), die Auswirkungen auf das Vorkommen von Meeressäugern haben können, betrachtet werden. Ein Zusammenhang zwischen dem Vorkommen und windparkunabhängigen Parametern wie z.B. der Wassertiefe kann allerdings nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die begleitende Analyse der Basiserfassung ermöglicht die Identifizierung von natürlichen Verbreitungsmustern, die in Zusammenhang mit natürlichen Gegebenheiten im untersuchten Gebiet stehen. Entsprechend können die Ergebnisse der Analyse der Betriebsphase in diesem Zusammenhang interpretiert und Meide- bzw. Attraktionsreaktionen besser von natürlichen Verteilungsmustern abgegrenzt werden.

Berechnung des Erfassungsaufwands pro Abstandsband zum Windpark

Für alle Flugtransekt-Erfassungen wurde der Erfassungsaufwand im jeweiligen Abstand um die OWP's berechnet. Dazu wurde das entsprechende Untersuchungsgebiet, ausgehend von der äußeren Umrandung der jeweiligen Windparks sowohl nach außen als auch nach innen (bis zum Zentrum der OWP's) in 10 m breite Bänder unterteilt (Abb. 3.5). Abhängig davon wie oft ein Band von einer Transektlinie geschnitten wird und in welchem Winkel die Transektlinie das jeweilige Band schneidet, weisen die einzelnen 10-m-Bänder einen unterschiedlichen Erfassungsaufwand auf.

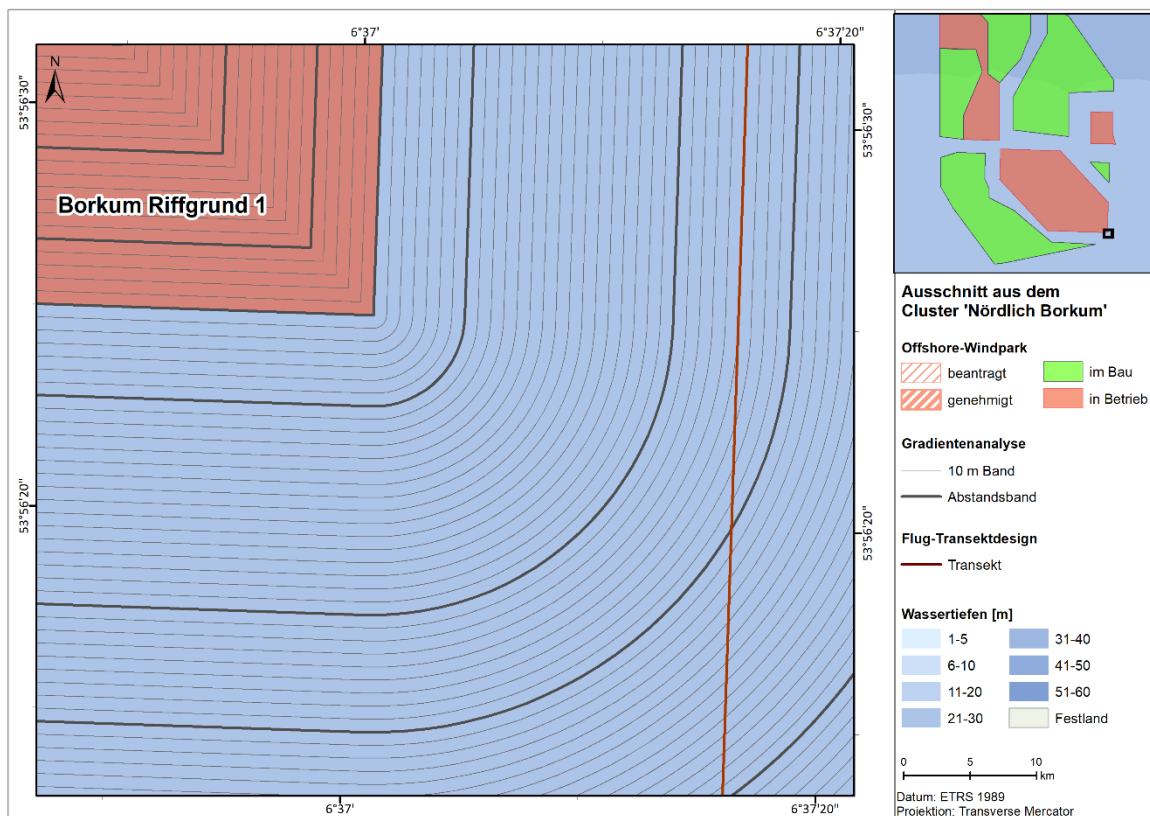


Abb. 3.5 Darstellung der 10-m-Bänder (schmale schwarze Linien) und der daraus resultierenden Abstandsbander (breite schwarze Bänder) von der Windparkgrenze ausgehend sowohl nach außen als auch nach innen.

Für die nachfolgende Analyse betriebsbedingter Effekte ist die Vergleichbarkeit von Daten unterschiedlicher Abstände zum Windpark relevant. Eine Korrektur der Beobachtungen in Abhängigkeit zum Erfassungsaufwand ist notwendig, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Entsprechend wurden die zuvor ermittelten 10-m-Bänder zu Abstandsbandern gleichen Erfassungsaufwandes zusammengefasst. Der aufsummierte Erfassungsaufwand liegt somit in jedem Abstandsband bei einer vorab festgelegten Erfassungstrecke, die für diese Auswertung auf 50 km mit einer maximalen Abweichung von 10 % festgelegt wurde. Die Breite der Abstandsbander ist damit vom Erfassungsaufwand des entsprechenden Gebiets abhängig. Daraus folgt, dass aufgrund relativ weniger Transektteilstücke innerhalb der OWPs und einem somit relativ geringen Erfassungsaufwand in diesem Bereich deutlich mehr 10-m-Bänder zusammengelegt wurden, um auf 50 km Gesamterfassungstrecke zu kommen. Weiter entfernt von den OWPs flossen entsprechend des viel größeren Radius mehr Transektteilstücke in die Abstandsbander ein, sodass deutlich weniger 10-m-Bänder zusammengefasst wurden, um auf eine Gesamterfassungstrecke von 50 km zu kommen. Der Erfassungsaufwand pro 10-m-Band steigt also mit zunehmendem Abstand zum OWP (vergl. Abb. 3.6). Dadurch stehen im direkten OWP-Bereich nur wenige Datenpunkte für die Berechnung von Gradienten zur Verfügung, während in größerer Entfernung viele Datenpunkte vorliegen. Entsprechend ist die Auflösung der Punkte im Nahbereich und innerhalb der OWPs geringer als in weiterer Entfernung. Aus diesem Grund wurde ab Februar 2018 ein verändertes Flugtransectdesign verwendet, welches den Erfassungsaufwand im direkten OWP-Bereich erhöht und somit die Auflösung der Punkte verbessert.

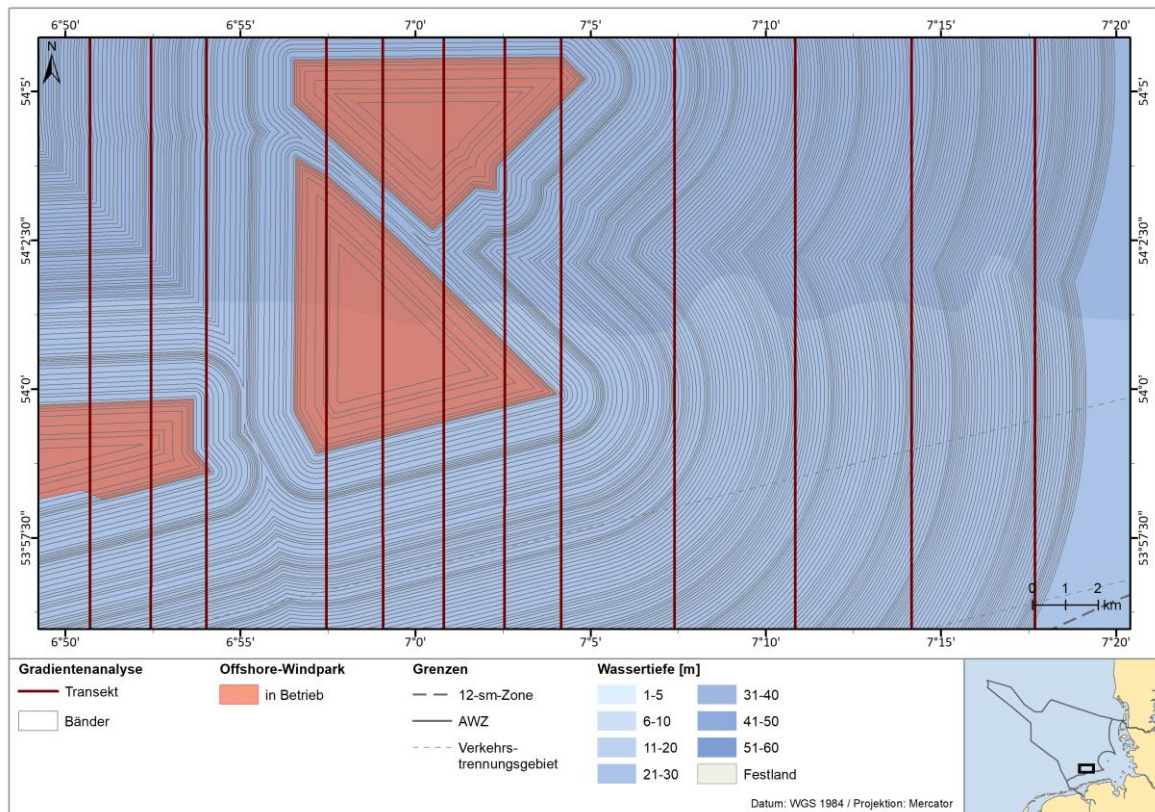


Abb. 3.6 Beispielhafte Darstellung der Abstandsbander mit gleichem Erfassungsaufwand von 50 km Transektstrecke um die einzelnen OWPs des Clusters ‚Nördlich Borkum‘.

Berechnung der Individuenzahlen bzw. Sichtungen pro Abstandsband

Für jedes Abstandsband wurde die Anzahl aller Individuen pro Art bzw. Artgruppe ermittelt, die in dieser Fläche im Erfassungszeitraum (pro Phase) festgestellt wurde. Der Erfassungsaufwand über alle Abstandsbander weicht um maximal 10 % ab. Entsprechend kann die Anzahl der Individuen bzw. der Sichtungen zwischen den Abstandsbandern direkt miteinander verglichen werden.

Da die festgelegten Abstandsbander um die jeweiligen OWPs verlaufen, können im betrachteten Gebiet verlaufende natürliche Gradienten (z.B. Wassertiefe, Abstand zur Küste etc.) vernachlässigt werden, da durch den umschließenden Verlauf unterschiedliche Bereiche innerhalb des Gradienten abgedeckt werden. Wenn beispielsweise die Wassertiefe im jeweilig analysierten Gebiet eine graduelle Veränderung zur Küste hin aufweist, werden pro Abstandsband flache und tiefe Wasserbereiche (z.B. östlich und westlich des OWPs) zusammengefasst. In der Auswertung kann daher ein Zusammenhang der Verteilung der Tiere mit natürlich auftretenden Gradienten mit größerer Gewissheit ausgeschlossen und so ermittelte Effekte sicherer dem Betrieb der WEA zugeordnet werden. Wie oben beschrieben, können natürliche Gradienten in den Verteilungsmustern zusätzlich auch durch den Vergleich mit der Basiserfassung erkannt und entsprechend diskutiert werden.

Nicht-parametrischer Vergleich grober Abstandsklassen

Zur Identifizierung grober Verteilungsmuster im betrachteten Gebiet bis 12 km Entfernung wurde der Datensatz außerhalb der OWPs zunächst in Klassen von 2 km Breite eingeteilt. Es ergeben sich Abstandsklassen mit 0-2 km, 2-4 km, 4-6 km, 6-8 km, 8-10 km und 10-12 km Abstand zur Grenze der OWPs. Außerdem wurden die 10-m-Bänder innerhalb der Windparks zur Abstandsklasse „OWP“ zusammengefasst.

Die am weitesten entfernte und somit potenziell am wenigsten durch die OWP-Fläche beeinflusste Abstandsklasse (10-12 km) diente hierbei als Referenzklasse. Mit Hilfe eines nicht-parametrischen Rangsummentests (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) wurde die jeweilige Klasse statistisch auf Unterschiede zur zugehörigen Referenzklasse überprüft. Zusätzlich wurden jeweils als Interpretationshilfe die prozentualen Anteile der Sichtungsraten innerhalb der unterschiedlichen Abstandsklassen an der Gesamtsichtungsrate der jeweiligen Phase berechnet.

Im Anschluss wurden die Daten einer detaillierten Analyse für die Bestimmung von Meide- bzw. Attraktionsradien unterzogen. Als statistische Methode zur Durchführung dieser Analyse wurden Generalisierte Additive Modelle (GAMs) gewählt.

Statistische Auswertung mittels GAM

Die Daten wurden in R v3.5.2 (R Core Team 2018) ausgewertet, wobei ein GAM (Funktion *gam()* aus dem R Paket *mgcv*), eine Regressionsanalyse zur Modellierung nicht-linearer Zusammenhänge (Wood 2006), mit negativ-binomialer Verteilung der abhängigen Variablen verwendet wurde. Diese Art der Modellierung ist den erhobenen Daten angemessen und hat sich im vorhergehenden Untersuchungszeitraum als geeignet erwiesen. Als abhängige Variable wurde die aufsummierte Anzahl der Individuen (bzw. Sichtungen) pro Abstandsband, als unabhängige Variable wurde die Distanz zwischen dem OWP und der Mitte des jeweiligen Abstandsbandes gewählt.

In Abhängigkeit vom Erfassungsaufwand und der damit verbundenen Akkumulation der 10-m-Bänder konnten zwischen minimal 60 Datenpunkten für die Basiserfassung und maximal 157 Datenpunkten für die Betriebsphase generiert werden, die in die Analyse einfließen. Zur Modellierung mit Hilfe des GAMs wurde die Anzahl der Knotenpunkte auf 5 festgelegt (Keele 2008, Zuur 2009). Mit Hilfe diagnostischer Plots wurden die Modelle validiert.

Sofern die Modelle einen signifikanten Zusammenhang zwischen Individuenzahl und Distanz zum OWP zeigten, wurde die Glättungskurve des Modells mit 95 % Konfidenzintervallen dargestellt. Wenn die Glättungskurve eine Plateauphase aufwies, konnte ein Bereich (Abb. 3.7, schwarz schraffierter Bereich) festgelegt werden, in dem sich die maximale Meidedistanz, abhängig von den Konfidenzintervallen des Modells, befand. Der geschätzte Meideabstand (Abb. 3.7, schwarze Linie) wurde anhand des unteren Konfidenzintervalls festgelegt. Zusätzlich wurde, sofern möglich, der Bereich innerhalb der Konfidenzintervalle festgelegt, in dem 50 % der Tiere (abhängig vom modellierten Maximalwert im betrachteten Gebiet) vorhanden waren (Abb. 3.7, grün schraffierter Bereich).

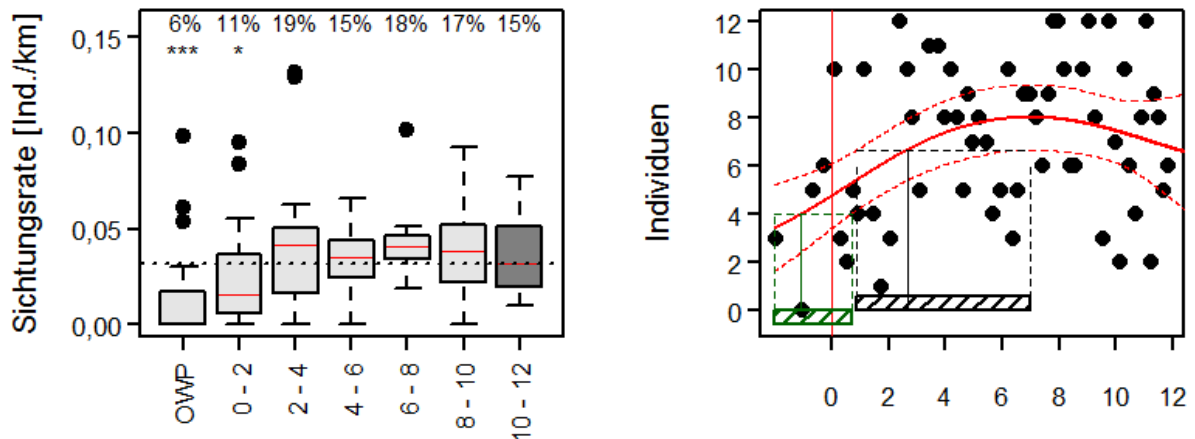


Abb. 3.7 Beispielhafte Darstellung einer Gradientenanalyse im Falle einer Meidung der OWPs. Links: nicht-parametrischer Test grober Abstandsklassen. Prozentuale Anteile der einzelnen Abstandsklassen an der Gesamtsichtungsrate über den Boxplots. Darunter Signifikanzniveaus des Wilcoxon-Mann-Whitney-Test. Median der Referenzklasse (dunkelgrau) als gestrichelte Linie dargestellt. Abstandsklassen in km Entfernung zur Windparkgrenze. Rechts: Modellierung der Individuenzahl im Verhältnis zur Entfernung vom Windpark in km. Gezeigt ist das GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie) sowie der maximale Meidebereich (schwarz schraffiert) mit dem geschätzten Meideabstand (schwarze Linie). Außerdem ist der Bereich, in dem 50 % der Individuen (abhängig vom Maximalwert im betrachteten Gebiet) auftreten (grün schraffiert) mit dem ermittelten Modellwert (grüne Linie) dargestellt.

Prinzipiell werden in Bezug auf die Analyse der Daten die beiden methodischen Ansätze, also der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test und die detailliertere Gradientenanalyse, gemeinsam betrachtet. Dadurch wird eine möglichst genaue Interpretation der komplexen Verhaltensweisen der Arten bezüglich möglicher Meide- oder Attraktionseffekte der Windparks angestrebt. Die grobe Einteilung der Abstandsklassen der nicht-parametrischen Analyse wird durch die feinere Skalierung der Gradientenanalyse ergänzt.

3.2 Schiffstransekt-Erfassung

3.2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet hat eine Ausdehnung von 1.865 km². Es ist in 28 Transekte unterteilt, die eine Einzellänge zwischen 5 km und 26 km aufweisen und jeweils in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind. Benachbarte Transekte haben einen Abstand von jeweils ca. 3 km. Die Transekt-Gesamtlänge beträgt 565 km (Tab. A.20, Abb. 3.8).

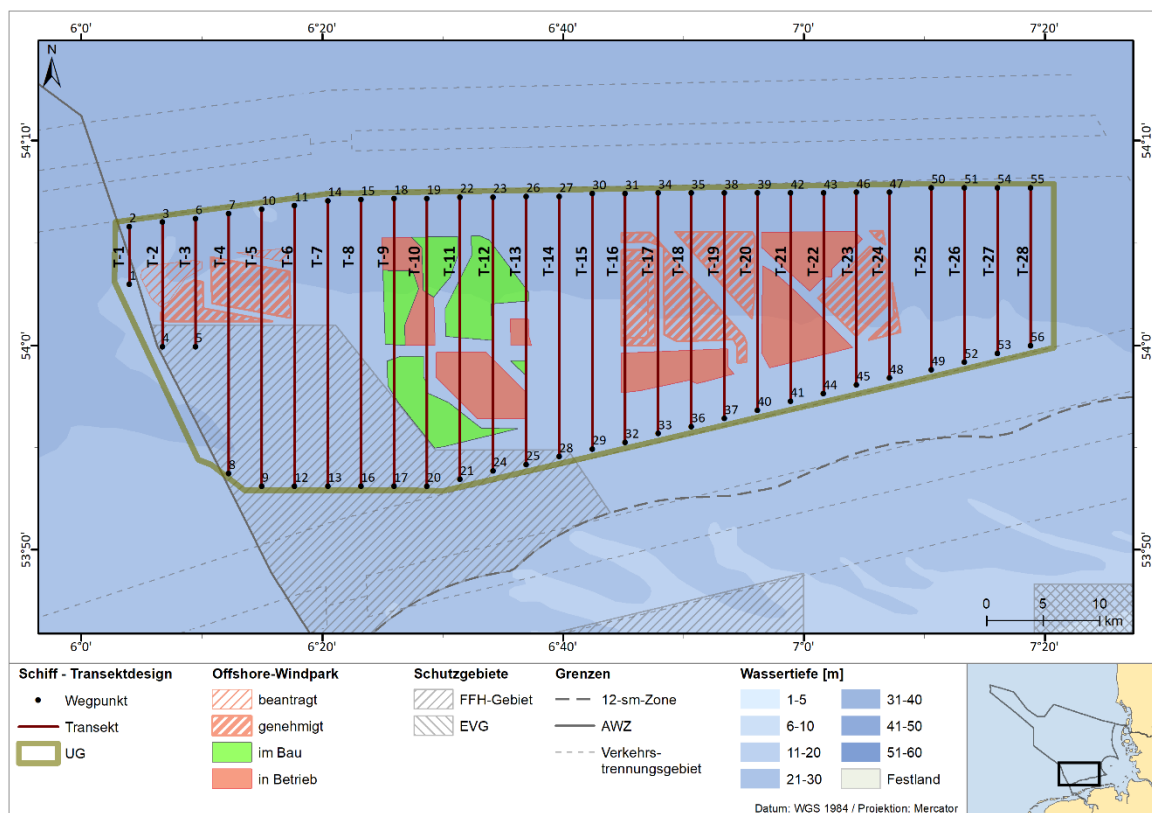


Abb. 3.8 Schiffstransekt-design für das Umweltmonitoring des Clusters „Nördlich Borkum“ (Stand: 31.12.2018).

3.2.2 Datenerhebung

Im Rahmen der Erfassung der Rastvogelbestände vom Schiff aus fanden im Jahr 2018 monatliche Transektfahrten statt, deren Ergebnisse im Rahmen des aktuellen Berichts ausgewertet wurden (Tab. 3.2). Dabei wurden – neben den Vogelsichtungen – auch alle Sichtungen von Meeressäugern registriert. Tab. 3.2 gibt einen Überblick über den Erfassungsaufwand pro Monat.

Tab. 3.2 Übersicht der zwölf vom Schiff aus durchgeführten Erfassungen von Februar bis Dezember 2018 (Transektstrecke = effektive Strecke, die in die Datenauswertung einfloss, nach Abzug der aufgrund von Wetterbedingungen ausgeschlossenen Transektabschnitte; Seastate = Mittelwert pro Ausfahrt).

Monat	Datum	Transektstrecke [km]	Seastate (Petersen)
Februar	06.-07.02.2018	565,2	2
März	05.-06.03.2018	486,4	3
April (1)	01.-02.04.2018	562,4	3
April (2)	14.-15.04.2018	428,9	3
Mai	04.-05.05.2018	567,9	1
Juni	02.-03.06.2018	558,6	2
Juli	04.-05.07.2018	566,9	2
August	03.-04.08.2018	567,3	1
September	05.-06.09.2018	564,9	3
November (1)	05.-06.11.2018	547,3	3
November (2)	23.-24.11.2018	488,6	3
Dezember	13.-14.12.2018	370,8	4

Eine weitere Ausfahrt im Januar 2018 war auf Grund von Nebel nur zu einem kleinen Teil durchführbar. Deshalb wurde diese Transektfahrt im April erneut durchgeführt. Im Oktober wurde mangels verfügbarer Schiffe und anschließendem Schlechtwetter keine Transektfahrt durchgeführt und stattdessen in den November verschoben.

Die Transektfahrten wurden bei einem (über die gesamte Ausfahrt gemittelten) Seegang bis maximal Stärke 4 durchgeführt (Seegangskala nach Petersen) und erfüllten damit die Vorgaben des StUK 4 (BSH 2013b). Vom Peildeck eines Schiffes aus wurden jeweils auf der Back- und Steuerbordseite in einem 300 m breiten Transekt parallel zur Kiellinie des Schiffes alle Meeressäuger erfasst. Die Erfassung erfolgte in erster Linie mit dem bloßen Auge. Zusätzlich wurde zur Erfassung, die Wasseroberfläche regelmäßig mit dem Fernglas abgesucht. Weiterhin wurden pro Schiffsseite mindestens einmal pro Minute alle Säuger auch außerhalb des Transektbereiches notiert. Die Beobachtungen wurden pro Schiffsseite durch je ein Beobachterteam bestehend aus zwei Personen durchgeführt. Das Schiff fuhr mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 21 km/h (11 kn). Ein GPS-Gerät zeichnete dabei jede Minute (ca. 300 m) die Position auf.

Zur Dokumentation von Meeressäugersichtungen wurde ein separater Zählbogen verwendet, auf dem auch solche Tiere erfasst wurden, die sich in einer Entfernung von mehr als 300 m vom Schiff befanden. Für jede Sichtung wurden Zeitpunkt, Art, Anzahl, Alter, Verhalten, Entfernung zum Schiff sowie Schwimmrichtung notiert. Es wurden der Start einzelner Beobachtungsintervalle und die Zeitpunkte der einzelnen Sichtungen minutengenau protokolliert. Durch die Verknüpfung von Beobachtungs- und GPS-Zeit wurden jeder Beobachtung geografischen Koordinaten zugewiesen.

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes wurden die Schiffstransekt-Erfassungen mit zwei Schiffen parallel an zwei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. Dabei startete das erste Schiff auf dem östlichsten oder westlichsten Transekt, während das zweite Schiff auf einem der mittleren Transekte startete. Da nur selten ideale Beobachtungsbedingungen für die Erfassung

von Meeressäugetieren mit einem Seastate von 1 oder weniger vorlagen und die Schweinswale sich eventuell vom annähernden Schiff entfernten (Scheuchwirkung), ermöglichte diese Methode nur eine geringe Anzahl auswertbarer Datensätze. Entsprechend StUK 4 (BSH 2013b) wurden einzelne Transektabschnitte von der Auswertung ausgeschlossen, bei welchen ein Seegang über 4 vorherrschte, bzw. wurden Transekte bzw. Transektabschnitte bei ungenügenden Verhältnissen (zu hoher Seastate oder Nebel) nicht befahren. Der Anteil der ausgeschlossenen Transektabschnitte betrug dabei ca. 0,4 % der gefahrenen Gesamtstrecke (54 km von 6.385 km). Der Anteil der Transektabschnitte mit für marine Säugetiere günstigen Erfassungsbedingungen läge, unter Berücksichtigung idealer Beobachtungsbedingungen mit einem Seastate von 1 oder weniger, mit 18 % deutlich unter dem für die Rastvogelerfassung geeigneten Anteil der Transektabschnitte.

3.2.3 Datenauswertung

Da die Erfassung von Meeressäugetieren vom Schiff aus sehr stark von den äußeren Bedingungen abhängt – insbesondere vom Seegang (Teilmann et al. 2002) – fließen die Beobachtungen von Meeressäugetieren aus Schiffszählungen lediglich als Zusatzinformation in die Bewertung der Ergebnisse aus den beiden Hauptuntersuchungsmethoden (flugzeugbasierte und akustische Erfassung von Schweinswalen) mit ein. Eine statistische Auswertung inklusive einer Dichteberechnung wird auch aufgrund zu geringer Sichtungszahlen nicht vorgenommen. In der Auswertung wurden lediglich Sichtungsraten ermittelt. Dabei wurden die Sichtungen auf den Sichtungsaufwand (pro 100 km gültiger Transektstrecke) bezogen. Die Sichtungsraten wurden für das Untersuchungsgebiet pro Monat bzw. in den Monaten, in denen entgegen der Planung zwei Transektfahrten durchgeführt wurden, pro Ausfahrt ermittelt und grafisch aufbereitet. Der Einfluss von Seegang wurde nicht weiter berücksichtigt. Während nach StUK 4 (BSH 2013b) Transektfahrten bis zu einem Seegang von 4 durchgeführt werden können, nimmt die Sichtungswahrscheinlichkeit bereits ab einem Seegang von über 1 stark ab und über 2 ist eine Erfassung nicht mehr zuverlässig möglich (Teilmann et al. 2002). Um die Ergebnisse dennoch besser auf ihre Aussagekraft hin einzuordnen wird tabellarisch die gefahrene Strecke pro Ausfahrt unter dem jeweiligen Seastate angegeben. Aufgrund der geringen auswertbaren Datensätze werden auch keine Karten einzelner Ausfahrten dargestellt. Es erfolgt eine aufsummierte Darstellung der räumlichen Verteilungen aller Sichtungen über alle zwölf Ausfahrten im Jahr 2018 sowie eine tabellarische Auflistung der Sichtungen pro Monat. Für Schweinswale werden zudem kumulative Sichtungskarten für die Jahreszeiten dargestellt.

3.3 Passiv-akustisches Monitoring (C-PODs)

3.3.1 Untersuchungsgebiet

Zur kontinuierlichen Erfassung der Habitatnutzung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ wurden nach den Vorgaben des BSH (BSH 2013b) im Jahr 2018 acht POD-Stationen (BR1 bis BR8) mit jeweils drei ausgebrachten C-PODs ausgewertet, die bereits seit 2013 bzw. 2014 für das Umweltmonitoring des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ ausgebracht sind. Zu beachten ist, dass die POD-Station BR7 bis April 2017 in der Fläche des OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ lag, in der 2018 mit dem Bau begonnen wurde. Aufgrund von bauvorbereitenden Untersuchungen musste die Station im April 2017 um ca. 1.800 m nach Südwesten an die aktuelle Position im bereits bestehenden OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ verlegt werden. Des Weiteren wurden im November 2017 neun Einzel-PODs ausgebracht. Vier Einzel-PODs wurden im Windpark ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘, zwei Einzel-PODs im Windpark ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ und drei weitere Einzel-PODs im Windpark ‚Borkum Riffgrund 1‘ ausgebracht. Die Lage aller POD-Stationen und Einzel-PODs ist in Tab. 3.3 und Abb. 3.9 dargestellt.

Tab. 3.3 Positionen der POD-Stationen BR1 bis BR8 (Mittelpunkt der vier Spieren pro POD-Station) und der Einzel-PODs in den Windparks ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ und ‚Borkum Riffgrund 1‘ (Koordinaten sind in WGS 84 dargestellt).

Position	Breite	Länge
POD-Stationen		
BR1	53° 55,200'	06° 12,000'
BR2	53° 53,800'	06° 26,800'
BR3	54° 05,100'	06° 40,800'
BR4	53° 56,400'	06° 40,800'
BR5	54° 05,300'	07° 09,500'
BR6	53° 58,800'	07° 09,900'
BR7*	54° 04,517'	06° 27,880'
BR8	54° 00,000'	06° 11,420'
Einzel-PODs		
OWP ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘		
GW1	54° 02,234'	06° 57,436'
GW2	54° 04,485'	07° 02,937'
GW3	54° 04,127'	07° 02,319'
GW4	54° 00,371'	07° 01,517'
OWP ‚Trianel Windpark Borkum‘		
TWB1	54° 00,266'	06° 27,291'
TWB2	54° 04,931'	06° 25,334'
OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘		
BKR1	53° 58,452'	06° 31,241'
BKR2	53° 57,442'	06° 31,992'
BKR3	53° 57,037'	06° 36,363'

* Position ab dem 19.04.2017; davor Breite: 54°05,021', Länge: 6° 29,345'

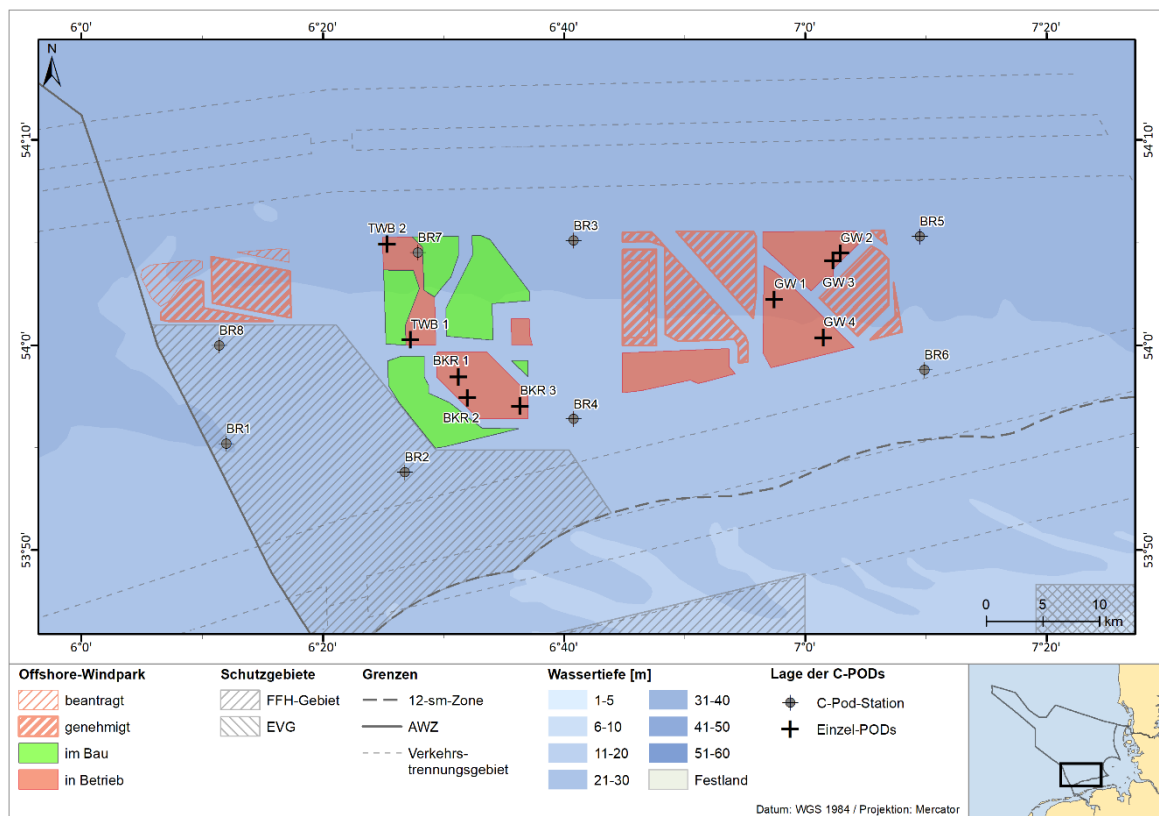


Abb. 3.9 Anordnung und Position der POD-Stationen BR1 bis BR8 und der Einzel-PODs in den Windparks ,Gode Wind 01' (GW1, GW4) und ,Gode Wind 02' (GW2, GW3), ,Trianel Windpark Borkum – Phase I' (TWB1, TWB2) und ,Borkum Riffgrund 1' (BKR1, BKR2, BKR3) innerhalb des Clusters ,Nördlich Borkum' für das Jahr 2018.

3.3.2 Datenerhebung

3.3.2.1 Stationäres akustisches Monitoring

Schweinswale orientieren sich mit Hilfe kurzer, hochfrequenter Klicklaute, die sie nahezu kontinuierlich aussenden (Au et al. 1999, Akamatsu et al. 2007). Diese können einzelne Klicks sowie Klickabfolgen sein, die aus mehreren nacheinander ausgesandten Klicks bestehen. Einzelne Klicklaute haben eine durchschnittliche Dauer von 77 μ s, werden mit einer Spitzenfrequenz von ~ 130 kHz und einem Quellpegel von 157 bis 169 dB re 1 μ Pa (p-p) (Teilmann et al. 2002) bzw. bei Tests mit wild lebenden Tieren von 178 bis 205 dB re 1 μ Pa (p-p) (Villadsgaard et al. 2007) ausgesendet. Schweinswale nutzen die Klicklaute zur Beuteortung und Kommunikation (Verfuss et al. 2007, Koschinski et al. 2008, Tubbert-Clausen et al. 2010). Entsprechend ist das Gehör des Schweinswals in diesem Frequenzbereich (ca. 100 kHz - 140 kHz) sehr empfindlich. Schweinswale haben jedoch bereits ab etwa 8 kHz ein gutes Hörvermögen. Im tiefen Frequenzbereich steigt die Hörschwelle bis 0,25 kHz stark an (Kastelein et al. 2010).

In der vorliegenden Studie wurden C-PODs (,Cetacean & Porpoise Detector', Chelonia Ltd., Cetacean Monitoring Systems), automatisierte Schweinswal-Klickdetektoren, entsprechend des StUK 4 (BSH 2013b) zum passiven akustischen Monitoring von Schweinswalen eingesetzt. Klickdetektoren können kontinuierlich Daten über die Anwesenheit von Schweinswalen an einem eng

begrenzten Standort aufzeichnen und sind weitgehend unabhängig von Wetter- und Sichtbedingungen. Somit lassen sich Unterschiede in der Habitatnutzung zwischen verschiedenen Standorten und Veränderungen über einen langen Zeitraum und mit hoher zeitlicher Auflösung erfassen. Ein Nachteil dieser Methode ist der geringe Erfassungsradius der C-PODs, da Schweinswallaute nur im Umkreis von ca. 300 m detektiert werden (Tregenza 2012, Brundiers et al. 2014). Da flugzeug- oder schiffgestützten Methoden zwar deutlich größere Gebiete abdecken können, aber lediglich eine Momentaufnahme darstellen, ist eine Kombination der Erfassungsmethoden sinnvoll (Carstensen et al. 2006, BioConsult SH & IfAÖ 2010, Dähne et al. 2013b).

Zudem werden die Klicklaute der Schweinswale stark gebündelt nach vorne gerichtet in einem Schallkegel mit einem horizontalen Öffnungswinkel von 13° und einem vertikalen Öffnungswinkel von 11° ausgesendet (Koblitz et al. 2012). Das bedeutet, dass C-PODs die Anwesenheit von Schweinswalen nur aufzeichnen können, wenn diese (1) Klicklaute aussenden, (2) in geeigneter Entfernung zum Gerät schwimmen und (3) ihren Kopf in Richtung des Hydrophons gerichtet halten. Die Aufzeichnung von Schweinswalklicks wird daher wesentlich durch die Aktivität des Tieres, die Entfernung und den Schwimmwinkel zum C-POD beeinflusst.

Hinsichtlich der Bewertung eines geplanten Standortes für einen Offshore-Windpark oder des Effektes von Bau und Betrieb eines solchen, liefern diese Geräte wertvolle Informationen über das räumlich-zeitliche Verteilungsmuster von Schweinswalen, wobei die räumliche Komponente abhängig von der Anzahl und der Verteilung der C-PODs ist. Abhängig von der räumlichen Auflösung (und den damit einhergehenden Vergleichsmöglichkeiten) kann mit diesen Daten eine Bewertung des (geplanten) Eingriffs auf Basis einer Analyse der Detektionsraten erfolgen.

3.3.2.2 Eigenschaften des C-PODs

C-PODs (Abb. 3.10) sind autonome Aufnahmegeräte, die hochfrequente Echolokalisationslaute von Schweinswalen mit Hilfe eines eingebauten Unterwassermikrophons (Hydrophon) bis in eine Entfernung von ca. 300 m aufzeichnen. Im Detail besteht ein C-POD aus einem Hydrophon, Verstärker, Frequenzfiltern, zwei Batterieeinheiten (jeweils vier oder fünf 1,5 V D-Batterien) und einer digitalen Speicherkarte (SD-Karte mit 4 GB Speicher), die in einem 54 bzw. 66 cm langen (abhängig von der Anzahl der Batterien) und druckresistenten Kunststoffgehäuse untergebracht sind. Das Hydrophon befindet sich unter einer weißen Plastikkappe an einem Ende des Gehäuses und zeichnet omnidirektional alle Lautereignisse mit einer Klick-Charakteristik in einem Frequenzbereich von 20 bis 145 kHz (POD-Version 0) bzw. 160 kHz (POD-Version 1) auf. Damit wird der typische Frequenzbereich von Schweinswalen von 100 – 140 kHz abgedeckt. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten der beiden unterschiedlichen Geräteversionen wurde der Frequenzbereich der Version 1 PODs im Nachhinein ebenfalls auf 145 kHz normiert.

Der C-POD ist so tariert, dass sich das Gerät unter Wasser mit dem Hydrophon nach oben senkrecht aufrichtet. Ein Schwerkraftsensor schaltet die Datenaufzeichnung an, sobald ein vorher eingestellter Winkel unterschritten wird. Der Lagewinkel des C-PODs im Wasser wird zudem während der Datenaufnahme aufgezeichnet, was später verwendet werden kann, um mögliche Störereignisse zu erkennen. Nach Vorgabe verschiedener Filter erfasst der C-POD die physikalischen Charakteristika der registrierten Schallereignisse. Hauptfrequenz, Frequenzverlauf, Lautdauer, Schalldruckpegel (in 8 bit-Schritten), Frequenz-Bandbreite und die Hüllkurve des Signals werden digital für jeden einzelnen Klick auf einer SD-Karte abgespeichert. Die aufgezeichneten Laute werden

später mittels einer speziellen Software automatisch nach Schweinswalspezifischen Signalen abgesucht.

In Anlehnung an das StUK 4 (BSH 2013b) wurden die 46 verschiedenen C-PODs, die bei den hier vorgestellten Untersuchungen verwendet wurden, am Deutschen Meeresmuseum in Stralsund vor deren ersten Nutzung und alle zwei Jahren während der Nutzung kalibriert. Die Prozedur der Kalibrierung und deren Ergebnisse werden im Anhang des Gutachtens zusammengefasst (Anhang A.2.3, Kalibrierung der C-PODs). Darüber hinaus durchlaufen C-PODs eine Qualitätsprüfung vor der Auslieferung durch den Hersteller Chelonia Limited.



Abb. 3.10 Außenansicht eines C-POD (Foto: Christian Homann).

3.3.2.3 Stationsnetz und Messdesign

Seit März (BR7), Mai (BR1 und BR2) bzw. Oktober 2013 (BR8) waren für die Untersuchung der Habitatnutzung durch Schweinswale im Rahmen der Cluster-Untersuchung vier POD-Stationen (mit je drei C-PODs) im Einsatz. Anfang Februar 2014 wurden vier weitere POD-Stationen (BR3 – BR6) ausgebracht (Abb. 3.9). Die POD-Station BR7 wurde im April 2017 aus den Flächen des OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ um ca. 1.800 m nach Südwesten an die aktuelle Position im bereits bestehenden OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ verlegt. Zusätzlich wurden ab dem November 2017 neun Einzel-POD-Stationen ausgebracht. In diesem Bericht wurde der Zeitraum zwischen dem 01.01.2018 und dem 31.12.2018 ausgewertet. Die acht POD-Stationen haben zueinander einen Abstand von minimal 8,8 km bis maximal 65,5 km. Die POD-Stationen BR1, BR2 und BR8 liegen innerhalb des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘. Die übrigen fünf POD-Stationen sind

minimal 2,5 km bis maximal 37,0 km von der FFH-Gebietsgrenze entfernt. Die Einzel-PODs für ‚Gode Wind 01 und 02‘ haben einen durchschnittlichen Abstand von 6,9 km (minimal 2,0 km bzw. maximal 9,5 km), für ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ von 8,9 km und für ‚Borkum Riffgrund 1‘ von 4,7 km (minimal 2,8 km bzw. maximal 6,5 km) zueinander.

In einem regelmäßigen Turnus von sechs bis acht Wochen wurden die C-PODs zu deren Wartung und zum Auslesen der Daten angefahren (Tab. A.22). Bei jeder Wartung wurden die Geräte zwischen den Stationen gewechselt, so dass dasselbe Gerät nicht zweimal hintereinander an der gleichen Position eingesetzt wurde.

Eine POD-Station (Abb. 3.11) ist mit vier Warnspieren (6 m lang) markiert, die jeweils mit Blinklicht (Befuerung: Fl(5)Y.20 s, Reichweite: 3 sm) ausgestattet sind. Die vier Warnspieren liegen in einem Trapez ca. 250 m weit auseinander. Die Spieren wurden über Stahlseile je an einem 600 kg schweren Ankerstein befestigt. An zwei der Spieren ist über eine Bodenleine ein weiterer ca. 90 kg schwerer Ankerstein befestigt, von dem aus ein Seil zu einem gelben Markerball an der Wasseroberfläche führt (Danfender B75 oder B60). In dieses Seil wurden jeweils zwei (auf 5 und 10 m Höhe über dem Meeresgrund) bzw. ein C-POD (5 m über Meeresgrund) eingehängt.

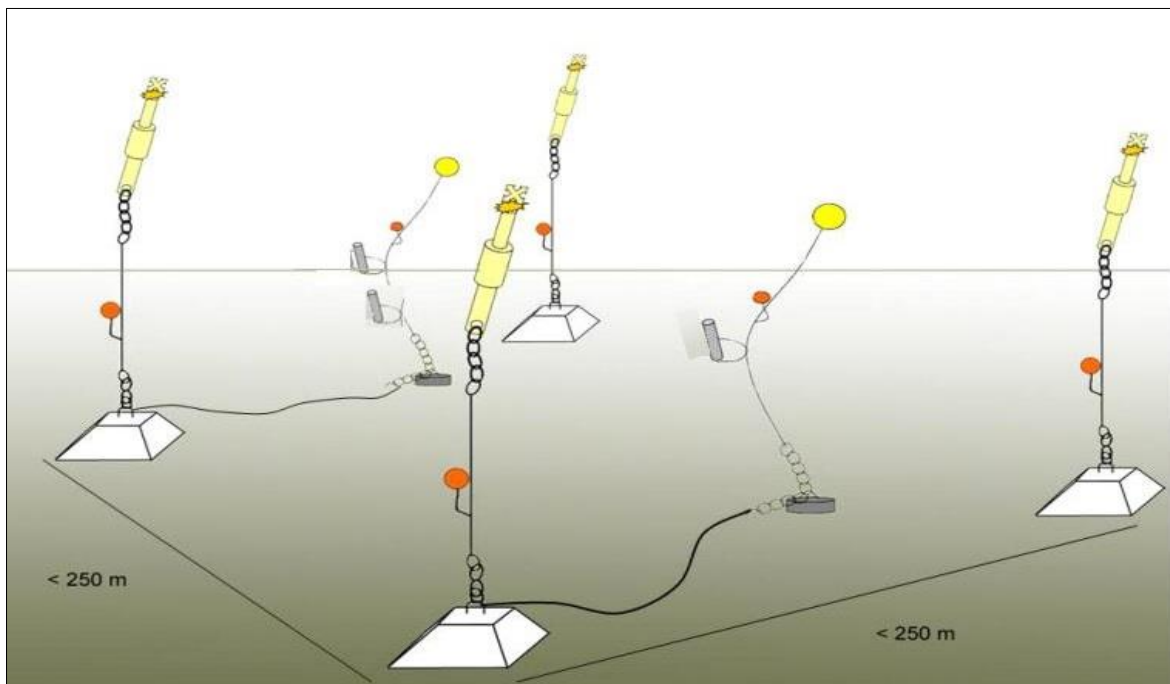


Abb. 3.11 Skizze des verwendeten Verankerungssystems: POD-Station (die Position der Netzauftriebskugeln und des C-PODs sind in der Abbildung nicht im richtigen Verhältnis dargestellt).

Die Verankerung eines Einzel-PODs (Abb. 3.12) entspricht im Aufbau dem eines Einzelelements einer POD-Station. Vom 90 kg schweren Ankerstein führt ein Seil zu einem gelben Markerball an der Wasseroberfläche. In dieses Seil ist jeweils ein C-POD (7 m über Meeresgrund) eingehängt.

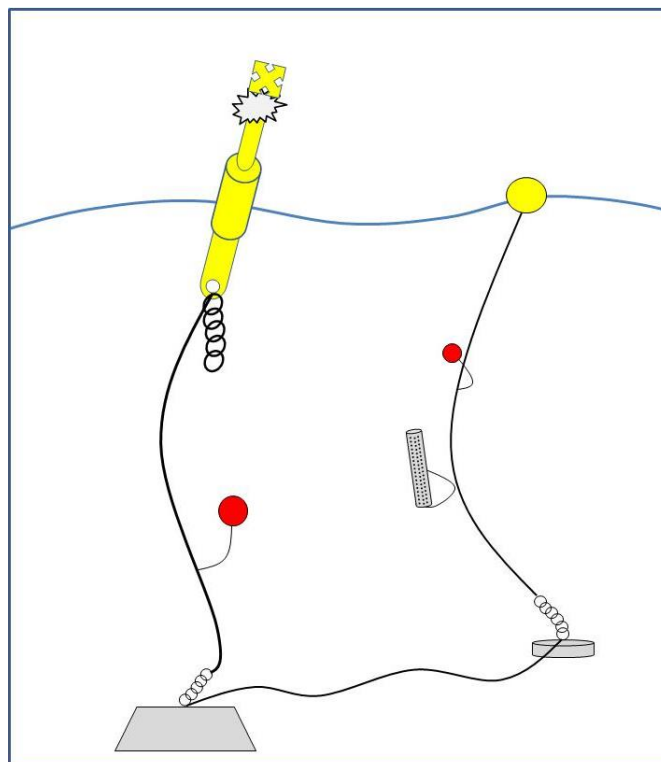


Abb. 3.12 Skizze des verwendeten Verankerungssystems: Einzel-POD-Station.

3.3.3 Datenauswertung

3.3.3.1 Software

Die C-PODs wurden mit folgenden Einstellungen programmiert: Das Klicklimit pro Minute lag bei 4.096 Klicks/Minute, d. h., dass, sobald dieses Limit innerhalb einer Minute erreicht ist, die Datenaufzeichnung bis zum Ende der jeweiligen Erfassungs-Minute ausgesetzt wird. Damit wird eine vorzeitige Überfüllung des Datenspeichers durch Störgeräusche verhindert.

Der High-Passfilter (untere Frequenzgrenze) wurde bei allen Geräten auf 20 kHz eingestellt, der Aufzeichnungswinkel lag bei 110 Grad. Die für diesen Bericht ausgewerteten Daten wurden mit der Version 2.040 von CPOD.exe prozessiert (Tregenza 2012). Dabei werden anhand eines Algorithmus die Klicks einer Tonfolge (Klicktrain) zugeordnet. Die Klickserien werden dabei von der Software in vier verschiedene Qualitäts- bzw. Wahrscheinlichkeitsklassen (‘high’, ‘moderate’, ‘low’, ‘doubtful’) eingeteilt. Anschließend werden die Klicktrains aufgrund der aufgezeichneten akustischen Parameter einer Artengruppe zugewiesen. Hierbei wird zwischen schweinswalartigen, delfinartigen, technischen Sonarklickabfolgen und nicht einzuordnenden Klicktrains unterschieden. Im Menü ‘Export’ der C-POD-Software wurden alle berücksichtigten Minuten und Tonfolgen als txt-Datei exportiert und in einer SQL basierten Datenbank verwaltet (PODIS; Klüver & IfAÖ GmbH 2011). Für die weitere Analyse wurden nur Klicktrains der beiden höchsten Qualitätsklassen (‘high’ und ‘moderate’) verwendet. Damit wird weitestgehend verhindert, dass fälschlicherweise als Schweinswalclicks klassifizierte Laute mit in die Auswertung eingehen.

3.3.3.2 Auswertungsparameter

Die aufgezeichneten C-POD-Daten wurden in der darauffolgenden Analyse auf Schweinswaldetektionen innerhalb verschiedener Zeiteinheiten hin untersucht, um eine Aussage über die Detektionsraten treffen zu können. Die kleinste Einheit stellen dabei detektionspositive Minuten (DPM = detection positive minutes) dar. Als detektionspositive Minuten werden alle Minuten bezeichnet, in denen mindestens eine akustische Detektion eines Schweinswals erfolgte. Dementsprechend stellen die Einheiten in geringeren zeitlichen Auflösungen wie z. B. detektionspositive Stunden (DPH = detection positive hours) alle jene Zeitintervalle dar, in denen mindestens eine Schweinswal-Detektion aufgezeichnet wurde.

Für die Analyse und Darstellung der Nutzungsintensität und Saisonalität der Detektionsraten an den verschiedenen POD-Stationen wurde vor allem der Parameter **% detektionspositive 10-Minuten pro Tag** (% DP10M/Tag) herangezogen. % DP10M/Tag gibt prozentual an, innerhalb wie vieler der 144 10-Minutenblöcke eines Tages mindestens eine Schweinswalregistrierung stattfand. Grundsätzlich wird von einem engen Zusammenhang von akustischer Aktivität (dargestellt durch die Detektionsraten) und absoluter Schweinswalddichte ausgegangen (Kyhn et al. 2012, Williamson et al. 2016, Jacobson et al. 2017). Der Parameter % DP10M/Tag ist dabei ein guter Kompromiss zwischen einer einerseits zeitlich möglichst hohen Auflösung zur Erkennung von Trends und Unterschieden zwischen Stationen und andererseits einer zeitlich ausreichend groben Auflösung bezüglich der Sensitivitätsunterschiede verschiedener Geräte sowie standortspezifischen Störgeräuschen (BioConsult SH & Universität Hamburg 2008). Die Begriffe ‚Detektionsrate‘ und ‚akustische Aktivität‘ sind in diesem Bericht als Synonyme zu verstehen. Aufgrund des POD-Stationsdesigns entstehen bis zu drei Datensätze pro POD-Station. Dabei wurden die Daten aller drei C-PODs pro Station, sofern vorhanden, in die Analyse einbezogen und für einzelne Tage der Mittelwert über die bis zu drei C-POD-Datensätze gebildet. Über diesen Mittelwert können mögliche Sensitivitätsunterschiede weiter ausgeglichen werden. Für jene Tage, an denen durch Überschreitung des eingestellten Klicklimits ein Datenverlust von mehr als 10 % an einem C-POD vorlag, wurden die Daten dieses Tages für diesen C-POD von der weiteren Datenanalyse ausgeschlossen (siehe Kapitel 4.3.1). Da bei den POD-Stationen je drei C-PODs pro Station vorlagen und die Detektionsraten pro POD-Station gemittelt wurden, konnte trotz der zuvor beschriebenen Datenverluste häufig eine durchgehende Zeitreihe analysiert werden, wenn Verluste nicht gleichzeitig an allen drei C-PODs einer POD-Station vorlagen.

Zur Darstellung der Tagesrhythmik, also Unterschiede in den Detektionsraten zwischen der Hell- und Dunkelphase pro Station und Jahreszeit, wurde der Parameter **% detektionspositive Minuten pro Stunde** (% DPM/Stunde) herangezogen. Die Werte zu Sonnenauf- und Sonnenuntergangszeiten pro Station, welche die Hell- und Dunkelphasen definieren, wurden dem Solar Calculator der U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) entnommen (www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/). Der Parameter % DPM/Stunde wurde zudem für die Auswertung der Effekte bei den Rammungen im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ und im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ verwendet.

3.3.3.3 Analysen und Statistik

Die akustischen Daten der C-PODs wurden auf verschiedene Weise und unter Einbezug unterschiedlicher Detektionsparameter meist mittels skriptbasierter Berechnungen mit der Software R (Version 3.5.1; R Core Team 2018) als auch mit dem Programm SPSS (IBM SPSS Statistics Version 25) analysiert. Eine Clusteranalyse wurde mit dem Programm PRIMER (PRIMER-e Version 6) berechnet. Im Folgenden werden komplexere Analysemethoden genauer erläutert.

Rammeffekte

Für die Auswertung der Rammeffekte des Baus des **OWP ,Trianel Windpark Borkum – Phase II‘** auf die akustische Aktivität von Schweinswalen wurden die beiden nächstgelegenen POD-Stationen BR7 (je nach WEA-Standort 1,6 – 8,7 km entfernt) und BR3 (10,4 – 19,3 km entfernt), sowie die nächstgelegene Station im FFH-Gebiet ,Borkum Riffgrund‘ BR2 (11,7 – 21,9 km entfernt) herangezogen. Zusätzlich wurden die zwei Einzel-PODs TWB1 (1,8 – 9,8 km) und TWB2 (3,4 – 9 km) mit in die Analyse der Rammeffekt einbezogen, da diese Stationen zusätzliche Daten für den Nahbereich lieferten. Die übrigen POD-Stationen und Einzel-PODs wurden aufgrund der hohen Entfernung zu den WEAs aus der Analyse ausgeschlossen. Die POD-Datensätze wurden in sechs Distanzklassen (1,6 – 4 km, >4 – 8 km, >8 – 12 km, >12 – 16 km, >16 – 20 km und >20 – 21,9 km) aufgeteilt (Abb. 3.13). Die ersten beiden Distanzklassen umfassen ausschließlich Datensätze der Stationen BR7, TWB1 und TWB2. Distanzklasse 3 beinhaltet Datensätze aller fünf Stationen, Distanzklasse 4 und 5 beinhalten Datensätze der Stationen BR2 und BR3, Distanzklasse 6 nur von Station BR2. Da das Monitoring-POD-Stations-Netz nicht speziell für die Analyse von Rammeffekten ausgelegt ist, stehen für die Analyse keine Datensätze für Entfernungen unterhalb von 1,6 km zur Verfügung.

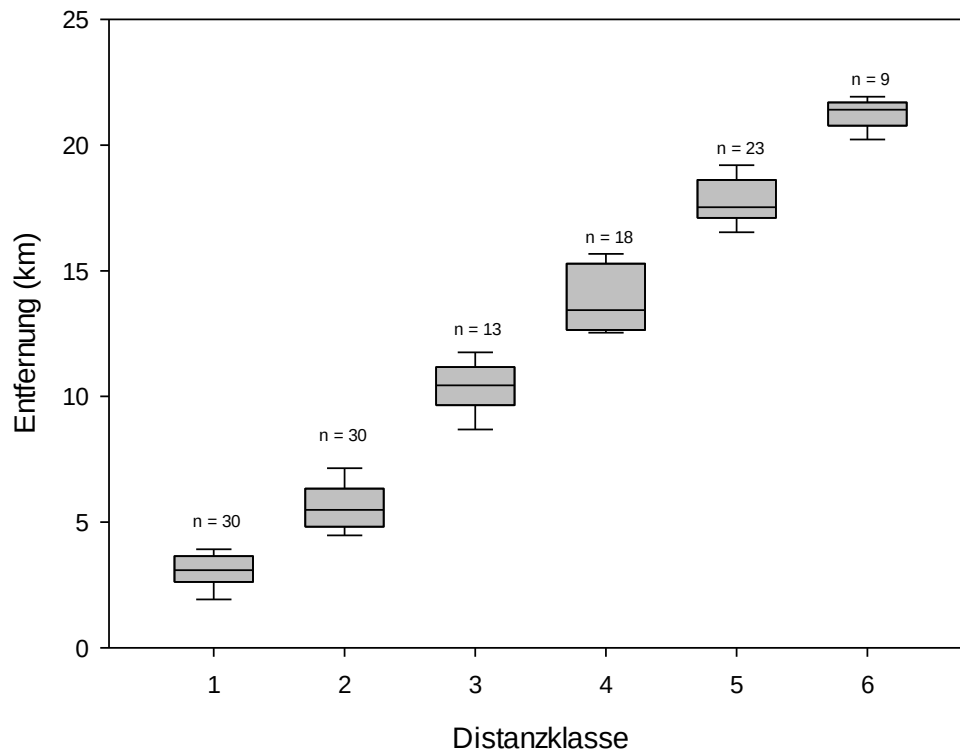


Abb. 3.13 Boxplot der Entfernungen der POD-Stationen (BR7, BR3, BR2) und Einzel-PODs (TWB1 und TWB2) zu den Rammpositionen im OWP „Trianel Windpark Borkum – Phase II“ pro Distanzklasse mit Angabe der Anzahl der Datensätze (n); (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median).

Zwischen Rammende und Beginn der nächsten Vergrämungsphase verging unterschiedlich viel Zeit (minimal 22 Stunden, maximal 706 Stunden). Für 59,4 % der Rammungen lag eine Zeitspanne von mindestens 48 Stunden zwischen Rammende der einen WEA und Vergrämungsbeginn an der nächsten WEA vor, für 96,9 % der Rammungen lagen mind. 24 Stunden dazwischen. Daher wurde der Zeitraum der Vergrämung und Rammung (gemeinsam als akustisch-beeinflusste Phase definiert) sowie ein Zeitraum von maximal 24 Stunden vor Rammbeginn und nach Rammende für die Analyse der Rammeffekte betrachtet, um einen möglichst vergleichbaren und statistisch aussagekräftigen Datensatz zu verwenden.

Für die Auswertung der Rammeffekte des Baus des **OWP „Borkum Riffgrund 2“** auf die akustische Aktivität von Schweinswalen wurden die beiden nächstgelegenen POD-Stationen BR4 (je nach WEA-Standort 5,1 – 17,4 km entfernt), BR7 (9,4 – 18,4 km entfernt) sowie die nächstgelegene Station im FFH-Gebiet „Borkum Riffgrund“ BR2 (3,5 – 15,1 km entfernt) herangezogen. Zusätzlich wurden die drei Einzel-PODs BKR1 (2,5 – 7,2 km), BKR2 (1,7 – 7,7 km) und BKR3 (2,1 – 12,4 km) mit in die Analyse der Rammeffekte einbezogen, da diese Stationen zusätzliche Daten für den Nahbereich lieferten. Die übrigen POD-Stationen und Einzel-PODs wurden aufgrund der hohen Entfernung zu den WEAs aus der Analyse ausgeschlossen. Die POD-Datensätze wurden in fünf Distanzklassen (1,7 – 4 km, >4 km – 8 km, >8 – 12 km, >12 – 16 km und >16 – 18,4 km) aufgeteilt

(Abb. 3.14). Die erste Distanzklasse umfasst Datensätze der Stationen BR2 und BKR1 bis 3, Distanzklassen 2 beinhaltet zusätzlich die Daten der Station BR4, Distanzklasse 3 und 4 beinhalten Datensätze der Stationen BR2, BR4 und BR7, sowie die Daten des Einzel-PODs BKR3. In der Distanzklasse 5 sind nur noch Daten der POD-Stationen BR4 und BR7 enthalten. Da das POD-Stations-Netz nicht speziell für die Analyse von Rammeeffekten ausgelegt ist, stehen für die Analyse keine Datensätze für Entfernungen unterhalb von 1,7 km zur Verfügung.

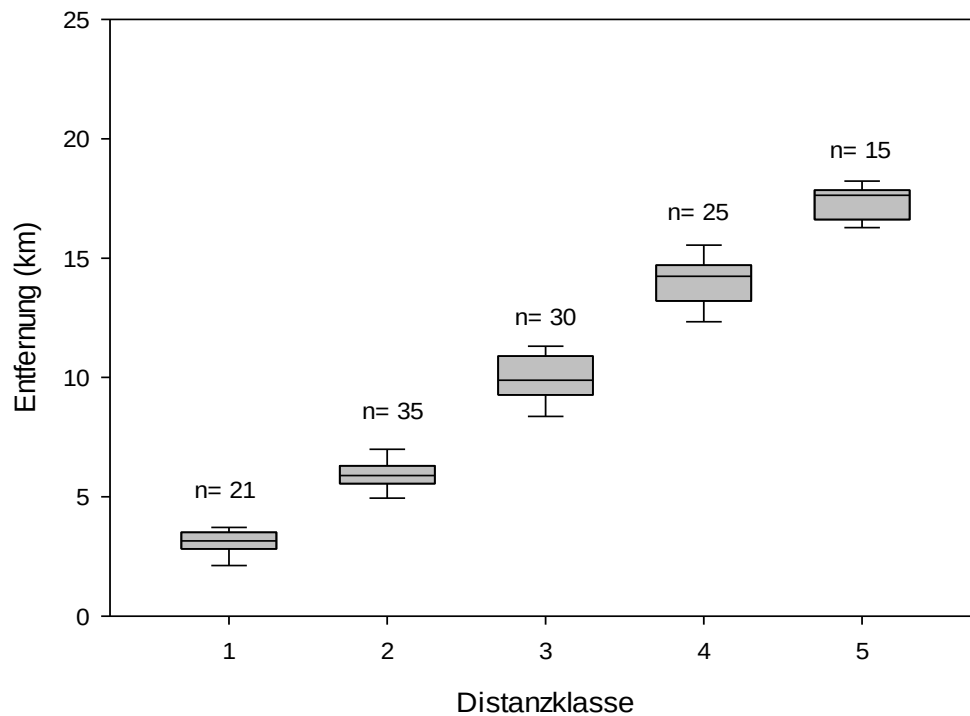


Abb. 3.14 Boxplot der Entfernungen der POD-Stationen (BR7, BR4, BR2) und Einzel-PODs (BKR1, BKR2 und BKR3) zu den Rammpositionen im OWP „Borkum Riffgrund 2“ pro Distanzklasse mit Angabe der Anzahl der Datensätze (n); (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median).

Zwischen Rammende und Beginn der nächsten Vergrämungsphase verging unterschiedlich viel Zeit (minimal 0,8 Stunden (Unterbrechung der Rammung), maximal 230 Stunden), wobei es bei der Rammung von 10 WEAs zu längeren Unterbrechungen der Rammarbeiten kam (0,8 bis 13,3 Stunden) und erneut vergrämt werden musste. Diese Unterbrechungen, mit erneuter Vergrämung und Rammung an einer WEA, wurden als eigenständige Rammereignisse analysiert. Für 31,1 % der Rammungen lag somit eine Zeitspanne von mindestens 48 Stunden zwischen Rammende der einen WEA und Vergrämungsbeginn an der nächsten WEA, für 71,1 % der Rammungen lagen mind. 24 Stunden dazwischen, für 82,2 % waren es mindestens 12 Stunden. Aufgrund der teilweise kurzen Zeitspanne zwischen den Rammungen, wurde daher der Zeitraum der Vergrämung und Rammung (gemeinsam als akustisch-beeinflusste Phase) sowie ein Zeitraum von bis zu 12 Stunden vor Rammbeginn und nach Rammende für die Analyse der Rammeeffekte betrachtet, um einen möglichst vergleichbaren und statistisch aussagekräftigen Datensatz zu verwenden.

Trendanalyse (Zeitreihenanalyse)

Für den Vergleich der Detektionsraten zwischen den fünf Untersuchungsjahren und zur Darstellung längerfristiger Veränderungen und Trends wurden verschiedene statistische Analysen durchgeführt. Zum einen wurde der saisonale Verlauf der Detektionsraten (in % DP10M/Tag) in 2014 bis 2018 pro Jahr und Station miteinander verglichen. Dabei wurde ein gleitender Mittelwert mittels einer LOESS-Regression (Lokal-gewichtete Regressionsanalyse, span = 0,4) gebildet, um einen generellen, saisonalen Verlauf besser zu visualisieren. Zusätzlich wurden zur Darstellung eines längerfristigen Trends und ggf. großräumiger Einflüsse von Rammarbeiten in den vier Untersuchungsjahren je Station eine Zeitreihenanalyse oder auch Seasonal-Trend-Decomposition Analyse (Software R, Paket „stats“) in tagesgenauer Auflösung (% DP10M/Tag) durchgeführt (Cleveland et al. 1990). Dabei wird der Rohdatensatz des Verlaufs der Detektionsraten in drei Komponenten aufgeschlüsselt: 1. Langzeittrend (mittels LOESS-Regression unter Ausschluss saisonaler Abhängigkeiten), 2. Saisonale Komponente und 3. Verbleibendes Rauschen. Für die Analyse langfristiger Trends sind mehrjährige Datenreihen notwendig. Da die Daten pro POD-Station auf den Mittelwerten der jeweiligen drei Unterstationen beruhen, kam es zu keinerlei Datenlücken in der Zeitreihe.

Clusteranalyse

Die Ergebnisse der Clusteranalyse beruhen auf einer Ähnlichkeitsmatrix, die durch den Bray-Curtis-Ähnlichkeitskoeffizienten berechnet wurde. Dabei wurde jedes Datenpaar (Detektionsrate pro Monat und pro Station in % DP10M/Tag) auf Ähnlichkeiten untersucht und mit einem Paralleldatensatz auf Ähnlichkeiten geprüft. Diese Anwendung wurde von Clarke & Warwick (2001) für die Analyse von biologischen Datensätzen empfohlen. Die Clusteranalyse wurde herangezogen, um Ähnlichkeiten zwischen den untersuchten Stationen festzustellen und zu visualisieren. Dabei handelt es sich um ein hierarchisches Verfahren, bei dem die Stationen, die sich am ähnlichsten sind, zu einem Cluster zusammengefasst werden. Das Ergebnis wird als Dendrogramm dargestellt. Zu dessen Erstellung wurde das Group-Average-Linkage-Verfahren genutzt. Die y-Achse in dem Dendrogramm gibt die Stationen wieder und die x-Achse stellt die Ähnlichkeit (in %) der monatlichen Detektionsraten dar. Bei der Clusteranalyse wurden zusätzlich mittels SIMPROF (Similarity Profile) -Permutationstest signifikante Cluster innerhalb des Dendrogramms identifiziert (Signifikanzniveau 5 %). Bei diesem Permutationstest wird anhand eines Analysewertes (Π) die Nullhypothese überprüft, dass ein spezifischer Datensatz, der a priori nicht in Gruppen unterteilt ist, eine homogene multivariate Struktur aufweist (Clarke & Gorley 2006).

3.4 Vergleichbarkeit von PAM und Flugtransekt-Erfassungen

Da die mittels Passiv akustischen Monitorings (PAM) und Flugtransekt-Erfassung für die Schweinswale im Untersuchungsgebiet ermittelten Tendenzen teilweise uneinheitlich sind, stellt sich die Frage, inwieweit die Daten aus beiden Erfassungsmethoden korreliert sind. Verschiedene Studien zeigen eine relativ gute Übereinstimmung der beiden Methoden (Williamson et al. 2016, Jacobson et al. 2017), allerdings ist eine Übereinstimmung oft gebietsabhängig (Kyhne et al. 2012). Für das Untersuchungsgebiet von ‚Nördlich Borkum‘ wurden die täglichen Schweinswal-Detektionsraten (% DP10M/Tag) an den einzelnen Flugtransekt-Erfassungs-Tagen im Zeitraum von 2014 bis einschließlich 2018 den ermittelten Schweinswaldichten (Ind./km²) im Umkreis von 5 km um die jeweilige POD-Station bzw. Einzel-POD gegenübergestellt. (Abb. 3.15).

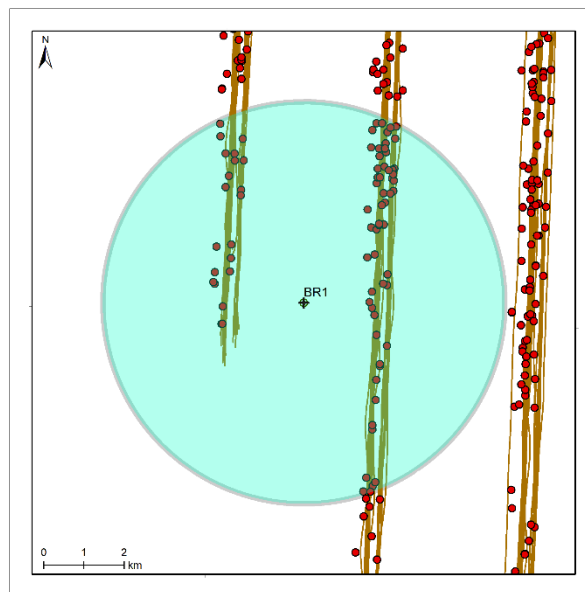


Abb. 3.15 Beispielhafte Darstellung der POD-Station BR1 mit einem 5-km-Radius, in dem die Schweinswaldichten für den Vergleich von POD- und Flug-Daten berechnet wurden; türkis: 5-km-Radius; braun: Transekt; rot: Schweinswalsichtung.

In den fünf Untersuchungsjahren wurden insgesamt an 44 Tagen Flugtransekt-Erfassungen durchgeführt. Im Untersuchungsgebiet waren je nach Zeitpunkt 8 bis 18 POD-Stationen bzw. Einzel-PODs ausgebracht. Die POD-Stationen liegen teilweise direkt innerhalb des Streifens, der von den Kameras der digitalen Flugtransekt-Erfassung abgedeckt wird (TWB2, GW1, GW3, BR3, BR4, BR2, TWB1) und teilweise mehr als 1 km vom Mittelpunkt des Transekts entfernt (BR6, BR8, BR5, BR1). Dabei liegt BR1 mit 1,8 km Distanz am weitesten von einem Transekt entfernt. Für einen Vergleich der beiden Datensätze wurden nun an jeder POD-Station und jedem Einzel-POD an allen Tagen, an denen eine Flugtransekt-Erfassung stattfand die mittlere Detektionsrate in % DP10M/Tag berechnet und die Schweinswaldichte basierend auf der an diesem Tag stattfindenden Flugtransekt-Erfassung in einem Umkreis von 5 km bestimmt. Die Distanz von 5 km wurde gewählt um zu gewährleisten, dass zum einen die Fläche groß genug ist, sodass regelmäßig Schweinswale gesichtet wurden und nicht zu groß um immer noch das Gebiet um den POD selbst abzubilden anstelle eines deutlich größeren Seegebietes. Dadurch ergab sich ein Datensatz mit 351 Detektionsraten und Dichten, der zum Vergleich herangezogen wurde.

Um zu prüfen, ob die Korrelation der Detektionsrate % DP10M/Tag mit der Anzahl der in 5 km Umkreis gesichteten Schweinswale signifikant war, wurde ein Kendall-Korrelationstest durchgeführt.

4 ERGEBNISSE

4.1 Flugtransekt-Erfassung

Während der acht Flugtransekt-Erfassungen im Zeitraum vom 09.01.2018 bis zum 08.10.2018 wurde insgesamt eine Transektstrecke von 9.670 km beflogen (Tab. 4.1). Das entsprach einer untersuchten Fläche von insgesamt 5.186 km². Die digitale Erfassungstechnik erlaubte damit eine mittlere Flächenabdeckung von 16,8 % des Untersuchungsgebietes. Aufgrund der Anpassung des Transektdesigns ab Februar 2018 konnte die untersuchte Fläche im Bereich der OWPs deutlich vergrößert werden. Durch eine Verdichtung der Transekte innerhalb des Untersuchungsgebietes wurde außerdem die Flächenabdeckung von ca. 14,5 % auf durchschnittlich ca. 17,2 % erhöht.

Tab. 4.1 Übersicht der acht durchgeführten digitalen Erfassungsflüge (Januar bis Oktober 2018) mit der Transektstrecke, dem Effort und der prozentualen Flächenabdeckung des Untersuchungsgebietes.

Flug	Jahreszeit	Transektstrecke [km]	Effort [km ²]	Flächenabdeckung [%]
09.01.2018	Winter	1.102	598	14,5
14.02.2018	Winter	1.257	682	17,9
23.04.2018	Frühjahr	1.128	602	15,8
02.05.2018	Frühjahr	1.187	645	16,9
06.06.2018	Sommer	1.249	679	17,8
20.07.2018	Sommer	1.251	673	17,6
18.09.2018	Herbst	1.251	648	17,0
08.10.2018	Herbst	1.245	659	17,3
Gesamt		9.670	5.186	16,8

Im Untersuchungsjahr 2018 wurden insgesamt 1.012 marine Säugetiere während der acht Flugtransekt-Erfassungen gesichtet. Hierbei wurden 786 Schweinswale, 192 Robben (Kegelrobben: 8; Seehunde: 61; unbestimmte Robben: 123) und 34 weitere marine Säugetiere, die nicht eindeutig in eine dieser beiden Kategorien eingeordnet werden konnten, identifiziert (siehe Abb. 4.1).

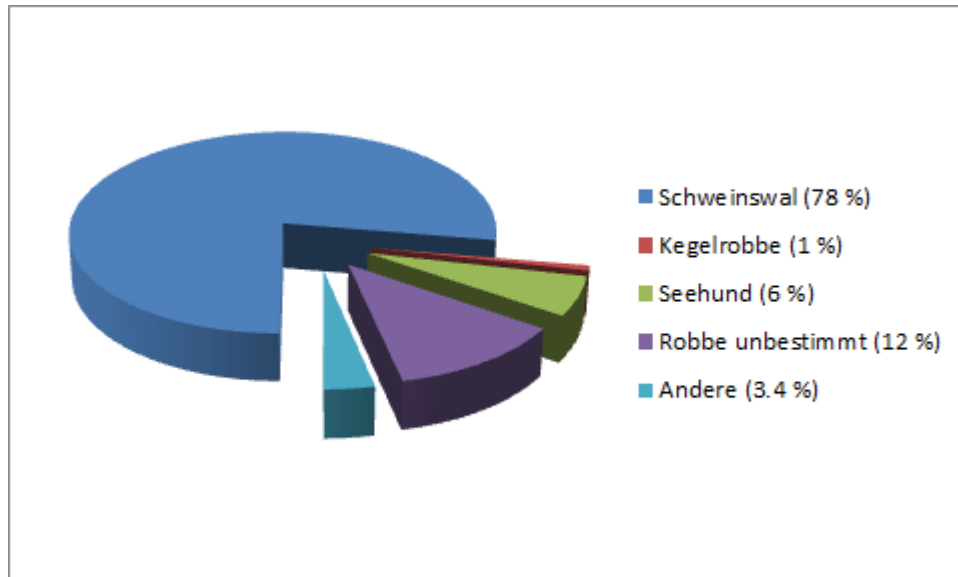


Abb. 4.1 *Artenspektrum der marinen Säugetiere im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018 während der Flugtransekt-Erfassungen.*

4.1.1 Schweinswale

4.1.1.1 Sichtungsrate, Kälberanteil und Gruppengröße

Schweinswale wurden auf allen Flugtransekt-Erfassungen im Untersuchungsgebiet gesichtet. Insgesamt wurden 786 Schweinswale erfasst. Die Anzahl erfasster Schweinswale variierte zwischen den einzelnen Flügen zwischen minimal 13 Individuen (Oktober) und maximal 236 Individuen (Juni). Daraus ergab sich unter Berücksichtigung des Verfügbarkeitsfehlers ein Schweinswalbestand von 166 bis 2.398 Tieren im Untersuchungsgebiet im Jahr 2018.

Da der Größenunterschied zwischen Mutter und Kalb nur zwischen Geburt (ca. Mitte Mai) und Mitte September so deutlich hervortritt, dass eine sichere Ansprache möglich ist, wurden Kälber nur für die Zeit von Mitte Mai bis Mitte September separat erfasst. Während der acht Flüge wurden insgesamt 44 Schweinswalkälber gesichtet. Mit 37 Individuen wurden am 06.06.2018 die meisten Kälber gesichtet. Der Kälberanteil lag bei minimal 4,9 % im Juli 2018 und bei maximal 15,7 % im Juni 2018. Der mittlere Kälberanteil lag damit in dieser Zeit bei 11,6 % (Abb. 4.2). Damit erreichte der Kälberanteil wieder in etwa den Wert von 2013 und 2014. In den Jahren 2015 bis 2017 war der Kälberanteil rückläufig. Eine Übersicht der während der Flugtransekt-Erfassungen gesichteten Schweinswale mit jeweiligem Kälberanteil ist in Tab. 4.2 dargestellt.

Die echte Gruppengröße wurde bei der Auswertung nicht bestimmt, da bei der digitalen Erfassung alle Tiere einzeln mit einer spezifischen Geolokalisation erfasst werden. Schweinswale, die entlang eines Transektes nicht weiter als 500 m voneinander entfernt waren, wurden zu räumlich miteinander assoziierten Individuen zusammengefasst. Dabei kann es sich um mehrere Einzeltiere mit Abständen von bis 500 m zueinander handeln, aber auch um Tiere, die nur wenige Meter weit voneinander erfasst wurden. Diese räumlich assoziierten Tiere werden im Folgenden als Gruppe dargestellt, auch wenn es sich nicht immer um echte Gruppen handelt. Auf diese Weise wurde eine durchschnittliche Gruppengröße räumlich assoziierter Schweinswale von 1,34 Individuen er-

mittelt. Dabei wurden 55,4 % der Schweinswale nicht zu einer räumlich assoziierten Gruppe, sondern als Einzeltiere gewertet. Die 44,6 % der räumlich miteinander assoziierten Schweinswale wurden in Zweiergruppen (28,1 %), Dreiergruppen (11,5 %), Vierergruppen (3,6 %), Fünfergruppen (0,6 %) und Gruppen mit sieben Individuen (0,9 %) unterteilt. Die 47 Kälber wurden meist zusammen mit einem Adulttier (70,2 %), zwei Adulten (27,7 %), oder mit 3 Adulten (2,1 %) gesichtet.

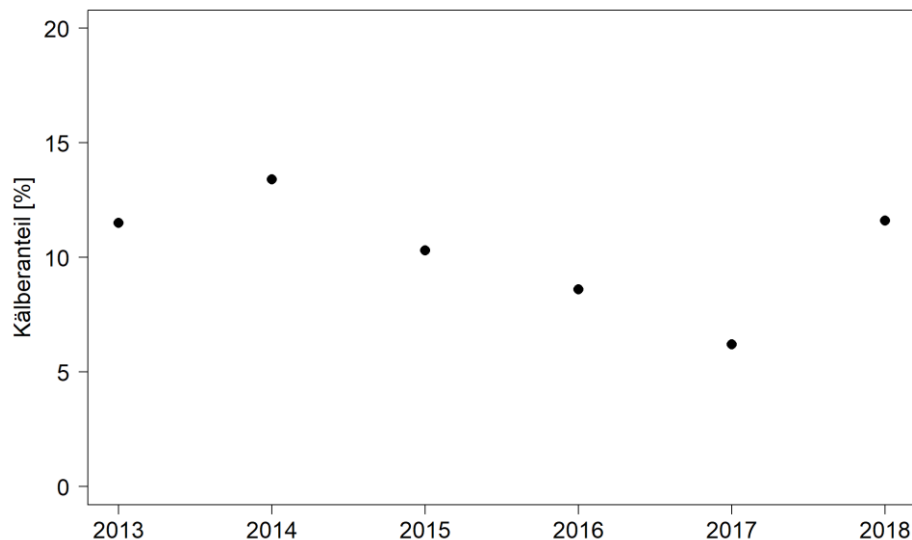


Abb. 4.2 Kälberanteil im Cluster 'Nördlich Borkum' aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie).

Tab. 4.2 Übersicht der acht durchgeführten digitalen Erfassungsflüge (Januar bis Oktober 2018) mit Effort, der Anzahl aller Schweinswale, der Anzahl aller Kälber und dem Anteil der Kälber unter den gesamten Sichtungen (der Kälberanteil wurde nur für den Zeitraum Mitte Mai bis Mitte September berechnet) sowie der durchschnittlichen Gruppengröße, Dichte und der anhand der Dichte berechneten Bestandsgröße im Untersuchungsgebiet.

Flug	Effort [km ²]	Schweinswale [n]	Kälber [n]	Kälber [%]	Gruppengröße	Schweinswal- dichte [Ind. /km ²]	Bestandsgröße im UG [n]
09.01.2018	598	47	-	-	1,24	0,16	657
14.02.2018	682	98	-	-	1,11	0,34	1.289
23.04.2018	602	110	-	-	1,25	0,30	1.132
02.05.2018	645	116	-	-	1,23	0,31	1.197
06.06.2018	679	236	37	15,7	1,60	0,63	2.398
20.07.2018	673	144	7	4,9	1,35	0,38	1.431
18.09.2018	648	22	-	-	1,83	0,08	288
08.10.2018	659	13	-	-	1,30	0,04	166
Gesamt	5.186	786	44	11,6	1,34	0,28	1.087

4.1.1.2 Dichte und Verteilung

Phänologie und Bestandsdichten

Die saisonalen Schweinswaldichten sind in Abb. 4.3 im Jahresverlauf für das Jahr 2018 dargestellt. In den Monaten März, August, November und Dezember fanden keine Erfassungsflüge statt. In allen Monaten mit Erfassungsflügen wurden auch Schweinswale gesichtet. Die höchste Dichte wurde im Juni mit 0,63 Ind./km² festgestellt. Die geringste Dichte wurde im Oktober mit nur 0,04 Ind./km² festgestellt. In den anderen Monaten schwankten die Dichten zwischen 0,08 und 0,38 Ind./km².

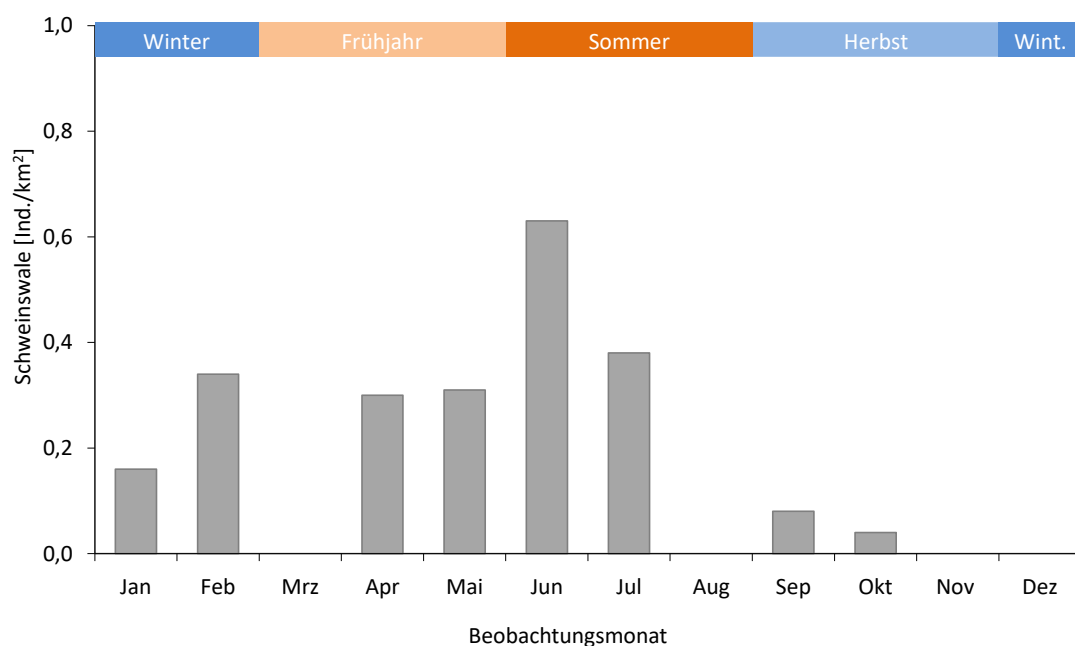


Abb. 4.3 Erfasste Schweinswaldichten im Jahr 2018. In den Monaten März, August, November und Dezember wurden keine Erfassungsflüge durchgeführt.

Ein Vergleich der monatlichen Dichten aus dem Jahr 2018 mit denen der Vorjahre (2014-2017) zeigt, dass die Dichten in den einzelnen Monaten stark schwanken können (Abb. 4.4). In fast allen Monaten wurden in einzelnen Jahren mal höhere und mal niedrigere Dichten beobachtet.

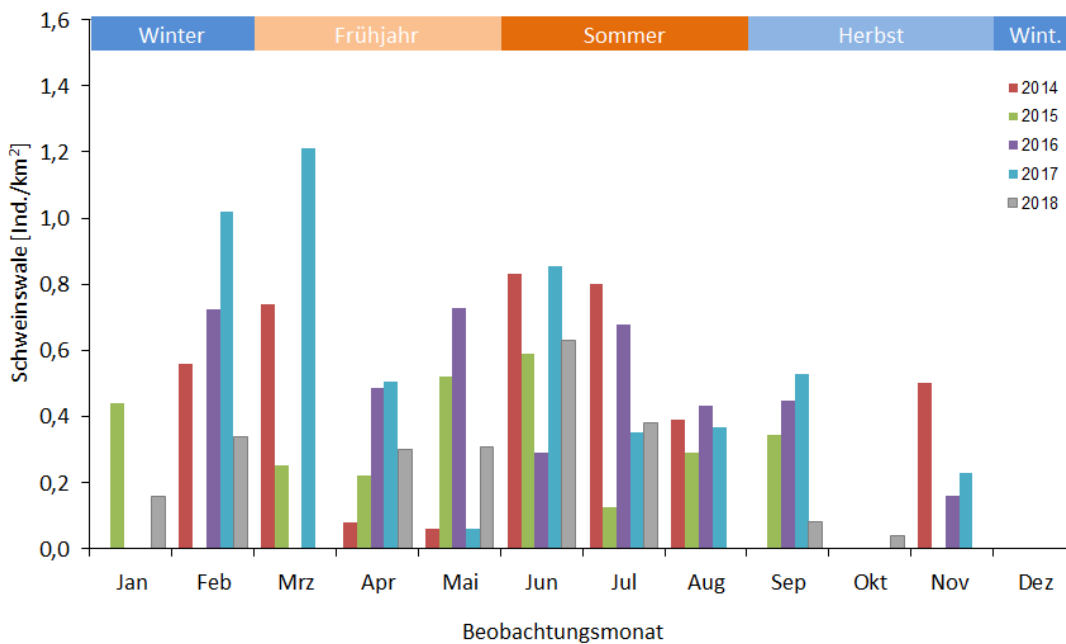


Abb. 4.4 Anhand von Flugtransekt-Erfassungen berechnete Schweinswaldeichten für die Jahre 2014 bis 2018.

Räumliche Verteilung im Untersuchungsgebiet

Zur Darstellung der räumlichen Verteilung der Schweinswale im Jahr 2018 ist die gemittelte Schweinswaldeichte pro Jahreszeit pro Rasterfeld dargestellt (Abb. 4.5). Fast das gesamte Untersuchungsgebiet wurde von Schweinswalen genutzt. Über alle Flüge hinweg wurden im Jahr 2018 in 110 von insgesamt 139 Rasterfeldern (79,1 %) Schweinswale beobachtet. Dabei wurde das Untersuchungsgebiet im Frühjahr 2018 (62,1 % der Rasterfelder) und im Sommer 2018 (70,7 % der Rasterfelder) am weiträumigsten genutzt. Im Winter 2017/2018 (49,2 % der Rasterfelder) wurde das UG bereits weniger und im Herbst 2018 (17,2 % der Rasterfelder) am kleinräumigsten genutzt. Dabei lassen sich die Jahreszeiten gut miteinander vergleichen, da in jeder Jahreszeit zwei Flüge durchgeführt wurden. Insgesamt wurden pro Jahreszeit hauptsächlich Dichten unter 1 Ind./km² festgestellt (92,2 % der Rasterfelder). Dichten über 2 Ind./km² wurden, über alle Jahreszeiten gemittelt, nur in 1,3 % der Rasterzellen festgestellt.

Für das Untersuchungsjahr 2018 wurde im Winter 2017/2018 und im Sommer 2018 ein höheres Schweinswalvorkommen im Westen, speziell im FFH-Gebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ mit lokal höheren Dichten, im Vergleich zum restlichen Untersuchungsgebiet verzeichnet. Auch der nordöstliche Teil des Untersuchungsgebietes wies lokal höhere Dichten auf. Im Frühjahr wurden im FFH-Gebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ dagegen wenige Schweinswale gesichtet. Das hing vor allem auch damit zusammen, dass bei dem Flug am 23.04.2018 die vier westlichen Transekte nicht mit abgedeckt wurden und im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ an diesem Tag eine Rammung stattfand. Höhere Dichten konzentrierten sich vor allem auf den nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes. Im Herbst wurden allgemein relativ wenige Schweinswale gesichtet, dies ohne auffälligen Schwerpunkt im Untersuchungsgebiet.

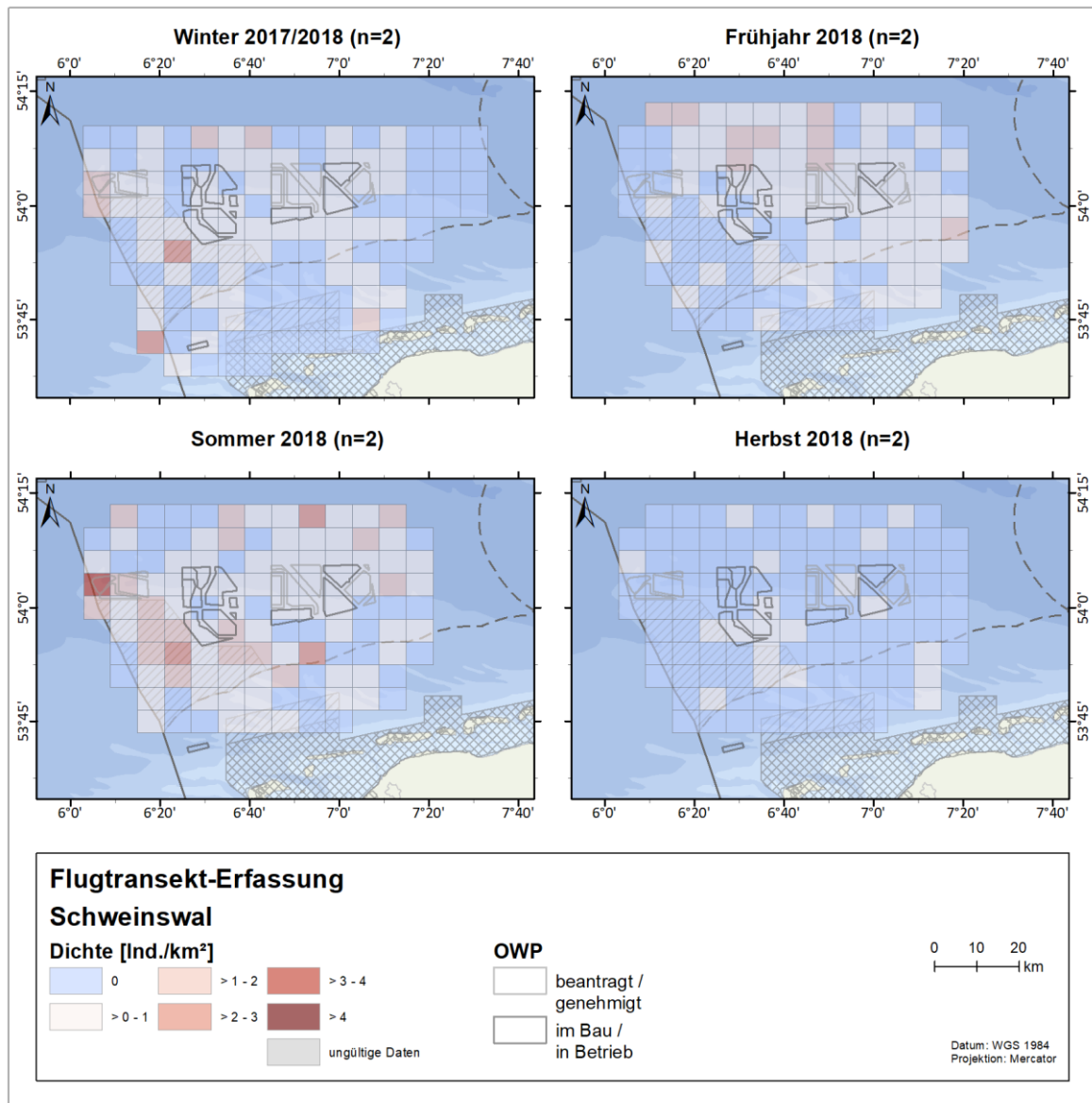


Abb. 4.5 Schweinswaldichte [Ind./km²] pro Rasterzelle gemittelt über zwei Flüge pro Jahreszeit.

Punktsichtungskarten einzelner Flüge zeigen die spezifischen kleinräumigen Verteilungsmuster am Tag der Flugtransekt-Erfassung; diese sind im Anhang (Abb. A.6 - Abb. A.13) dargestellt. Exemplarisch wird in Abb. 4.6 die Verteilung von Schweinswalen am 06.06.2018 aufgezeigt. An diesem Tag wurden die meisten Schweinswale gesichtet. Hierbei wurden höheren Anzahlen im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes, in dem auch das FFH-Gebietes „Borkum Riffgrund“ liegt, beobachtet. Die Tiere traten aber im gesamten UG auf. Schweinswalsichtungen erfolgten auch regelmäßig innerhalb der Windparkflächen.

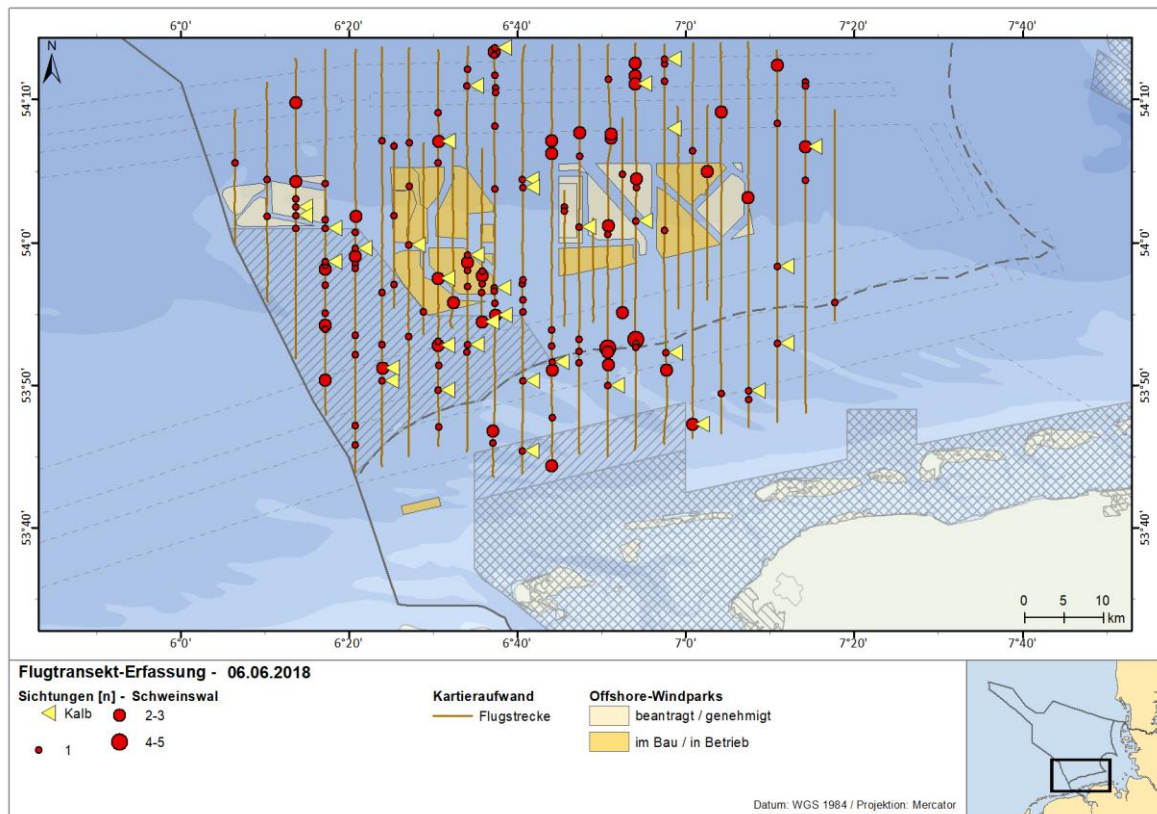


Abb. 4.6 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.

Die Cluster-Analyse (Hotspotanalyse Getis-Ord Gi*) zeigt einen größeren Bereich mit konstant hohen Dichten im Westen des Untersuchungsgebietes für das Jahr 2018 (Abb. 4.7). Dieser Bereich hatte seinen Schwerpunkt im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘. Areale mit konstant geringer Schweinswalldichte fanden sich vereinzelt im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes. Die Hotspotanalyse spiegelt die räumliche Verteilung der Schweinswale im Jahresverlauf wider. Im Frühjahr 2018 lag der Hotspot eher im Norden des Untersuchungsgebietes, was auch mit dem Flug am 23.04.2018 zusammenhängt, bei dem die vier westlichen Transekte nicht mit abgedeckt wurden und zugleich eine Rammung im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ stattfand. Für die anderen Jahreszeiten gibt die Hotspotanalyse die Dichteverteilung gut wieder. Im Winter, Sommer und zu einem gewissen Anteil auch im Herbst wurden hohe Dichten im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ verzeichnet.

Die explorative Regressionsanalyse zeigt, dass das Verteilungsmuster der Schweinswale im Untersuchungsgebiet am besten durch Längengrade (Longitude) und Breitengrade (Latitude) gemeinsam erklärt wird, wobei die Breitengrade einen größeren Einfluss auf die Regression haben (Tab. 4.3). Der Nord-Süd-Gradient wird im Jahr 2018 vor allem durch die Frühjahrsflüge geprägt und ist über alle Flüge zusammengekommen signifikant ($R^2 = 0,05$; $F(1,114) = 7,15$; $p < 0,01$). Der für das Gebiet bekannte Ost-West-Gradient wurde hingegen vor allem durch die Flüge im Winter und Sommer geprägt. Die Regressionsanalyse ergab einen signifikanten Ost-West-Gradienten (Abb. 4.8; $R^2 = 0,04$; $F(1,114) = 5,17$; $p < 0,05$).

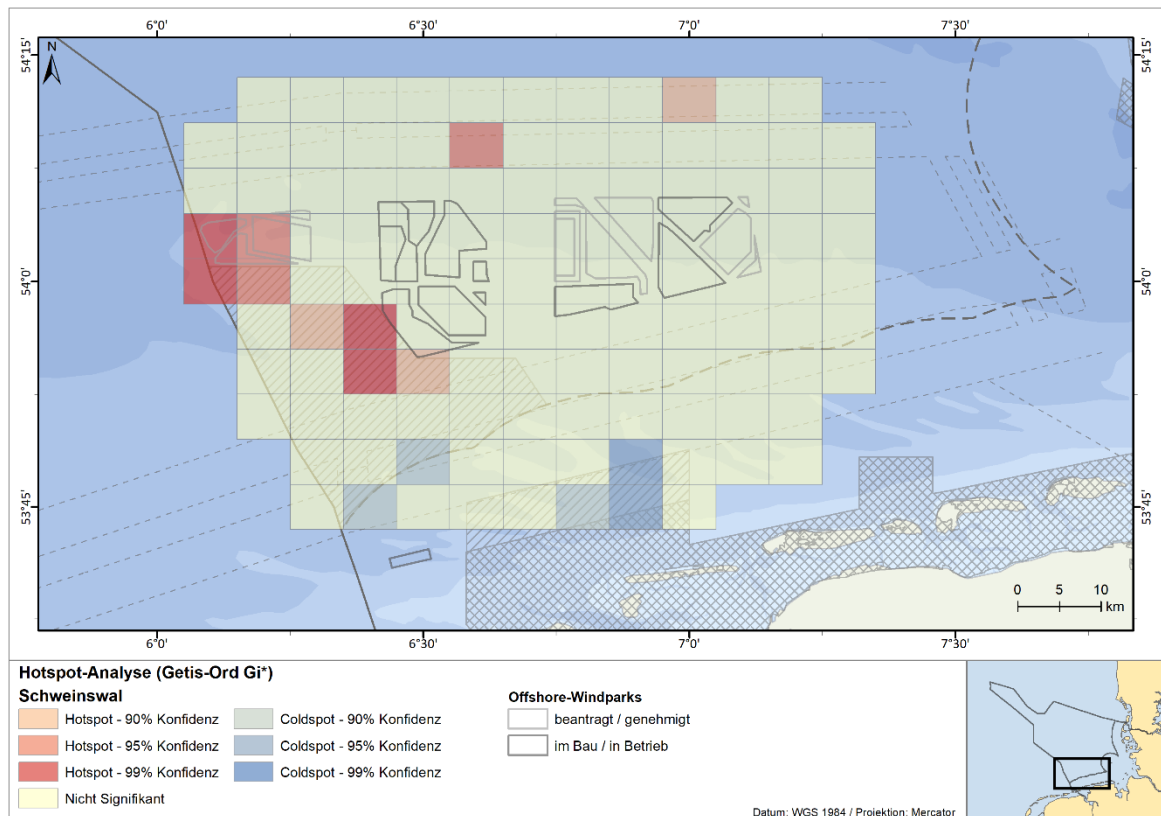


Abb. 4.7 Hotspotanalyse (Getis-Ord Gi*) der Schweinswaldaten über das Jahr 2018 gepoolt.

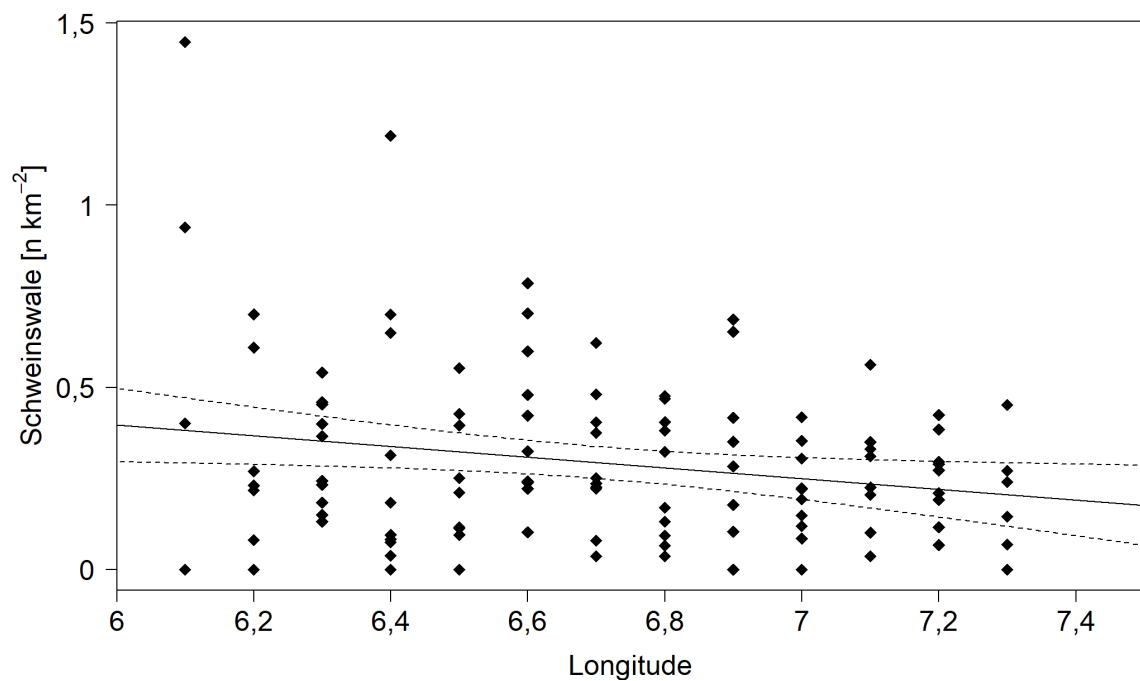


Abb. 4.8 Regressionsanalyse der Schweinswalddichte ($n \text{ km}^{-2}$) in Abhängigkeit der Längengrade (Longitude) über das Jahr 2018 gepoolt mit 95 % Konfidenzintervallen.

Tab. 4.3 Ergebnisse der explorativen Regressionsanalyse sortiert nach angepasstem R^2 (AdjR2), AIC und Signifikanz der einzelnen Modellvariablen (* = 0,10; ** = 0,05, *** = 0,01).

AdjR2	AIC	Signifikanz der Modellvariablen
0,09	-4,21	-LAT***;-LONG*
0,05	-1,06	-LAT***
0,04	0,85	-LONG*

4.1.1.3 Auswirkung durch Bau und Betrieb von OWPs

Auswirkungen durch die Windparks selbst können mit Hilfe der Dichteberechnungen in den einzelnen Rasterzellen mathematisch nur schwer beurteilt werden. Grundsätzlich zeigte sich jedoch kein verändertes Verteilungsmuster im Vergleich zu vorherigen Umweltmonitoringberichten (Bio-Consult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018). Für die statistische Untersuchung möglicher Auswirkungen durch den Betrieb der OWPs auf marine Säuger wurde eine spezielle Analyse (Gradientenanalyse) durchgeführt, deren Ergebnisse im Folgenden beschrieben werden.

4.1.1.3.1 OWPs im Betrieb

Die Gradientenanalyse zur Prüfung eines potenziellen Meideffektes der bestehenden Windparkflächen der sechs OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ durch Schweinswale wies auf ein geringeres Vorkommen von Schweinswalen innerhalb der Windparkflächen hin (Abb. 4.9). Auch in der Basisaufnahme ließ sich ein geringeres Vorkommen von Schweinswalen innerhalb der geplanten Windparkflächen und ihrer direkten Umgebung bis ca. 2 km erkennen, wobei hier zu beachten ist, dass für beide Phasen unterschiedliche OWPs in die Auswertung einfließen. So wurden für die Basisaufnahme die OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ und für die Betriebsphase die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ herangezogen. Die drei OWPs ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ waren somit die einzigen OWPs, die in die Auswertung beider Phasen einbezogen wurden.

In der Basisaufnahme zeigte der nicht-parametrische Test signifikante Abweichungen von der Referenzklasse (10-12 km) für die Klassen ‚OWP‘ ($p < 0,05$), 0-2 km ($p < 0,01$) und 4-6 km ($p < 0,01$). Auch das GAM zeigte einen signifikanten Zusammenhang von zunehmenden Individuenzahlen mit steigendem Abstand zu den zukünftigen Windparkflächen ($p < 0,05$).

In der Betriebsphase zeigte der nicht-parametrische Test signifikante Abweichungen von der Referenzklasse (10-12 km) in der Klasse ‚OWP‘ ($p < 0,001$), 0-2 km ($p < 0,05$) und 2-4 km ($p < 0,05$). Auch das GAM zeigte signifikant zunehmende Individuenzahlen mit steigendem Abstand zu den Windparkflächen ($p < 0,001$).

Dieses Ergebnis verdeutlicht die Bedeutung einer Basisuntersuchung. Die Ergebnisse der Betriebsphase zeigten, trotz regelmäßiger Schweinswalsichtungen in den Windparks, ein geringeres

Schweinswalvorkommen innerhalb der OWPs im Vergleich zu außerhalb. Folglich könnte man auf einen schwach ausgeprägten Meidungseffekt schließen. Der Vergleich von Betriebs- und Basisphase verdeutlicht jedoch, dass dieser Gradient bereits vor dem Bau der Windparks bestand. Somit ist der vermeintliche Windparkeffekt offenbar eher Ausdruck einer natürlichen Verteilung der Tiere im Untersuchungsgebiet.

Schweinswal Flugerfassungen

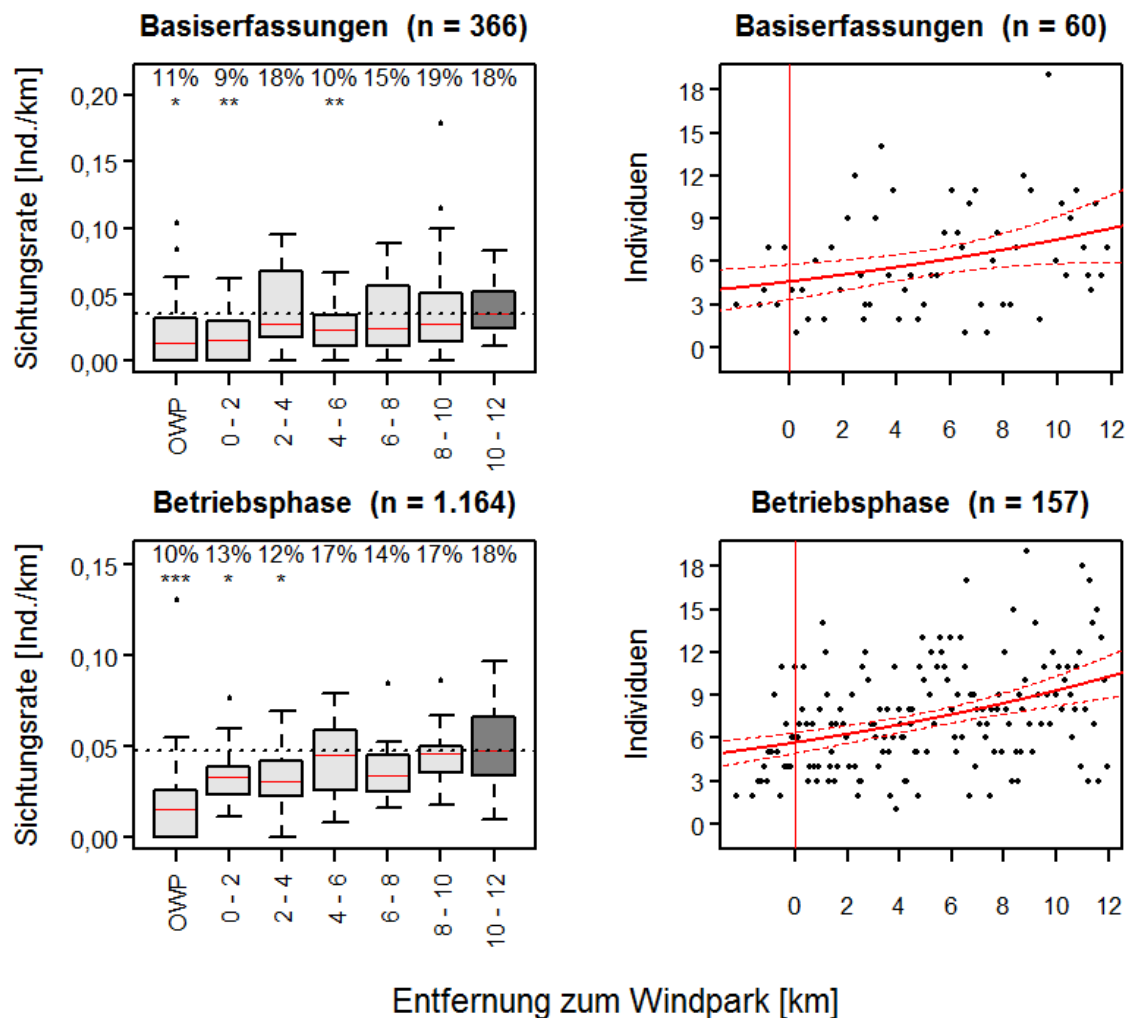


Abb. 4.9 Links: Nicht-parametrischer Test. Boxplots der Abstandsklassen mit Wilcoxon-Mann-Whitney-Test relativ zur Referenzklasse von 10-12 km. (Signifikanzlevel: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$). Rechts: Modellierung der bei Flugerfassungen beobachteten Individuenzahlen der Schweinswale im Verhältnis zur Entfernung von den Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in der Basisaufnahme und der Betriebsphase; GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie). Die Betriebsphase bezieht die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ ein.

4.1.1.3.2 OWPs im Bau

Potenzielle Auswirkungen der Bauphase der einzelnen OWPs wurden, basierend auf den Daten der Flugtransekt-Erfassungen, nicht im Rahmen einer Gradientenanalyse untersucht. Hierfür liegt keine ausreichende Anzahl von Flügen vor, die während der schallintensiven Rammphase durchgeführt wurden, sodass hier nicht zwischen rammbezogenen Vertreibungseffekten und auf sonstige Bauaktivitäten zurückzuführende Effekte unterschieden werden kann. Eine gesonderte Betrachtung von potenziellen Auswirkungen der Rammarbeiten, basierend auf den Schiffs- und Flugtransekt-Erfassungen sowie der C-POD-Daten, sind den entsprechenden Effektmonitoringberichten für die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘ (IfAÖ et al. 2014), ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ (IfAÖ et al. 2016a), ‚Nordsee One‘ (BioConsult SH & IBL Umweltplanung 2017, IfAÖ 2017) bzw. für den OWP ‚Merkur Offshore‘ dem Umweltmonitoringbericht aus dem letzten Jahr zu entnehmen (IfAÖ et al. 2018).

Während der Bauphase ist vor allem in der schallintensiven Rammphase mit Auswirkungen auf Schweinswale zu rechnen. Im Jahr 2018 befanden sich im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ die beiden OWPs ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ und ‚Borkum Riffgrund 2‘ in der Bauphase. Da es für die beiden OWPs keinen gesonderten Effektmonitoringbericht basierend auf den Umweltmonitoringdaten gibt, sind im Folgenden die Flugtransekt-Erfassungen im Jahr 2018 dargestellt, die in einem Zeitraum von weniger als 24 Stunden nach einer Rammung durchgeführt wurden.

Effektmonitoring OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘

Von den acht durchgeführten Flugtransekt-Erfassungen im Jahr 2018 wurden zwei Flüge innerhalb der Rammphase des OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ durchgeführt (23.04.2018 und 02.05.2018). Davon fand ein Flug (23.04.2018) während oder innerhalb von 24 Stunden nach einer Rammung statt (Abb. 4.10).

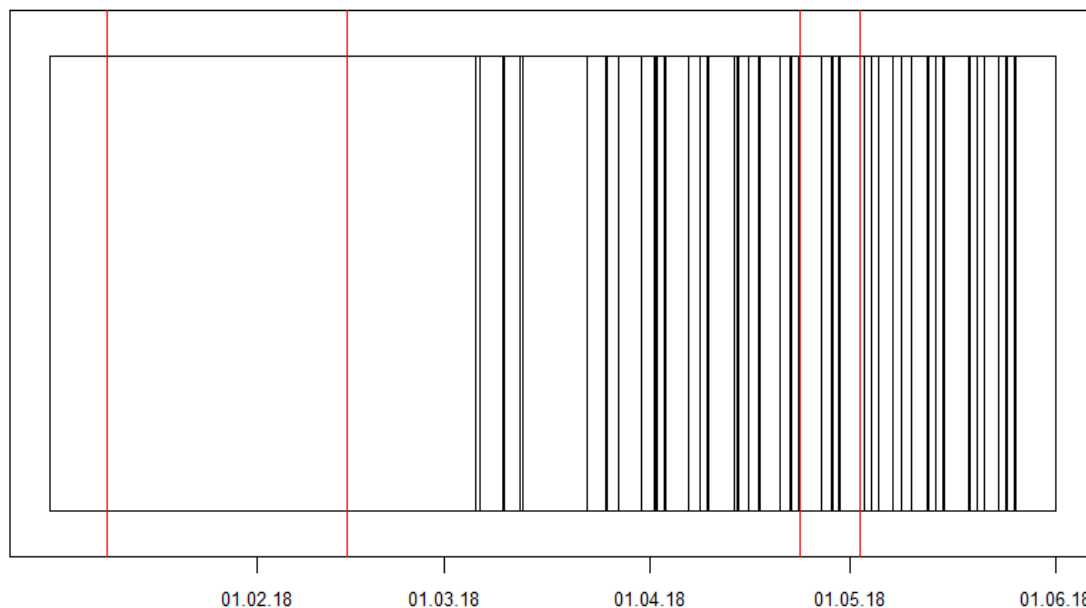


Abb. 4.10 Zeitliche Verteilung der digitalen HiDef-Erfassungsflüge (rote Linien) und Rammereignisse im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ (schwarze Linien) im Untersuchungsgebiet Cluster ‚Nördlich Borkum‘ für die Monate Januar bis Mai 2018.

Während des Fluges innerhalb von 24 Stunden während und nach einer Rammung wurden im Untersuchungsgebiet 110 Schweinswale erfasst. Die Punktsichtungskarte der digitalen Flugtransekt-Erfassungen am 23.04.2018 ist in Abb. 4.11 dargestellt. An diesem Tag startete der Flug im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes während der Vergrämung. Während der Rammung wurde das Untersuchungsgebiet östlich des OWP „Borkum Riffgrund 2“ abgedeckt. Der 8-km-Radius um die Rammstelle wurde zwischen 2:33 und 4:07 Stunden nach Ende der Rammung überflogen. Ein Schweinswal wurde 2:33 Stunden nach Rammende in ca. 4 km Entfernung zur Rammstelle gesichtet. Allgemein verteilen sich die Schweinswalsichtungen vermehrt über den östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, wobei die vier westlichen Transekte an diesem Tag nicht befliegen werden konnten.

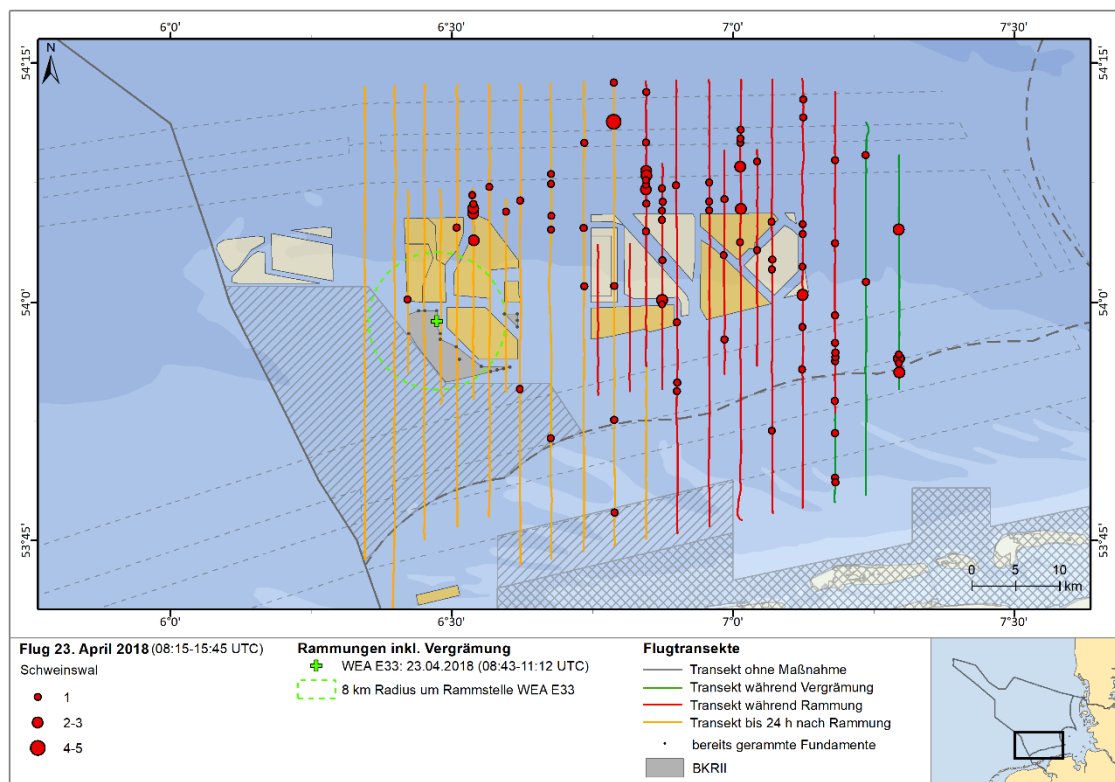


Abb. 4.11 Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 23.04.2018. Der Flug fand teilweise während der Vergrämung und Rammung sowie weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA E33 statt.

Effektmonitoring OWP „Trianel Windpark Borkum – Phase II“

Von den acht durchgeführten Flugtransekt-Erfassungen im Jahr 2018 wurden drei Flüge innerhalb der Rammphase des OWP „Trianel Windpark Borkum – Phase II“ durchgeführt (20.07.2018, 18.09.2018 und 08.10.2018). Davon wurde ein Flug (20.07.2018) während oder innerhalb von 24 Stunden nach einer Rammung durchgeführt (Abb. 4.12).

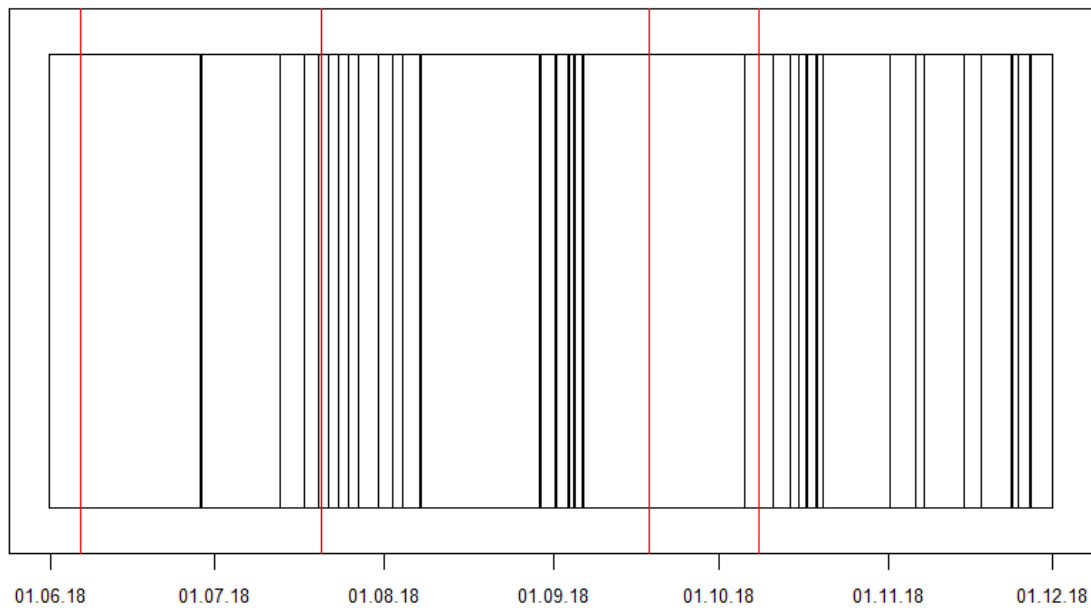


Abb. 4.12 Zeitliche Verteilung der digitalen HiDef-Erfassungsflüge (rote Linien) und Rammereignisse im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ (schwarze Linien) im Untersuchungsgebiet Cluster ‚Nördlich Borkum‘ für die Monate Juni bis November 2018.

Während des Fluges innerhalb von 24 Stunden während und nach einer Rammung wurden im Untersuchungsgebiet 144 Schweinswale erfasst. Die Punktsichtungskarte der digitalen Flugtransekt-Erfassungen am 20.07.2018 ist in Abb. 4.13 dargestellt. An diesem Tag wurde ein Schweinswal in ca. 8 km Entfernung zur Rammstelle und mehrere weitere Schweinswale wenige 100 m weiter entfernt gesichtet. Allerdings wurde der 8-km-Radius um die Rammstelle erst ca. 12 Stunden nach Ende der Rammung überflogen.

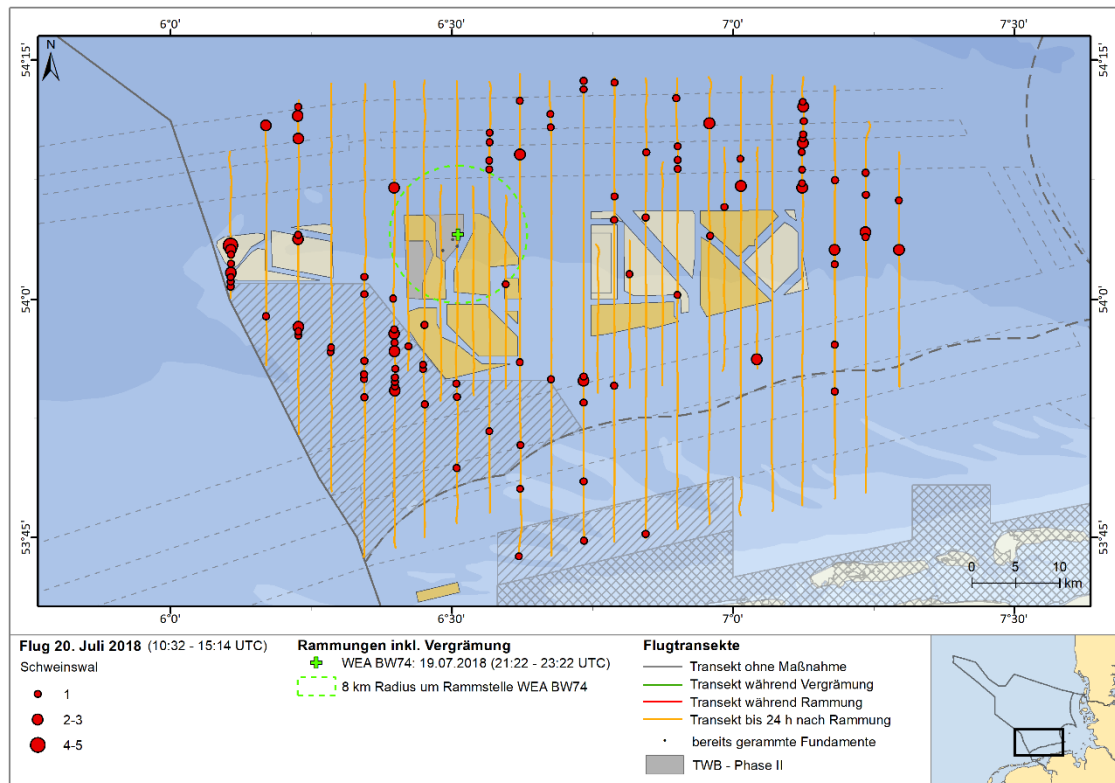


Abb. 4.13 Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 20.07.2018. Der Flug fand weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA BW74 statt.

4.1.1.4 Weitere Aktivitäten im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018

Neben den Rammarbeiten der OWPs ‚Borkum Riffgrund 2‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ fanden im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Zeitraum vom 11.01.2018 bis zum 12.03.2018 insgesamt an 12 Tagen UXO-Sprengungen (UXO - Unexploded Ordnance) statt. Diese konzentrierten sich auf die Zeiträume vom 11.-13.01.2018, 06.-08.02.2018 und 06.-12.03.2018. In diesem Zeitraum fand am 14.02.2018, sechs Tage nach einer UXO-Sprengung, eine Flugtransekt-Erfassung statt. Wie Abb. 4.14 zeigt, wurden Schweinswale sechs Tage nach der letzten Sprengung des zweiten Blocks in direkter Nähe zu den UXO-Sprengungen gesichtet. Messbare Effekte der Sprengungen auf die Schweinswalverteilung waren zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zu erwarten.

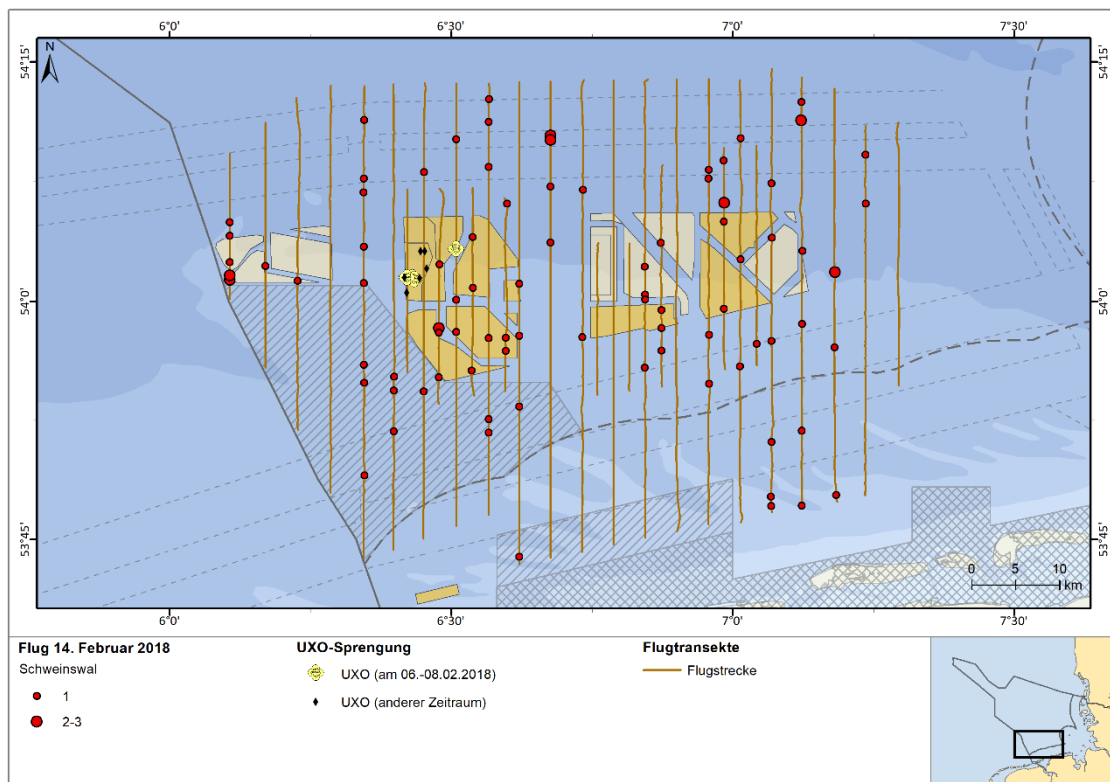


Abb. 4.14 Sichtungen von Schweinswalen während der Flugtransekt-Erfassung am 14.02.2018. Der Flug fand sechs Tage nach dem zweiten Block der UXO-Sprengungen statt.

4.1.2 Robben

4.1.2.1 Sichtungsrate, Jungtiere und Gruppengröße

In Tab. 4.4 sind alle Robbensichtungen während der Flugtransekt-Erfassungen aufgelistet. Insgesamt wurden 192 Robben auf den acht Transektflügen gezählt. Davon konnten 69 Robben auf Artniveau bestimmt werden (35,9 %). Darunter waren insgesamt 61 Seehunde (88,4 %). Mit insgesamt acht Individuen lag der Anteil an Kegelrobben an der Gesamtzahl auf Artniveau bestimmter Robben bei 11,6 %. Die Anzahl gesichteter Robben lag bei den einzelnen Flügen zwischen 10 (Oktober) und maximal 50 Tieren (Februar). Es wurden keine juvenilen Robben gesichtet. Alle Robben, inklusive der nicht auf Artniveau bestimmten, flossen in die Auswertung mit ein. Von den 192 Robben wurden 98,4 % als Einzelindividuen und 1,6 % in räumlich assoziierten Zweiergruppen gesichtet.

Tab. 4.4 Übersicht der Robbensichtungen während der im Untersuchungszeitraum von Januar bis Oktober 2018 durchgeführten acht Flugtransekt-Erfassungen sowie der Effort, die Anzahl aller Individuen und die Gesamtdichte.

Flug	Effort [km ²]	Seehunde [n]	Kegel- robber [n]	unbest. Robben [n]	Robben/km ²
09.01.2018	598	9	0	22	0,05
14.02.2018	682	23	1	26	0,07
23.04.2018	602	4	0	12	0,03
02.05.2018	645	4	0	7	0,02
06.06.2018	679	4	3	27	0,05
20.07.2018	673	7	4	13	0,04
18.09.2018	648	9	0	7	0,02
08.10.2018	659	1	0	9	0,02
Gesamt	5.186	61	8	123	0,04

4.1.2.2 Dichte und Verteilung

Phänologie der Bestandsdichten

Anders als für Schweinswale existiert für Robben noch kein publizierter Faktor, um für die abgetauchten und somit für den Beobachter nicht sichtbaren Tiere zu korrigieren. Bei den berechneten Dichten handelt es sich folglich um Mindestdichten. Die saisonalen Robbendichten (Ind./km²) im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ sind in Abb. 4.15 von Januar bis Oktober 2018 dargestellt. Auf allen Flügen wurden Robben gesichtet. Die höchsten Dichten wurden Mitte Februar mit 0,07 Ind./km² beobachtet. Anfang Mai, Mitte September und Anfang Oktober wurden mit jeweils 0,02 Ind./km² die niedrigsten Dichten berechnet. Insgesamt ergab sich eine mittlere Dichte von 0,04 Ind./km².

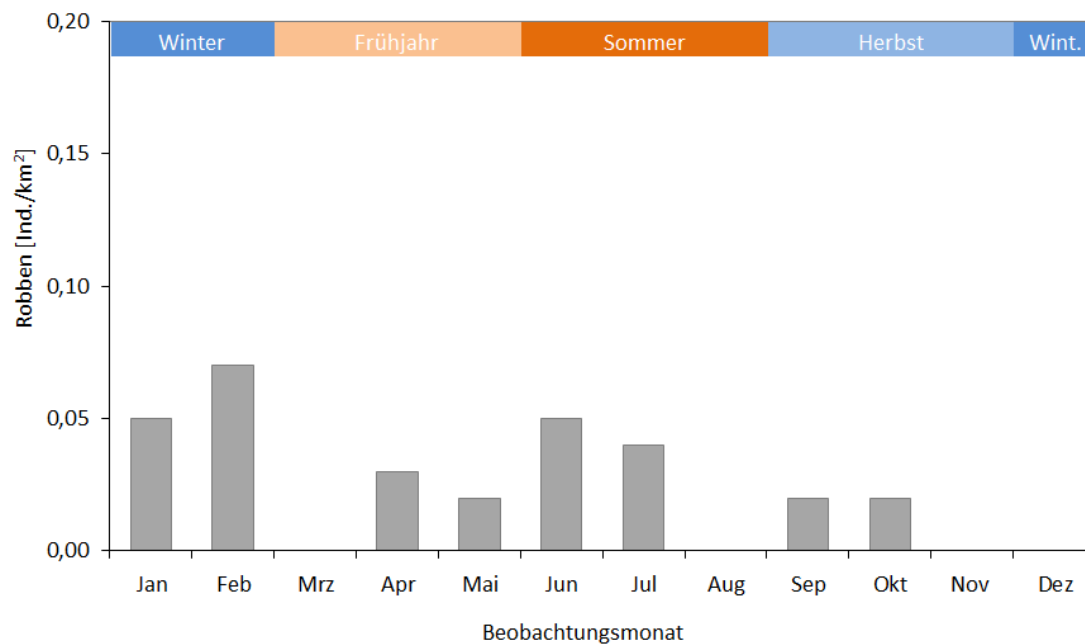


Abb. 4.15 Erfasste Robbendichten im Jahr 2018 (Seehunde, Kegelrobben und unbestimmte Robben zusammengefasst). In den Monaten März, August, November und Dezember 2018 wurden keine Erfassungsflüge durchgeführt.

Ein Vergleich der monatlichen Dichten aus dem Jahr 2018 mit denen der Vorjahre (2014-2017) zeigt, dass die Dichten in den einzelnen Monaten von Jahr zu Jahr stark schwanken können (Abb. 4.16).

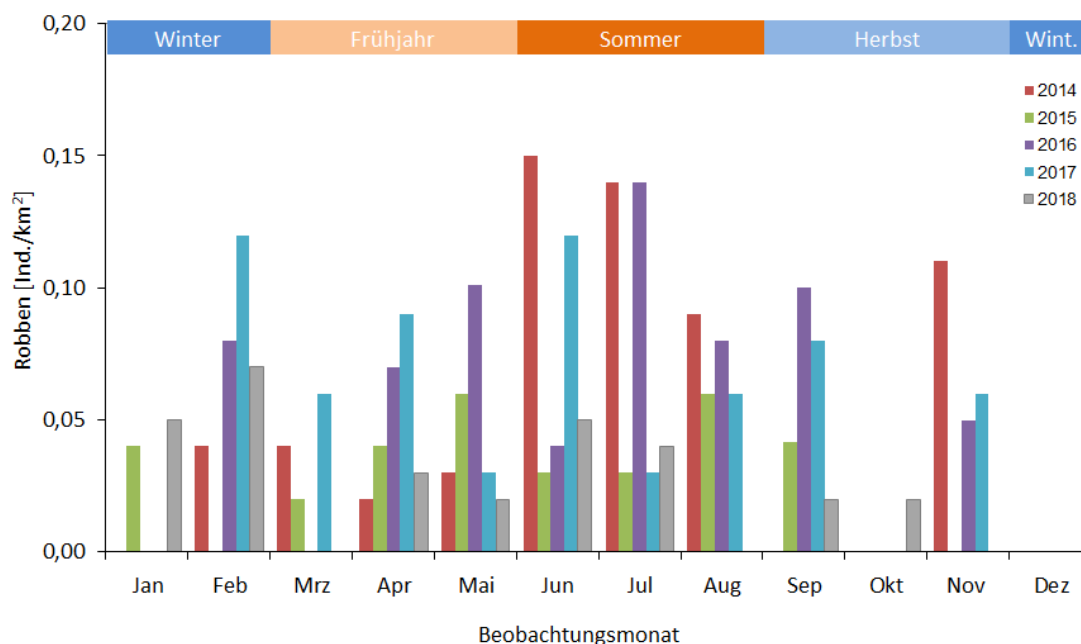


Abb. 4.16 Erfasste Robbendichten in den Jahren 2014 bis 2018 (Seehunde, Kegelrobben und unbestimmte Robben zusammengefasst).

Räumliche Verteilung im Untersuchungsgebiet

Die räumliche Verteilung der Robben im Jahr 2018 wurden in Rasterdichtekarten (Abb. 4.17) und Punktsichtungskarten (Abb. 4.18) dargestellt. Punktsichtungskarten einzelner Flüge zeigen die spezifischen kleinräumigen Verteilungsmuster am Tag der Flugtransekt-Erfassung; diese sind im Anhang (Abb. A.14 - Abb. A.21) dargestellt. Die Punktsichtungskarte zeigt die Robbensichtungen der einzelnen Arten aller im Jahr 2018 durchgeführten Flüge, während die Rasterdichtekarte die gemittelte Robbendichte aller Robbenarten zusammengefasst pro Jahreszeit und Rasterfeld über alle jeweils in dieser Jahreszeit durchgeführten Flüge darstellt. Über alle Flüge hinweg wurden in 86 von insgesamt 139 Rasterfeldern Robben beobachtet (61,9 %).

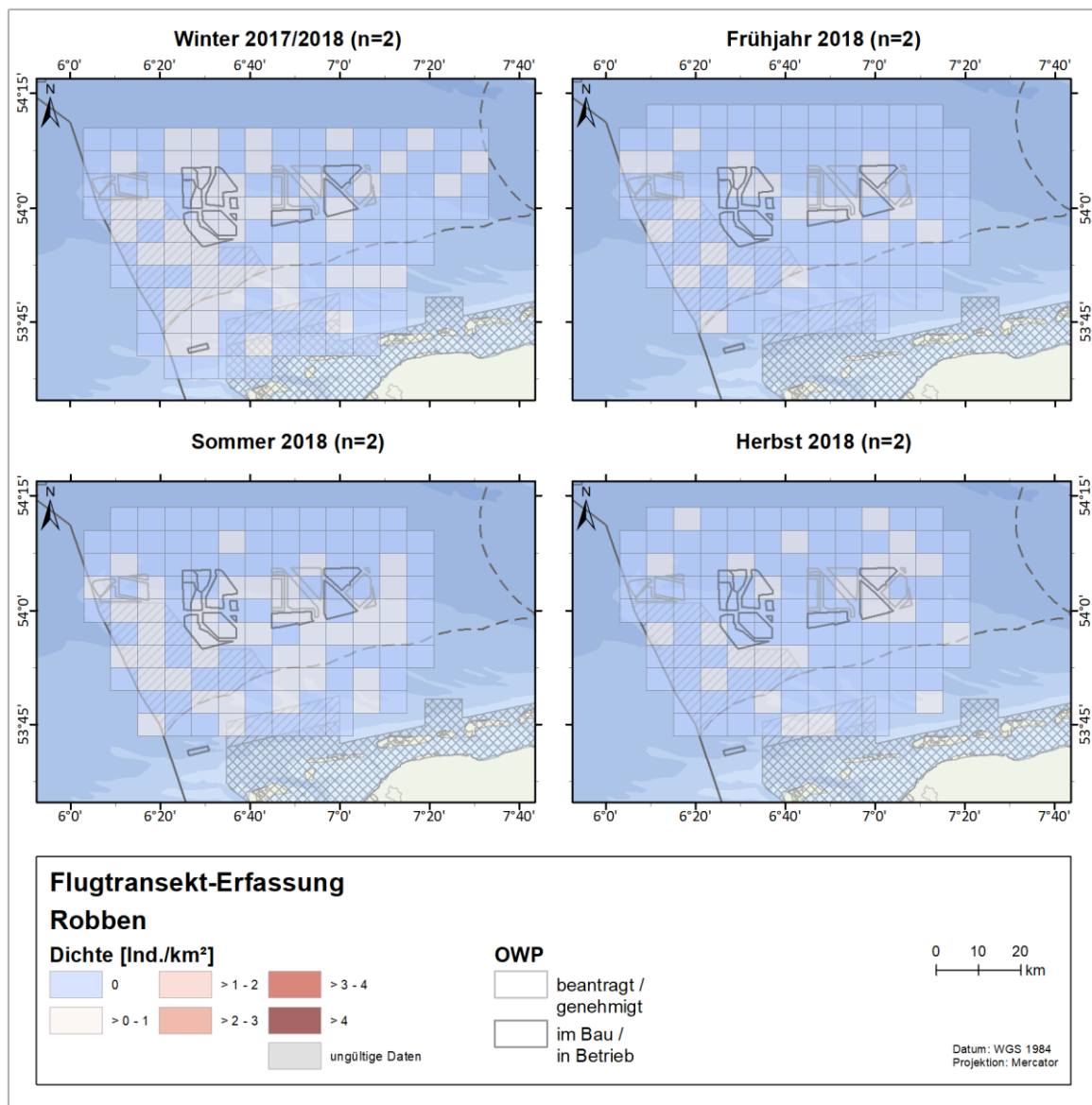


Abb. 4.17 Robbendichte [Ind./km²] pro Rasterzelle gemittelt über zwei Flüge pro Jahreszeit.

Robben kamen in allen Jahreszeiten nur in geringen Dichten, fast ausschließlich unter 0,25 Ind./km², in den einzelnen Rasterzellen vor (99,4 %). Vereinzelt wurden Dichten bis

0,75 Ind./km² erreicht. Im Winter 2017/2018 und im Sommer 2018 wurden Robbensichtungen in 38,3 % bzw. 35,3 % der Rasterzellen beobachtet, während im Frühjahr 2018 und Herbst 2018 eine deutlich kleinräumigere Nutzung des Gebietes, mit Robbensichtungen in 18,1 % bzw. 21,6 % der Rasterzellen, beobachtet wurden. Dabei war die grobe räumliche Verteilung der Rasterfelder mit Robbensichtungen über das Untersuchungsgebiet in allen Jahreszeiten etwa gleich. Im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes gab es ein etwas höheres Robbenvorkommen (vergl. auch Abb. 4.18 und Abb. 4.19).

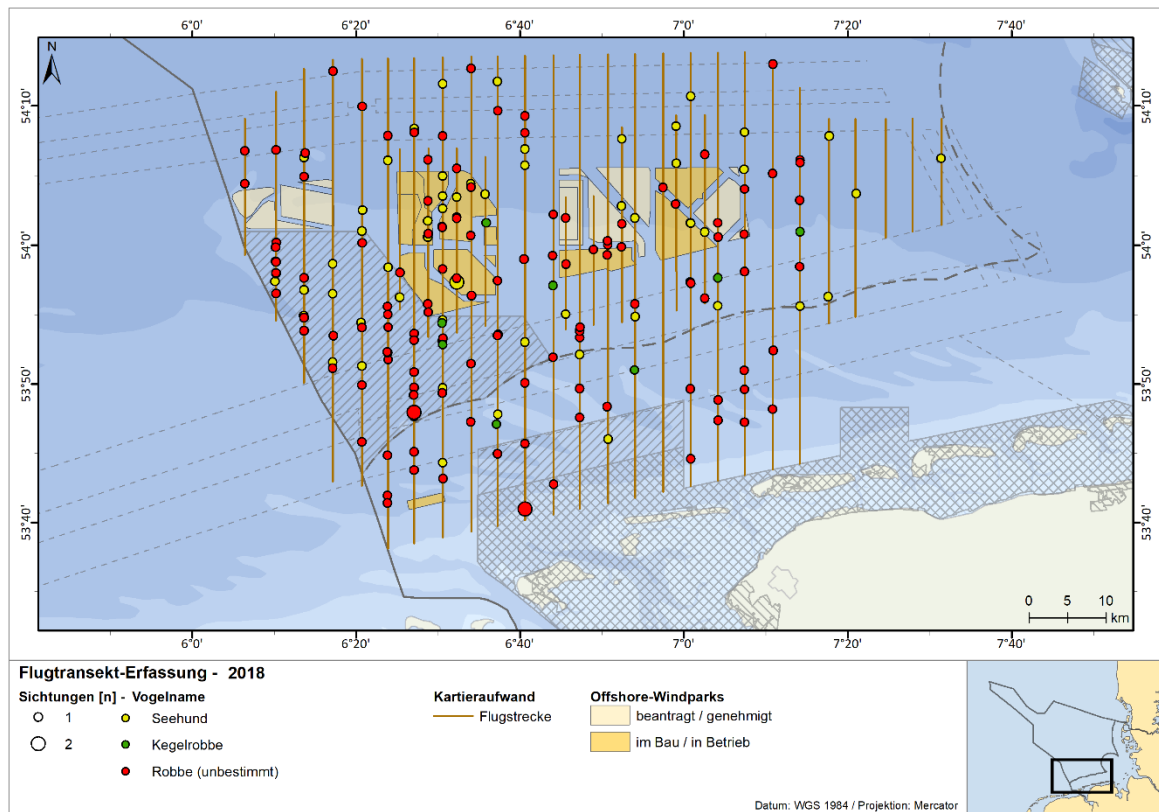


Abb. 4.18 Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassungen im Untersuchungszeitraum Januar bis Oktober 2018.

Die Cluster-Analyse (Hotspotanalyse Getis-Ord Gi*) zeigt einen Bereich mit konstant hohen Dichten im Südwesten des Untersuchungsgebietes im Bereich des FFH-Gebietes „Borkum Riffgrund“ (Abb. 4.19). Die Hotspotanalyse spiegelt damit gut das Verteilungsmuster aller Jahreszeiten wider.

Auch die explorative Regressionsanalyse zeigt eine signifikante Zunahme der Robbendichte von Norden nach Süden (Abb. 4.20; $R^2 = 0,08$; $F(1,114) = 9,892$; $p < 0,01$). Wie im Vorjahr wurde ein schwach ausgeprägter Ost-West-Gradient festgestellt ($R^2 = 0,08$; $F(1,114) = 10,4$; $p < 0,01$).

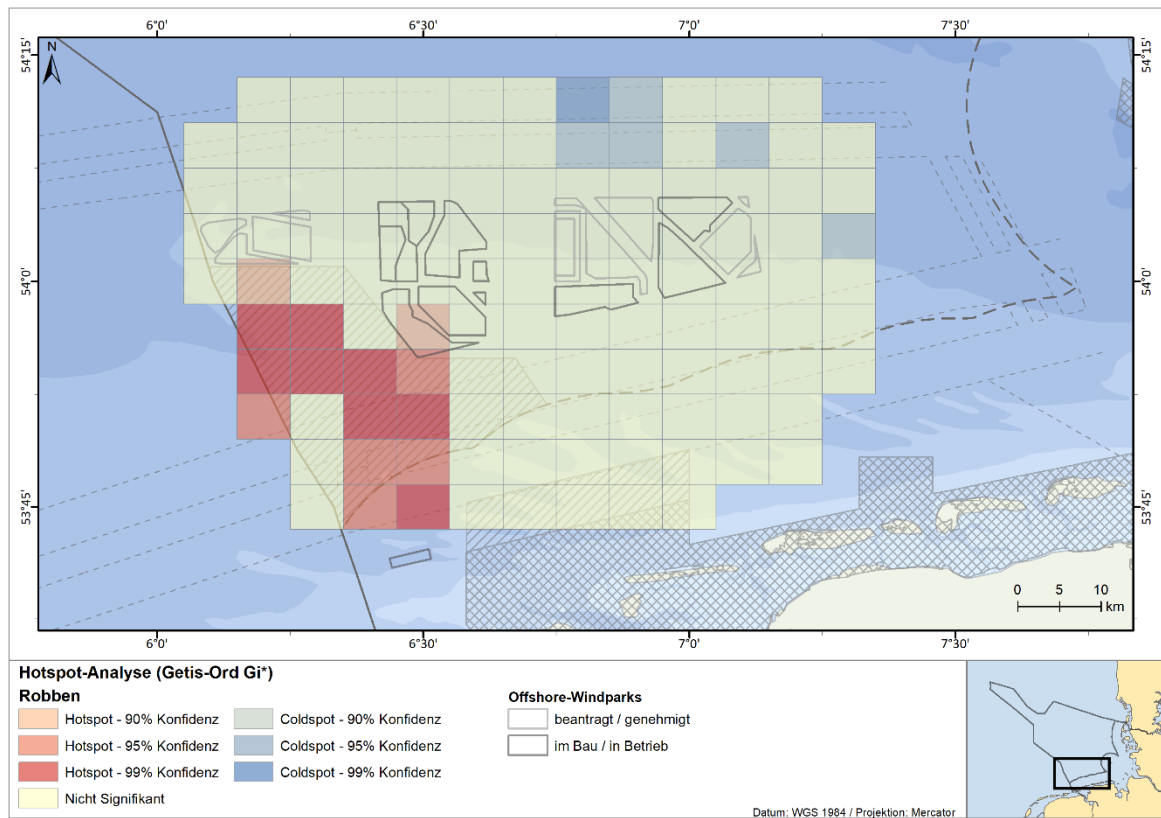


Abb. 4.19 Hotspotanalyse (Getis-Ord Gi*) der Robbendaten über das Jahr 2018 gepoolt.

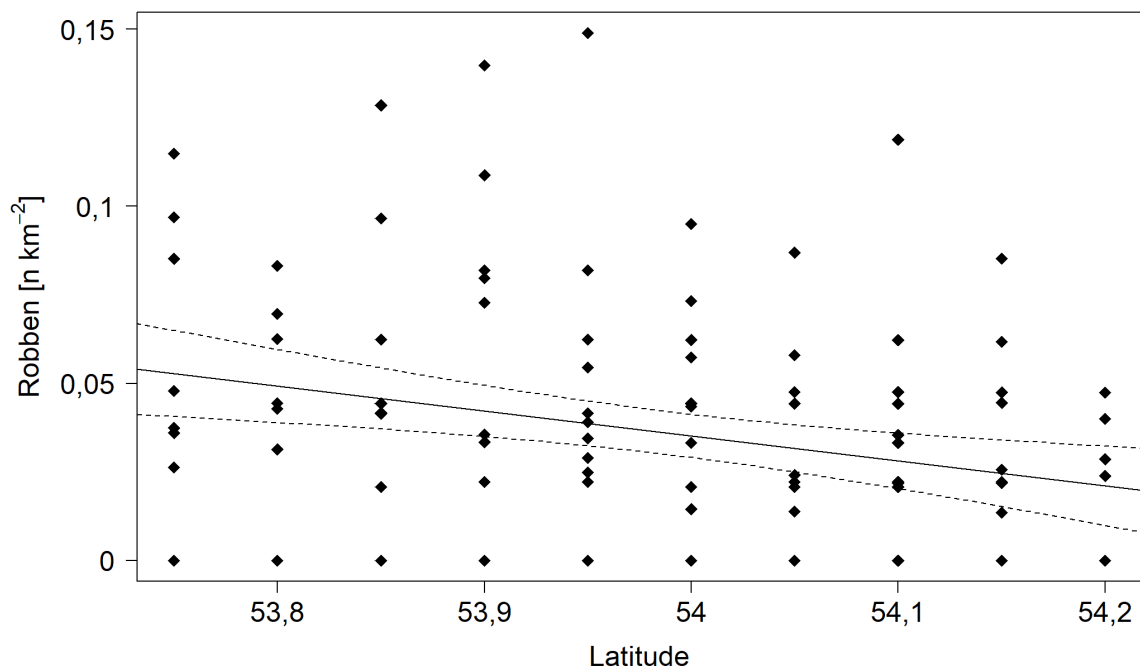


Abb. 4.20 Regressionsanalyse der Robbendichte ($n \text{ km}^{-2}$) in Abhängigkeit vom Breitengrad (Latitude) über das Jahr 2018 gepoolt mit 95 % Konfidenzintervallen.

4.1.2.3 Auswirkung durch Bau und Betrieb von OWPs

Zur Analyse der Auswirkungen durch den Betrieb der OWPs wurde wie bei den Schweinswalen für Robben eine spezielle Analyse (Gradientenanalyse) durchgeführt, deren Ergebnisse im Folgenden beschrieben werden.

4.1.2.3.1 OWPs im Betrieb

Die Gradientenanalyse zur Prüfung eines potenziellen Meideeffektes der bestehenden Windparkflächen der sechs OWPs ,Borkum Riffgrund 1', ,Trianel Windpark Borkum – Phase I', ,alpha ventus', ,Gode Wind 01', ,Gode Wind 02' und ,Nordsee One' sowie teilweise auch ,Merkur Offshore' durch Robben weist auf ein geringeres Vorkommen von Robben innerhalb der Windparkfläche hin (Abb. 4.21). Allerdings kann auch bereits in der Basisaufnahme ein geringeres Vorkommen von Robben innerhalb der geplanten Windparkflächen und in den Abstandsklassen 0-2 km, 4-6 km und 6-8 km gezeigt werden, wobei hier zu beachten ist, dass die Datenbasis sehr klein ist ($n = 56$) und für beide Phasen unterschiedliche OWPs in die Auswertung einfließen. So wurden für die Basisaufnahme die OWPs ,Nordsee One', ,Gode Wind 01' und ,Gode Wind 02' und für die Betriebsphase die OWPs ,Borkum Riffgrund 1', ,Trianel Windpark Borkum – Phase I', ,alpha ventus', ,Gode Wind 01', ,Gode Wind 02' und ,Nordsee One' sowie teilweise auch ,Merkur Offshore' herangezogen. Die drei OWPs ,Gode Wind 01', ,Gode Wind 02' und ,Nordsee One' waren somit die einzigen OWPs, die in die Auswertung beider Phasen (Basis- und Betriebsphase) einbezogen wurden.

Hinsichtlich der Basisaufnahme zeigt der nicht-parametrische Test signifikante Abweichungen von der Referenzklasse (10-12 km) für die Klassen ,OWP' ($p < 0,05$), 0-2 km ($p < 0,05$), 4-6 km ($p < 0,001$) und 6-8 km ($p < 0,01$). Das GAM zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Individuenzahlen und Abstand zu den Windparkflächen ($p > 0,05$). Mit $n = 56$ war die Datenbasis allerdings insgesamt relativ klein.

In der Betriebsphase zeigt der nicht-parametrische Test signifikante Abweichungen von der Referenzklasse in der Klasse ,OWP' ($p < 0,05$). Das GAM zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Individuenzahlen und Abstand zu den Windparkflächen ($p > 0,05$). Mit $n = 230$ Sichtungen liegt eine deutlich bessere, aber immer noch relativ geringe Datenbasis vor. Beim Vergleich von Basiserfassung zur Betriebsphase kann keine wesentliche Änderung in der Raumnutzung durch Robben erkannt werden.

Robben Flugerfassungen

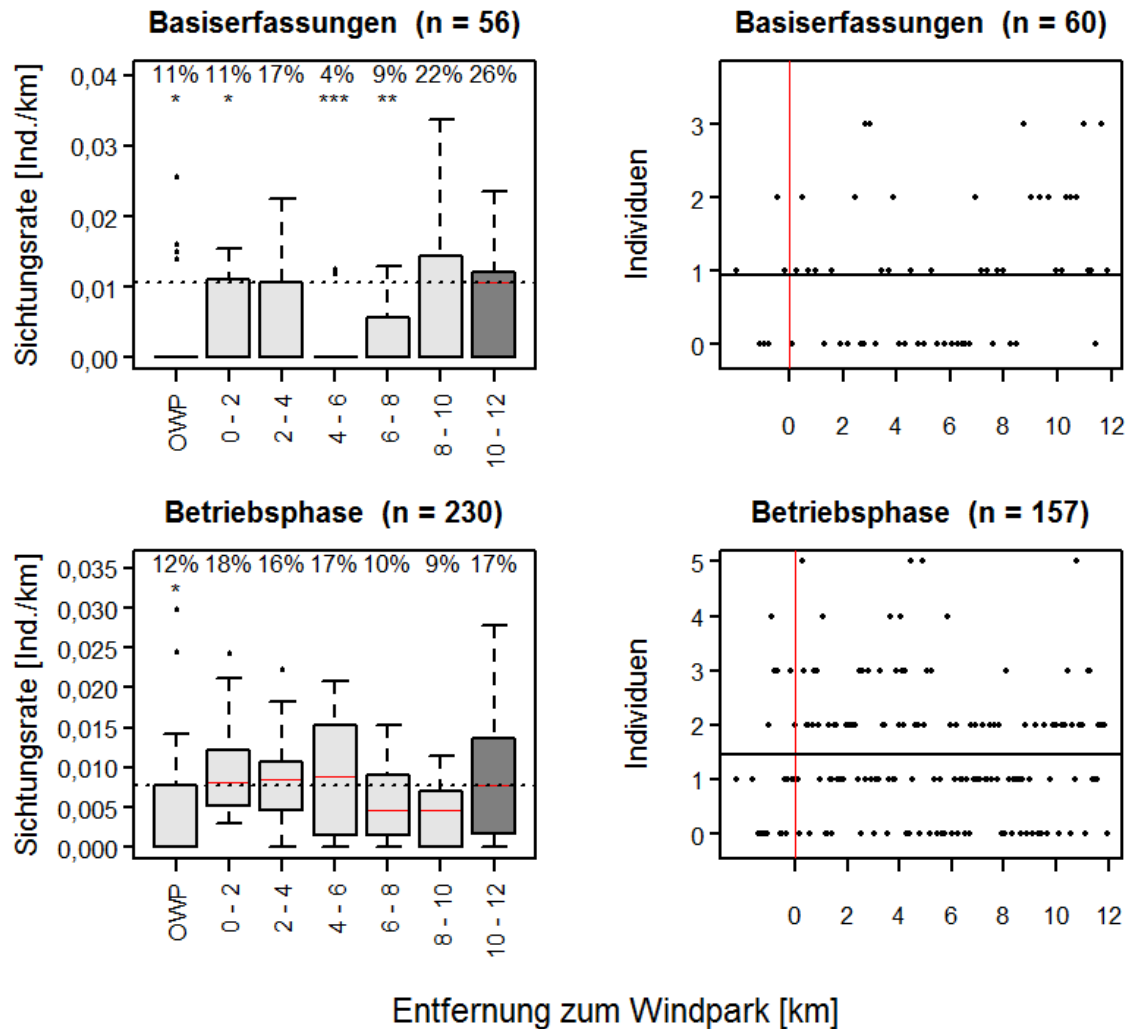


Abb. 4.21 Links: Nicht-parametrischer Test. Boxplots der Abstandsklassen mit Wilcoxon-Mann-Whitney-Test relativ zur Referenzklasse von 10-12 km. (Signifikanzlevel: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, n.s. $p > 0,05$). Rechts: Modellierung der bei Flugerfassungen beobachteten Individuenzahl der Robben im Verhältnis zur Entfernung von den Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in der Basisaufnahme und der Betriebsphase und das GAM (rote Linie) mit 95 % Konfidenzintervall (gestrichelte rote Linie). Die Betriebsphase bezieht die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚alpha ventus‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Nordsee One‘ sowie teilweise auch ‚Merkur Offshore‘ ein.

4.1.2.3.2 OWPs im Bau

Potenzielle Auswirkungen der Bauphase der einzelnen OWPs wurden nicht weiter im Rahmen einer Gradientenanalyse untersucht (Erklärung siehe Kap. 4.1.1.3.2). Eine gesonderte Betrachtung von potenziellen Auswirkungen der Rammarbeiten, basierend auf den Schiffs- und Flugtransekt-Erfassungen, sind den entsprechenden Effektmonitoringberichten für die OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘ (IfAÖ et al. 2014), ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ (IfAÖ et al. 2016a) und ‚Nordsee One‘

One' (BioConsult SH & IBL Umweltplanung 2017, IfAÖ 2017) bzw. für den OWP ‚Merkur Offshore‘ dem Umweltmonitoringbericht aus dem letzten Jahr zu entnehmen (IfAÖ et al. 2018).

Während der Bauphase ist vor allem in der schallintensiven Rammphase mit Auswirkungen auf Robben zu rechnen. Im Jahr 2018 befanden sich im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ die beiden OWPs ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ und ‚Borkum Riffgrund 2‘ in der Bauphase. Da es für die beiden OWPs keinen gesonderten Effektmonitoringbericht basierend auf den Umweltmonitoringdaten gibt, sind im Folgenden die Flugtransekt-Erfassungen im Jahr 2018 dargestellt, die in einem Zeitraum von weniger als 24 Stunden nach einer Rammung durchgeführt wurden.

Effektmonitoring OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘

Während des Fluges innerhalb von 24 Stunden während und nach einer Rammung wurden im Untersuchungsgebiet 16 Robben erfasst. Die Punktsichtungskarte der digitalen Flugtransekt-Erfassungen am 23.04.2018 ist in Abb. 4.22 dargestellt. Eine unbestimmte Robbe wurde 2:33 Stunden nach Rammende in ca. 7 km Entfernung Rammstelle gesichtet.

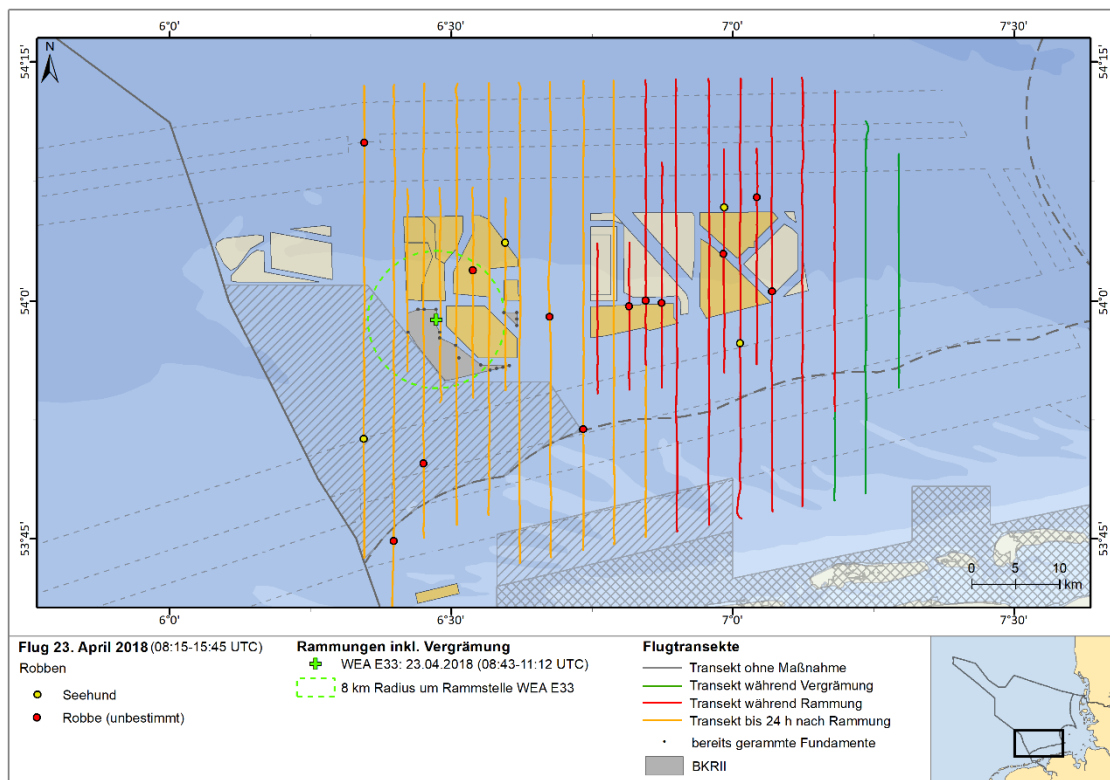


Abb. 4.22 Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 23.04.2018. Der Flug fand teilweise während der Vergrämung und Rammung sowie weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA E33 statt.

Effektmonitoring OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘

Während des Fluges innerhalb von 24 Stunden während und nach einer Rammung wurden im Untersuchungsgebiet 24 Robben erfasst. Die Punktsichtungskarte der digitalen Flugtransekt-Erfassungen am 20.07.2018 ist in Abb. 4.23 dargestellt. An diesem Tag wurde keine Robbe inner-

halb des 8-km-Radius um die Rammstelle gesichtet. Die Robben wurden hauptsächlich im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes in der Nähe zu den Ostfriesischen Inseln gesichtet, was dem typischen Verteilungsmuster von Robben entspricht.

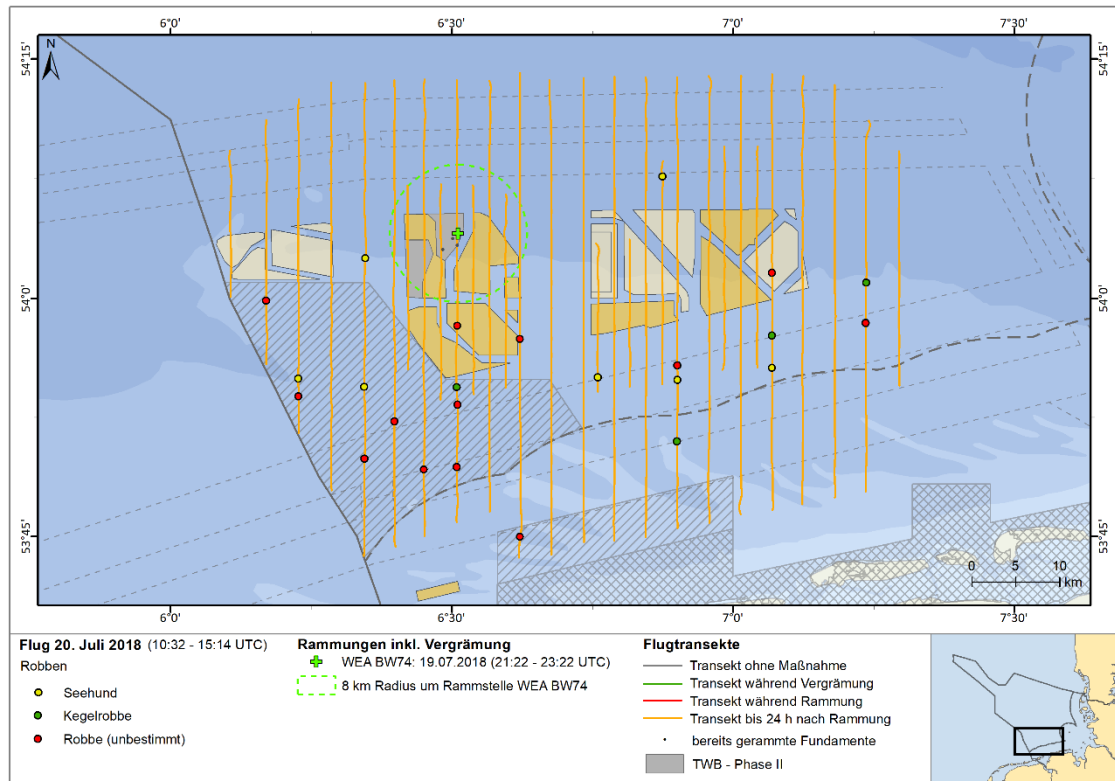


Abb. 4.23 Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 20.07.2018. Der Flug fand weniger als 24 Stunden nach der Rammung des Fundaments der WEA BW74 statt.

4.1.2.4 Weitere Aktivitäten im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018

Neben den Rammarbeiten der OWPs ‚Borkum Riffgrund 2‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ fanden im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Zeitraum vom 11.01.2018 bis zum 12.03.2018 insgesamt an 12 Tagen UXO-Sprengungen statt. Diese konzentrierten sich auf die Zeiträume vom 11.-13.01.2018, 06.-08.02.2018 und 06.-12.03.2018. In diesem Zeitraum fand am 14.02.2018, sechs Tage nach einer UXO-Sprengung eine Flugtransekt-Erfassung statt. Wie Abb. 4.14 zeigt, wurden Robben sechs Tage nach der letzten Sprengung des zweiten Blocks in direkter Nähe zu den UXO-Sprengungen gesichtet. Auswirkungen der Sprengungen auf die Robbenverteilung waren zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zu erwarten.

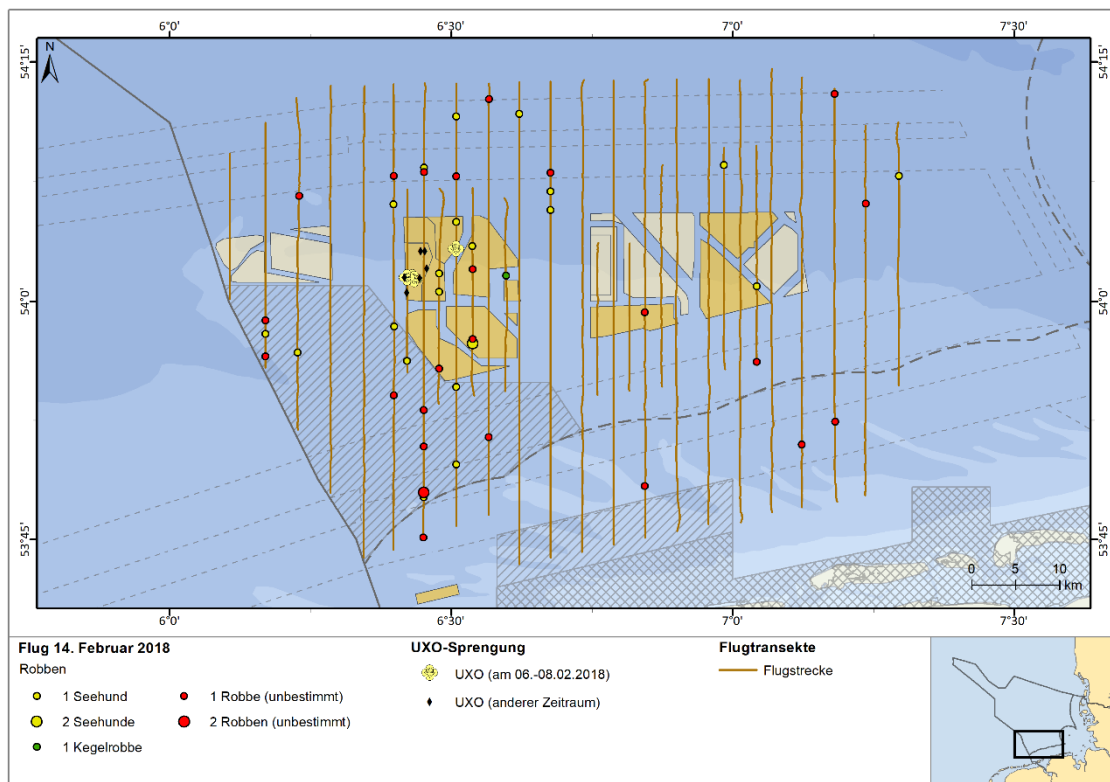


Abb. 4.24 Sichtungen von Robben während der Flugtransekt-Erfassung am 14.02.2018. Der Flug fand sechs Tage nach dem zweiten Block der UXO-Sprengungen statt.

4.1.3 Sonstige Meeressäuger

Es wurden 34 weitere Meeressäuger gesichtet, die nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten. Diese Tiere wurden alle der Kategorie ‚Robbe/Delfinartige‘ zugeordnet und in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt. Die Sichtungen unbestimmbarer Meeressäuger sind in Tab. 4.5 pro Flug dokumentiert.

Tab. 4.5 Übersichtstabelle der Sichtungen von nicht auf Artniveau bestimmbaren Meeressäugern pro Flugtransekt-Erfassung.

Flug	Robbe/Delfinartige [n]
09.01.2018	5
14.02.2018	4
23.04.2018	2
02.05.2018	5
06.06.2018	14
20.07.2018	0
18.09.2018	3
08.10.2018	1
Gesamt	34

4.2 Schiffstransekt-Erfassung

Während des Untersuchungszeitraumes wurden von Februar bis Dezember 2018 zwölf Schiffstransekt-Erfassungen mit einer gültigen Gesamtstrecke von ca. 6.275 km durchgeführt. Die Sichtungsraten beziehen sich im Folgenden auf die Anzahl der Sichtungen pro erfasste 100 km, wobei beide Schiffsseiten einfach gewertet wurden. Daraus ergab sich 2018 ein gültiger Effort von 12.550 km. Da die Sichtungswahrscheinlichkeit von Schweinswalen stark vom Seastate abhängig ist, ist in Tab. 4.6 die gefahrene Strecke pro Ausfahrt unter dem jeweiligen Seastate angegeben, um die einzelnen Ausfahrten besser auf ihre Aussagekraft hin einzuordnen. Da der genaue Einfluss auf die Sichtungsraten nicht bekannt ist, wurde der Einfluss jedoch im Folgenden nicht weiter berücksichtigt.

Tab. 4.6 Übersicht des Seastates der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018. Angegeben ist die gefahrene Strecke pro Ausfahrt (gültig und ungültig) sowie die Anteile (%) in den angegebenen Seastate.

Ausfahrt	Strecke (km beidseitig) [gültig und ungültig]	Seastate [%]					
		0	1	2	3	4	>4
Februar	565,2	0	3,8	65,8	30,4	0	0
März	505,7	0	0	2,8	63,4	30,0	3,8
April (1)	562,4	2,4	4,1	11,9	73,0	8,6	0
April (2)	428,9	0	13,1	9,7	60,9	16,2	0
Mai	567,9	6,2	72,2	18,5	3,0	0	0
Juni	564,0	1,1	4,9	63,0	22,2	8,8	0
Juli	566,9	0	3,8	58,4	37,8	0	0
August	567,3	32,5	57,6	9,9	0	0	0
September	564,9	0	6,5	24,0	59,7	9,7	0
November (1)	547,3	0	0	0	62,1	37,9	0
November (2)	523,4	0	0	21,1	58,3	14,0	6,6
Dezember	370,8	0	0	0	4,4	95,6	0
Gesamt	6.275,2	3,8	14,5	25,6	39,6	15,8	0,8

Nur in den Monaten August (90,1 %) und Mai (78,4 %) wurde > 15 % der gefahrenen Transektstrecke bei für Meeressäuger-Beobachtungen günstigem Seastate von 1 oder weniger erfasst.

Welche Rolle der Seastate bei einer Schiffstransekt-Erfassung spielen kann, zeigt zum Beispiel die Schiffstransekt-Erfassung am 03. & 04.08.2018 (Abb. 4.25). Hier wurden auf den südlichen Teilen der Transekte 8 und 9 bei Seastate 0 rund 50 % aller Schweinswale gesichtet.

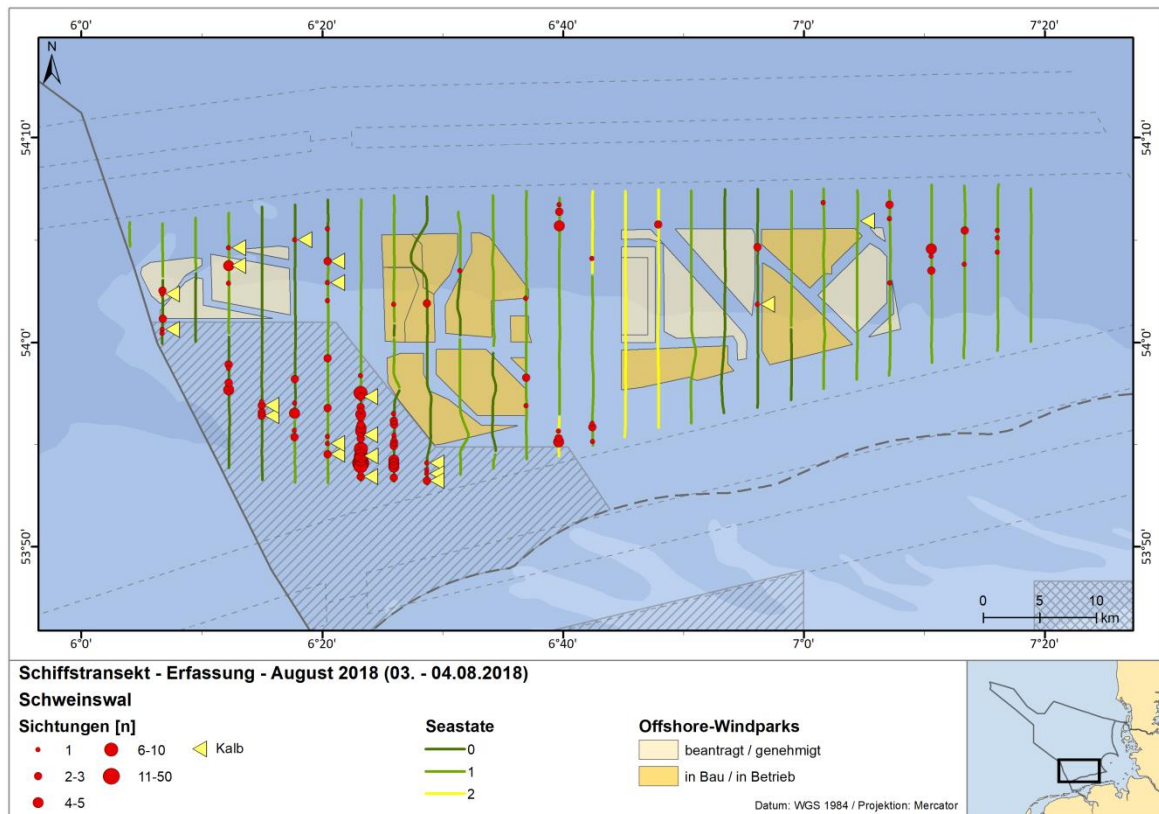


Abb. 4.25 Schweinswalsichtungen im Zusammenhang mit unterschiedlichem Seastate auf den einzelnen Transektabschnitten auf der Schiffstransect-Erfassung am 03.-04.08.2018.

4.2.1 Schweinswale

Schweinswale wurden während des gesamten Erfassungszeitraums im Untersuchungsgebiet gesichtet. Während der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum vom 06.02.2018 bis zum 14.12.2018 wurden insgesamt 510 Schweinswale, darunter 20 Kälber, erfasst (Tab. 4.7). Die Jungtiere wurden in den Monaten Juli (ein Tier), August (18 Tiere) und September (ein Tier) gesichtet. Die durchschnittliche Gruppengröße lag bei 1,40 Tieren.

Tab. 4.7 Übersicht der zwölf Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018 mit der Anzahl der Schweinswale und der Anzahl gesichteter Kälber sowie der Sichtungsrates. Die Strecke gibt die gefahrenen km auf den Transekten und der Effort die gültige Strecke beider Seiten an.

Ausfahrt	Strecke [km]	Effort [km]	Schweinswale [n]	davon Kälber [n]	Sichtungsrate [n/100 km]
06.-07.02.2018	565	1.130	29		2,57
05.-06.03.2018	486	973	8		0,82
01.-02.04.2018	562	1.125	3		0,27
14.-15.04.2018	429	858	8		0,93
04.-05.05.2018	568	1.136	96		8,45
02.-03.06.2018	559	1.117	33		2,95
04.-05.07.2018	567	1.134	48	1	4,23
03.-04.08.2018	567	1.135	251	18	22,12
05.-06.09.2018	565	1.130	23	1	2,04
05.-06.11.2018	547	1.095	3		0,27
23.-24.11.2018	489	977	4		0,41
13.-14.12.2018	371	742	4		0,54
Gesamt	6.275	12.550	510	20	4,06

Die Sichtungsrate der Schweinswale variierte im Jahreslauf zwischen 0,27 Ind./100 km im April und November (jeweils die erste Transektfahrt) und 22,12 Ind./100 km im August (Tab. 4.7 und Abb. 4.26). Im März und April, sowie im November und Dezember lagen die Sichtungsrates unter 1 Ind./100 km. Mit 8,45 Ind./100 km lag die Sichtungsrate auch im Mai relativ hoch. Die nächsthöchsten Sichtungsrates wurden mit 4,23 Ind./100 km und 2,95 Ind./100 km im Juli und Juni erfasst. Im Jahresverlauf zeigten die stark schwankenden monatlichen Sichtungsrates eine anscheinend jahreszeitlich geprägte Saisonalität.

So zeigte sich im Jahr 2018 vom Winter bis in den Sommer ein starker Anstieg der Sichtungsrates, die zum Herbst und Winter (Dezember) noch stärker abnahmen:

- Winter: 1,76 Ind./100 km
- Frühjahr: 2,81 Ind./100 km
- Sommer: 9,81 Ind./100 km
- Herbst: 0,94 Ind./100 km

Schweinswale wurden – über alle Ausfahrten summiert – auf allen Transekten gesichtet und traten im gesamten Untersuchungsgebiet auf (Abb. 4.27). Die höchsten Sichtungsraten wurden speziell im August im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ und in dessen näherer Umgebung verzeichnet. Aber auch im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurden hohe Schweinswalaufkommen registriert. In sieben der neun bestehenden oder sich im Bau befindlichen OWPs wurden Schweinswale beobachtet. Auch im Jahresverlauf zeigte sich eine Präferenz für den westlichen oder östlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Im Sommer, mit den höchsten Schweinswalsichtungsraten im Erfassungszeitraum, aber auch in den meisten anderen Jahreszeiten, verteilten sich die meisten Individuen in der westlichen bzw. südwestlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes (Abb. 4.28). Im Frühling und Sommer wurden viele Schweinswale in der östlichen Hälfte gesichtet. Mit nur einer Ausfahrt wurden im Winter 2018/2019 minimale Anzahlen registriert.

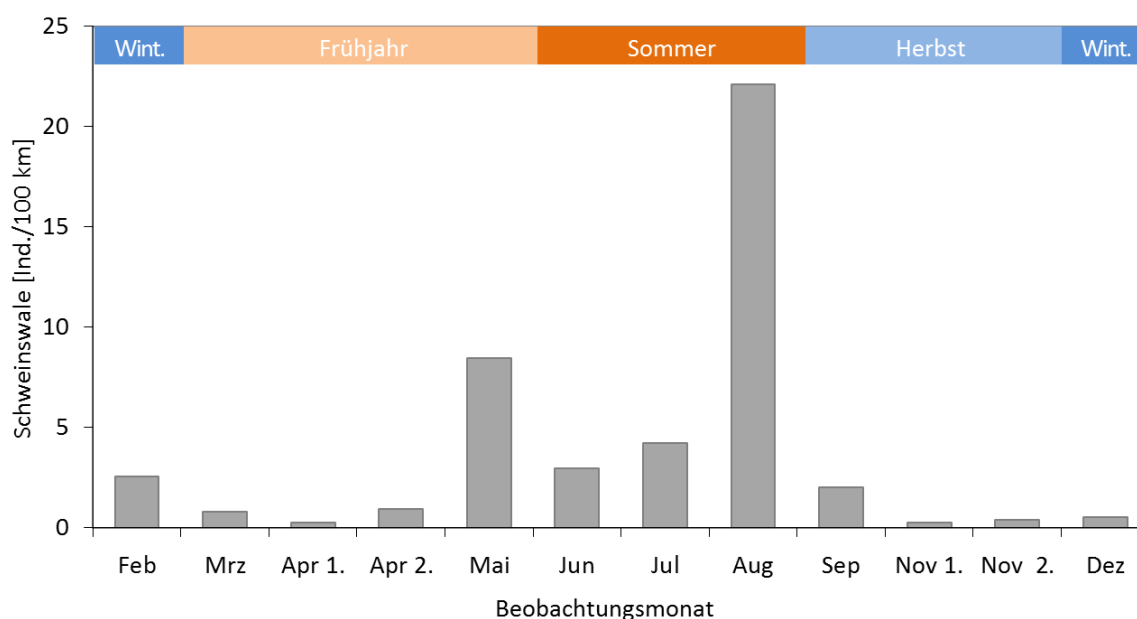


Abb. 4.26 Schweinswalsichtungsraten (Ind./100 km) der Schiffstransekt-Erfassungen im Jahresverlauf 2018.

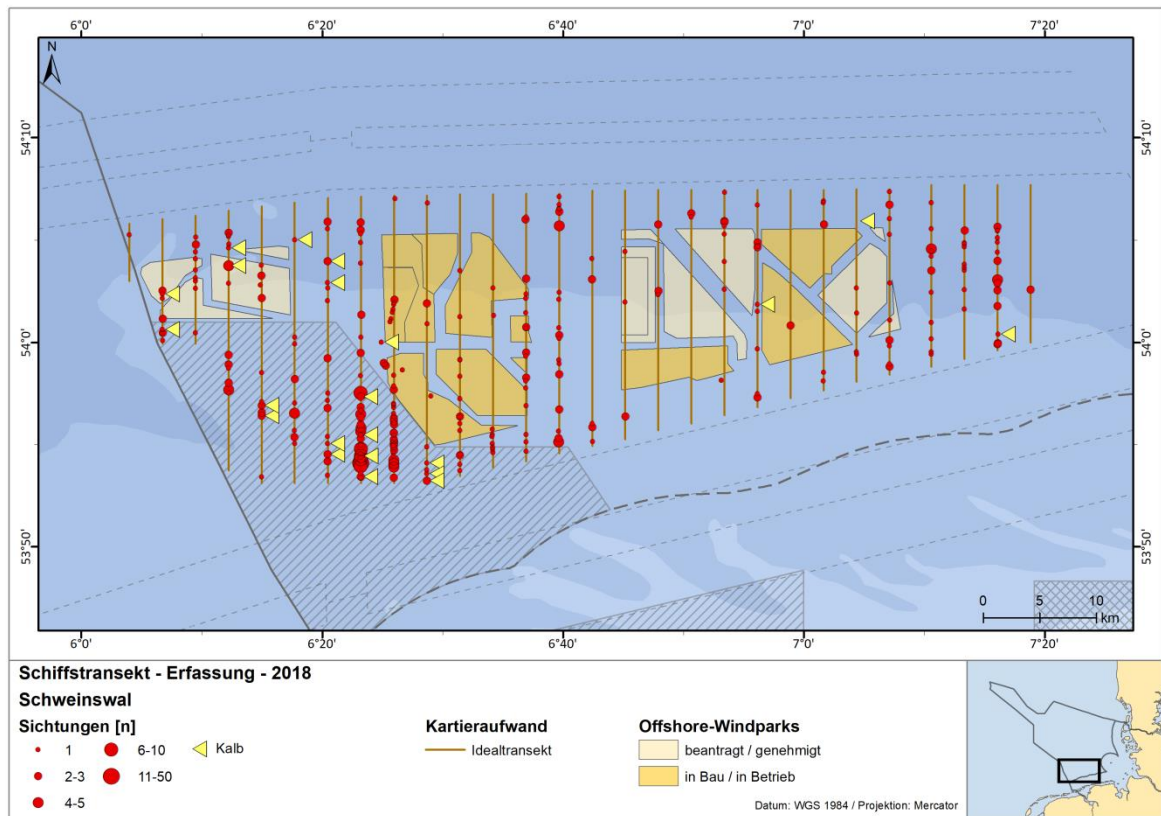


Abb. 4.27 Schweinswalsichtungen im Rahmen der Schiffstransect-Erfassungen 2018.

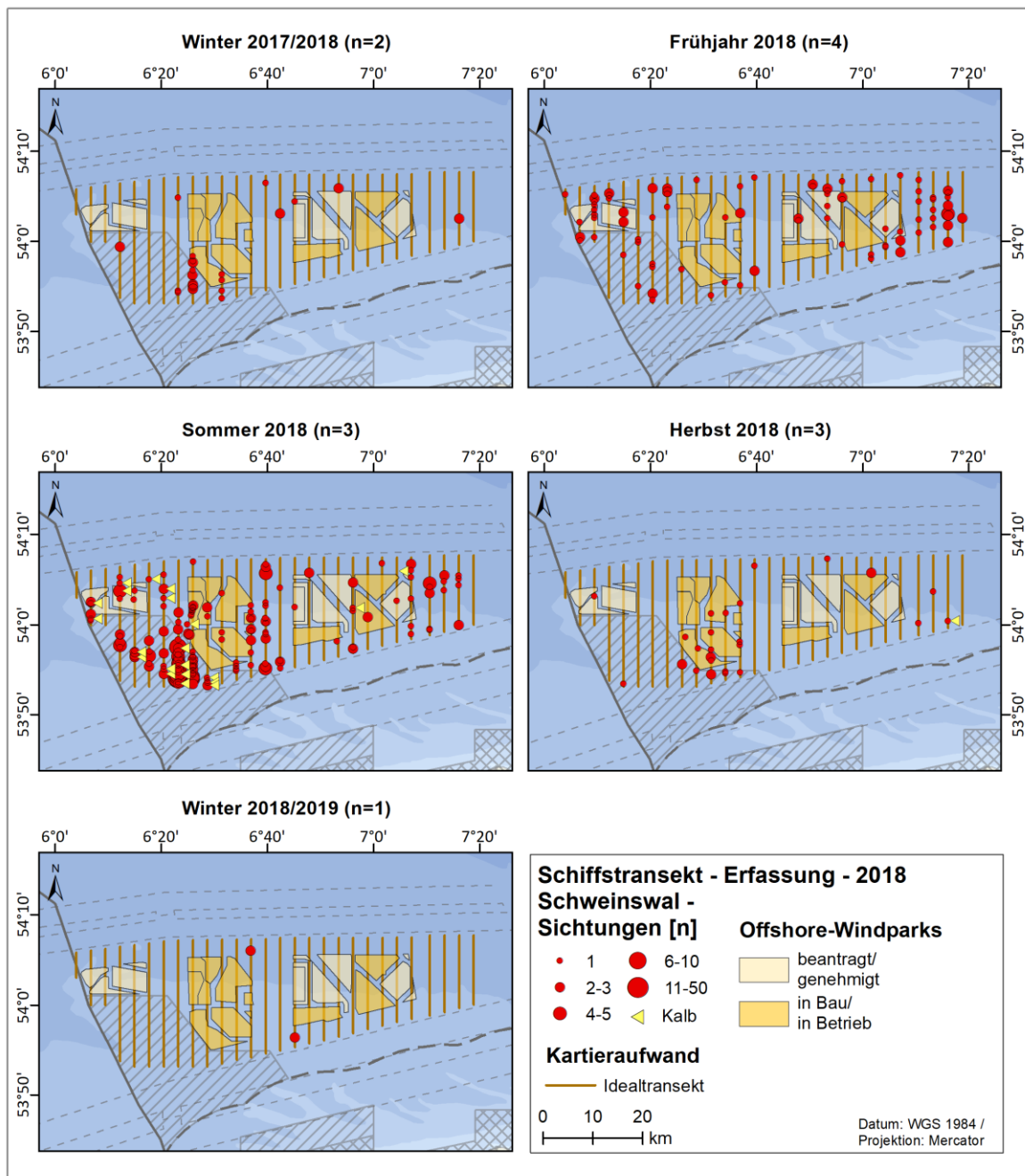


Abb. 4.28 Saisonale Verteilung der Schweinswalsichtungen im Rahmen der Schiffstransect-Erfassungen 2018.

4.2.2 Robben

Auf den zwölf Schiffstransect-Erfassungen in 2018 wurden insgesamt 118 Seehunde, 25 Kegelrobben und 20 nicht auf Artniveau bestimmte Robben gesichtet (Tab. 4.8). In Abb. 4.29 ist die Sichtungsrates von allen Robben (Seehunden, Kegelrobben und unbestimmten Robben) pro 100 km Aufwand für die jeweiligen Erfassungsmonate dargestellt. Die höchste Sichtungsrates wurde im August mit 6,70 Ind./100 km ermittelt. Insgesamt wurden in sieben von zwölf Ausfahrten Sichtungsrates von über 0,5 Ind./100 km registriert. Bei dem Vorkommen von Seehunden und Kegelrobben zeigt sich ein saisonales Maximum im Sommer mit mittleren Sichtungsrates von

2,60 Ind./100 km. Im Frühling lediglich 0,81 und im Herbst 0,69 Ind./100 km. Im Winter wurden im Mittel 1,07 Ind./100 km beobachtet.

In der kumulativen Darstellung aller Sichtungen zeigt sich ein Auftreten der Robben nahezu im gesamten Untersuchungsgebiet mit einer relativ gleichmäßigen Verteilung (Abb. 4.30). Robben wurden in sechs der neun bestehenden oder sich im Bau befindlichen OWPs gesichtet.

Tab. 4.8 Übersichtstabelle der Robbensichtungen der einzelnen Schiffstransekt-Erfassungen in 2018 mit dem Effort (gültige Strecke beider Seiten), außerdem Anzahl aller Seehunde, Kegelrobbe und unbestimmten Robben mit kumulativer Sichtungsrate (Anzahl aller Robben pro 100 km).

Ausfahrt	Effort	Seehund [n]	Kegelrobbe [n]	Robbe unbestimmt [n]	Robben gesamt [n]	Sichtungsrate [n/100 km]
06.-07.02.2018	1.130	16	1	1	18	1,59
05.-06.03.2018	973	3		1	4	0,41
01.-02.04.2018	1.125	5		1	6	0,53
14.-15.04.2018	858	1	1		2	0,23
04.-05.05.2018	1.136	7	6	8	21	1,85
02.-03.06.2018	1.117	7	1		8	0,72
04.-05.07.2018	1.134	3	1		4	0,35
03.-04.08.2018	1.135	58	10	8	76	6,70
05.-06.09.2018	1.130	8	1	1	10	0,88
05.-06.11.2018	1.095	1	2		3	0,27
23.-24.11.2018	977	7	2		9	0,92
13.-14.12.2018	742	2			2	0,27
Gesamt	12.550	118	25	20	163	1,30

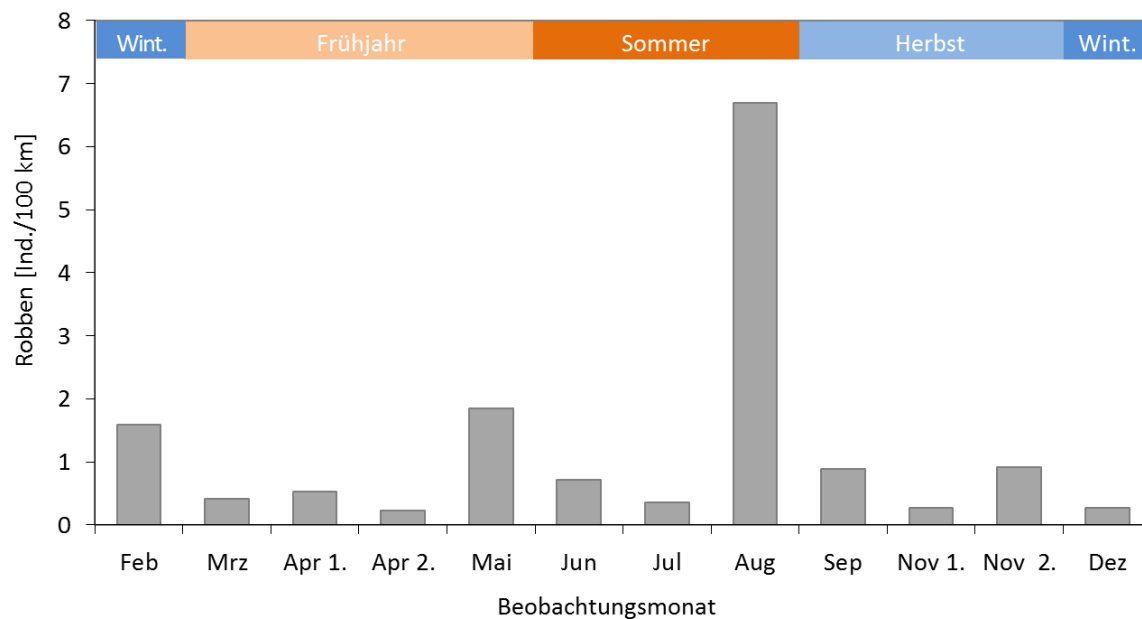


Abb. 4.29 Robbensichtungsrate der Schiffstransekt-Erfassungen im Zeitraum Februar bis Dezember 2018 pro 100 km Aufwand.

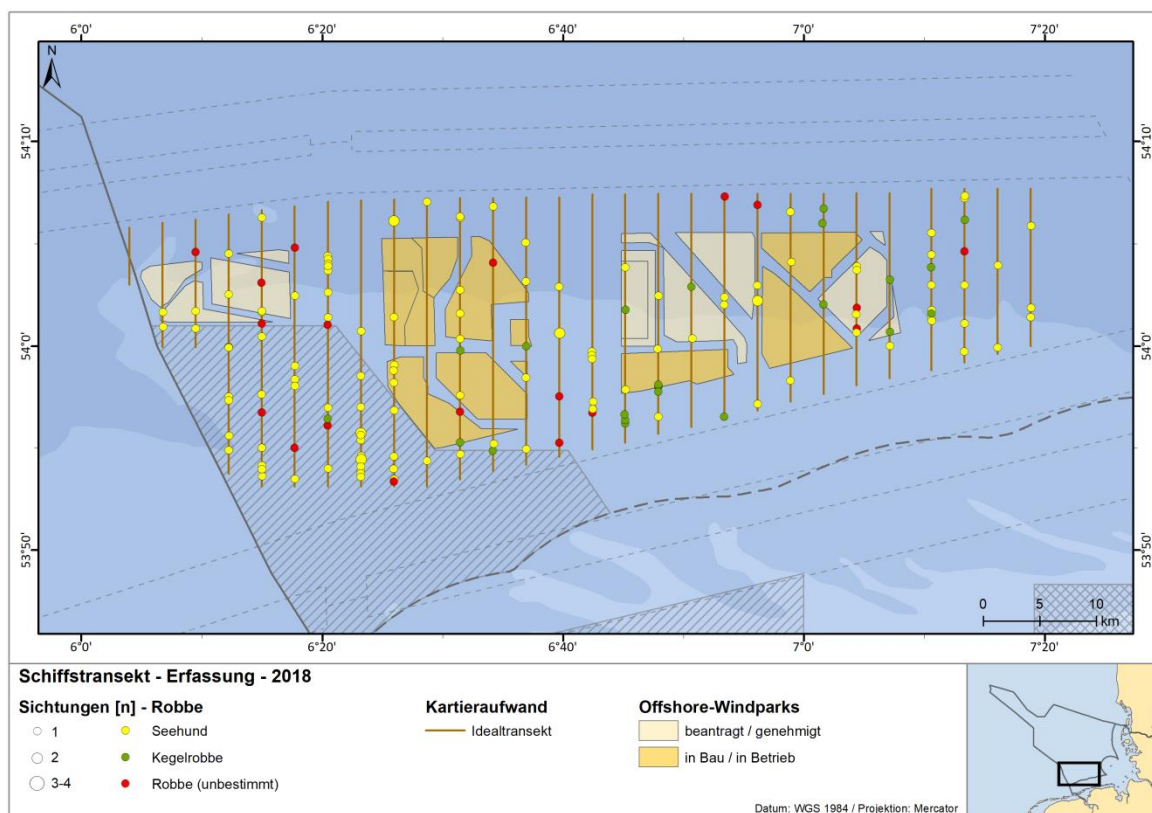


Abb. 4.30 Sichtungen von Robben während der Schiffstransekt-Erfassungen im Untersuchungszeitraum Januar bis Dezember 2018.

4.2.3 Sonstige Meeressäuger

Im Untersuchungsjahr 2018 wurden keine weiteren Meeressäugertierarten bei Schiffstransect-Erfassungen festgestellt.

4.3 Passiv-akustisches Monitoring (C-PODs) von Schweinswalen

4.3.1 Datenverfügbarkeit

Die akustischen Untersuchungen zur Habitatnutzung der Schweinswale im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018 erfolgten an den acht POD-Stationen BR1 bis BR8 und an den neun Einzel-PODs zwischen dem 01.01.2018 und dem 31.12.2018. Von den maximal möglichen 8.760 Tagen, an welchen an den acht POD-Stationen mit je drei Unterstationen Daten hätten aufgezeichnet werden können, wurden an 8.335 Tagen Daten durch C-PODs aufgenommen (95,1 %). Bei den Einzel-PODs wurden an 90,1 % der 3.285 maximal möglichen Tage Daten aufgezeichnet. Im Laufe der Untersuchungen in 2018 ging an den POD-Stationen kein C-POD auf See verloren, ein Gerät wurde allerdings zerstört geborgen (Datenverlust von insgesamt 71 Tagen). Bei den Einzel-PODs ging ein POD auf See verloren und ein Datenverlust wurde durch einen defekten POD verursacht. Weitere Datenlücken an den POD-Stationen und Einzel-PODs entstanden durch Fehler in der Datenspeicherung bzw. vorzeitiges Beenden der Datenaufzeichnung (Abb. 4.31 und Abb. 4.32). Bei den POD-Stationen konnten solche Lücken aber mit Daten von mindestens einem oder zwei C-PODs der gleichen Station aufgefüllt werden, so dass sich eine durchgängige Zeitreihe ergab.

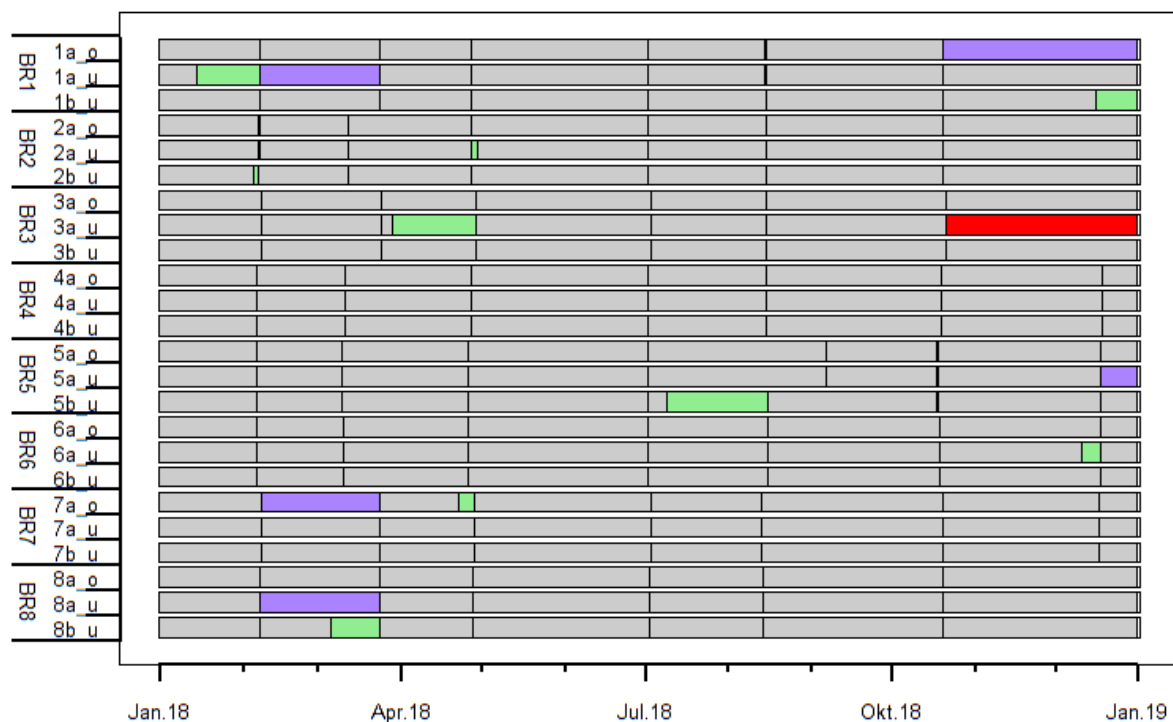


Abb. 4.31 Datenverfügbarkeit der C-PODs der acht POD-Stationen BR1 bis BR8 für das Untersuchungsjahr 2018. Dargestellt sind je drei C-PODs pro Station (in einer Wassertiefe von o: 10m, u: 5m über Grund; grau: Daten verfügbar und ok, rot: C-POD defekt/verschleppt, lila: Fehler bei Speicherung, grün: Aufzeichnung vorzeitig beendet).

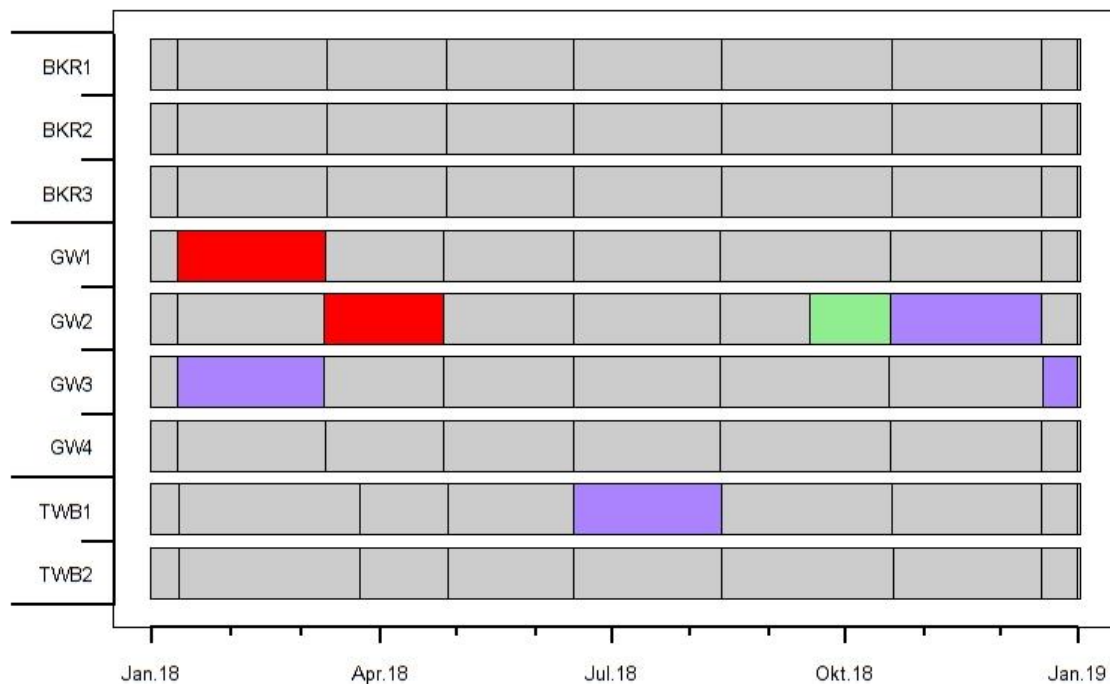


Abb. 4.32 Datenverfügbarkeit der neun Einzel-PODs für das Untersuchungsjahr 2018 (grau: Daten verfügbar und ok, rot: C-POD defekt/verschleppt, lila: Fehler bei Speicherung, grün: Aufzeichnung vorzeitig beendet).

Insgesamt ergab sich für die POD-Stationen ein weiterer Datenverlust von 3,1 %, da aufgrund des eingestellten Klick-Limits die Aufzeichnung innerhalb einer Minute vorzeitig abgebrochen wurde. Bei den Einzel-PODs waren dies insgesamt im Durchschnitt 8,2 %. Durch den Ausschluss von Tagen mit mehr als 10 % eines solchen Datenverlustes, wurden bei den POD-Stationen 8,4 % der aufgezeichneten Tage und bei den Einzel-PODs 23,8 % der Tage aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Dieser Datenverlust ist an den POD-Stationen insgesamt als niedrig, an den Einzel-PODs insgesamt als hoch einzustufen. Betrachtet man die Stationen bezüglich ihres Datenverlustes im Einzelnen und pro Monat ergibt sich ein differenzierteres Bild. An den POD-Stationen war der Datenverlust an den Stationen BR2 und BR7 am höchsten. Dort wurden 15,0-16,6 % der Tage von der Analyse ausgeschlossen (Mittelwert über alle Unterstationen). Allerdings war an BR7 nur eine der drei Unterstationen von diesem hohen Datenverlust betroffen, daher ergab sich dort trotzdem eine durchgängige Zeitreihe. An BR8 und BR4 lag dieser Datenverlust bei 10,0-11,3 %, an den übrigen Stationen BR1, BR3, BR5, BR6 lag er im niedrigen Bereich zwischen 1,4 und 6,8 %. Bei den Einzel-PODs lag der Datenverlust an BKR1, BKR2 und BKR3 bei durchschnittlich 23,3-38,9 % pro Station und bei TWB1 und TWB2 bei 28,2 bzw. 39,5 %. An den Einzel-PODs in den Windparks ,Godewind 1 und 2' war der Datenverlust geringer, dort wurden an GW1-GW4 4,7-16,7 % der Tage von der Analyse ausgeschlossen. Sowohl für die POD-Stationen als auch für die Einzel-PODs ergaben sich die höchsten Datenverluste in den Winter- und auch in den Herbstmonaten. Der Datenverlust im Frühjahr und Sommer war für den Großteil der Stationen stets gering. Daher könnte der erhöhte Datenverlust aufgrund des vorzeitigen Überschreitens des Klicklimits z.B. auf lokale Wetterbedingungen, wie Winterstürme, zurückzuführen sein, die meist mit einer verstärkten Geräuschkulisse (z.B. durch Wellen, Sandbewegung, Wind und Regen etc.) einhergehen.

4.3.2 Detektionsraten – Räumlicher und saisonaler Vergleich

Schweinswale nutzten das Gebiet um alle POD-Stationen des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ im Jahr 2018 täglich. Alle acht POD-Stationen wiesen über den gesamten Aufzeichnungszeitraum eine nahezu durchgehend tägliche Präsenz von 98,1 % bis 100 % DPD (Durchschnitt 99,7 % DPD) auf. An BR1, BR2 und BR8 wurden an allen analysierten Tagen Schweinswalklicks detektiert, an BR4 und BR6 wurde an einem, an BR5 an zwei, an BR3 an drei und an BR7 an 17 Tagen kein Schweinswal registriert. An den Einzel-PODs lagen die Werte bei 96,4 % bis 100 % DPD (Durchschnitt 98,8 %). An GW2 und GW4 wurden an allen analysierten Tagen Schweinswalklicks detektiert, an GW1 und GW3 wurde an einem, an BKR1-3 an 2-5 Tagen und an TWB1-2 an 7-8 Tagen kein Schweinswal detektiert. Für eine höhere zeitliche Auflösung wurden die Schweinswaledetektionen während eines Tages als % DPH/Tag, % DP10M/Tag und % DPM/Tag für die POD-Stationen und Einzel-PODs (Tab. 4.9) dargestellt. Für weitere Analysen wurde vor allem die Einheit % DP10M/Tag verwendet.

Tab. 4.9 Übersicht über die Anzahl analysierter Tage (für die POD-Stationen als Summe der drei Unterstationen pro POD-Station), den Anteil detektionspositiver Tage (% DPD/gesamter Untersuchungszeitraum), detektionspositiver Stunden pro Tag (% DPH/Tag), detektionspositiver 10-Minuten Blöcke pro Tag (% DP10M/Tag) und detektionspositiver Minuten pro Tag (% DPM/Tag) von Januar bis Dezember 2018 an den POD-Stationen (die Werte der drei Unterstationen pro POD-Station werden hier im Mittel pro Station dargestellt) und an den Einzel-PODs.

Station	Zeitraum	Analysierte Tage	% DPD	% DPH/Tag	% DP10M/Tag	% DPM/Tag
POD-Stationen						
BR1	Jan. – Dez. 2018	909	100,0	54,5	23,2	7,2
BR2		929	100,0	67,5	34,9	12,7
BR3		925	99,7	46,8	17,6	4,6
BR4		986	99,9	49,8	19,7	5,9
BR5		1.022	99,8	55,2	21,7	5,8
BR6		1.073	99,9	56,9	24,3	7,5
BR7		873	98,1	38,9	14,0	3,9
BR8		916	100,0	57,9	26,7	8,8
Gesamt	Jan. – Dez. 2018	7.633	99,7	53,6	22,8	7,1
Einzel-PODs						
BKR1	Jan. – Dez. 2018	239	99,2	56,0	26,5	9,7
BKR2		280	98,2	50,3	21,5	7,1
BKR3		223	98,2	52,7	24,4	8,9
GW1		276	99,6	51,7	21,7	6,6
GW2		213	100,0	48,0	18,2	5,4
GW3		281	99,6	44,2	15,9	4,4
GW4		304	100,0	49,7	20,2	6,4
TWB1		221	96,4	38,8	14,9	4,6
TWB2		221	96,8	34,4	12,0	3,1
Gesamt	Jan. – Dez. 2018	2.258	98,8	47,6	19,6	6,3

Die Detektionsrate im Untersuchungsgebiet betrug für alle POD-Stationen im Untersuchungszeitraum im Mittel 53,6 % DPH/Tag bzw. 22,8 % DP10M/Tag und 7,1 % DPM/Tag. Für die Einzel-PODs wurden insgesamt etwas geringere, aber dennoch vergleichbar hohe Werte von im Mittel 47,6 % DPH/Tag bzw. 19,6 % DP10M/Tag und 6,3 % DPM/Tag (Tab. 4.9) festgestellt. Wie schon in den Jahren zuvor, wurde die mit Abstand höchste Detektionsrate an der POD-Station BR2 im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ festgestellt (34,9 % DP10M/Tag). Hohe Werte zwischen 23,2-26,7 % DP10M/Tag sowie von 24,4-26,5 % DP10M/Tag wurden an den POD-Stationen BR1 und BR8 im FFH-Gebiet bzw. an den Einzel-PODs BKR1 und BKR3 nahe des FFH-Gebiets im Westen des Untersuchungsgebietes detektiert. Im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurden an den POD-Stationen BR5 und BR6 Werte von 21,7 und 24,3 % DP10M/Tag und an den Einzel-PODs GW1-4 von 15,9-21,7 % DP10M/Tag detektiert. Dabei wiesen jene Stationen im Nordosten (BR5, GW2, GW3) etwas geringere Werte auf als jene im Südosten (BR6, GW1, GW4; siehe Tab. 4.9). BR6 hatte in 2018 im Mittel die dritthöchsten Detektionsraten der POD-Stationen. Die geringsten Detektionsraten wurden im Mittel an der POD-Station BR7 sowie an den Einzel-PODs TWB1 und TWB2 vorgefunden (12,0-14,9 % DP10M/Tag), welche alle im Nordwesten des Untersuchungsgebietes in den Flächen des OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ ausgebracht sind. Die POD-Stationen BR3 und BR4, die sich im mittleren Teil des Untersuchungsgebietes befinden, wiesen Werte von 17,6-19,7 % DP10M/Tag auf.

Abb. 4.33 zeigt eine Übersicht über die räumlichen Unterschiede in der über das gesamte Jahr 2018 gemittelten Detektionsraten für die POD-Stationen und Einzel-PODs. Die jeweiligen farblich-kodierten Kategorien der Höhe der Detektionsraten innerhalb der Abbildung (>10, >15, >20 und >30 % DP10M/Tag) wurden zur besseren Vergleichbarkeit mit den Vorjahresberichten entsprechend beibehalten. Der saisonale Verlauf der Detektionsarten (in % DP10M/Tag) wird in Tab. 4.10 detailliert anhand der jahreszeitlichen Mittelwerte beschrieben und in Abb. 4.34 und Abb. 4.37 als Box-Plots anhand der monatlichen Mittelwerte pro POD-Station bzw. für die Einzel-PODs dargestellt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse hohe Detektionsraten im Westen/Südwesten bzw. im und rund um das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ auf. Von einem deutlichen Ost-West-Gradienten kann hier allerdings nicht gesprochen werden, da auch im Osten des Gebiets zum Teil hohe Werte detektiert wurden (Abb. 4.33).

Im **Frühjahr** wurden die höchsten Detektionsraten im Osten des Gebietes an der Station BR6 vorgefunden (31,9 % DP10M/Tag). Erhöhte Werte im Frühjahr im Osten wurden zum Teil auch durch die Einzel-PODs GW1-4 widerspiegelt (17,7-24,9 % DP10M/Tag). Auch an der Station BR3 im zentralen Bereich des Gebietes waren die Detektionsraten im Frühjahr am höchsten (26,4 % DP10M/Tag). Im Frühjahr waren dabei die Werte an der POD-Station BR2 sowie an BKR1-3 im Westen deutlich geringer (13,8-18,6 % DP10M/Tag; Tab. 4.10) und sanken im Vergleich zum Winter stark ab.

Ein Ost-West-Gradient war nur im **Sommer** sichtbar ausgeprägt mit den höchsten Werten an den Stationen BR1, BR2, BR8 sowie BKR1 und BKR3 (22,5-57,0 % DP10M/Tag; Tab. 4.10) und geringeren Werten im Osten (BR5-6 und GW1-4; 11,0-19,0 % DP10M/Tag). Die Saisonalität an den Stationen BR2, BR8, BKR1-3 war dabei durch einen Sommer- und Winterpeak gekennzeichnet.

Im **Herbst** waren die Detektionsraten im Südwesten (BR1, BR2, BKR1-3; 21,8-29,0 % DP10M/Tag) als auch im Südosten (BR6, GW1-4; 21,3-24,8 % DP10M/Tag) höher als im nordwestlichen (BR7-8,

TWB1-2; 10,5-18,1 % DP10M/Tag) bzw. nordöstlichen Bereich (BR5, GW2-3; 12,1-17,4 % DP10M/Tag) des Untersuchungsgebietes (Tab. 4.10).

In den **Wintermonaten** waren die Detektionsraten im Untersuchungsgebiet insgesamt am höchsten, wobei sich hohe Werte sowohl im Westen (BR2, BR8, BKR1-3; 30,0-41,2 % DP10M/Tag), als auch im Osten des Gebietes ergaben (GW1-4, BR5, BR6; 30,2-44,3 % DP10M/Tag). Im Januar/Februar waren die Werte im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes (BR3; 18,6 % DP10M/Tag) als auch zum Teil in den Flächen der OWP's ,Trianel Windpark Borkum – Phase I' (TWB2 und BR7; 15,6-17,1 % DP10M/Tag) vergleichsweise gering, wobei sich im Dezember dort ebenfalls hohe Werte zwischen 20,1 und 25,1 % DP10M/Tag feststellen ließen.

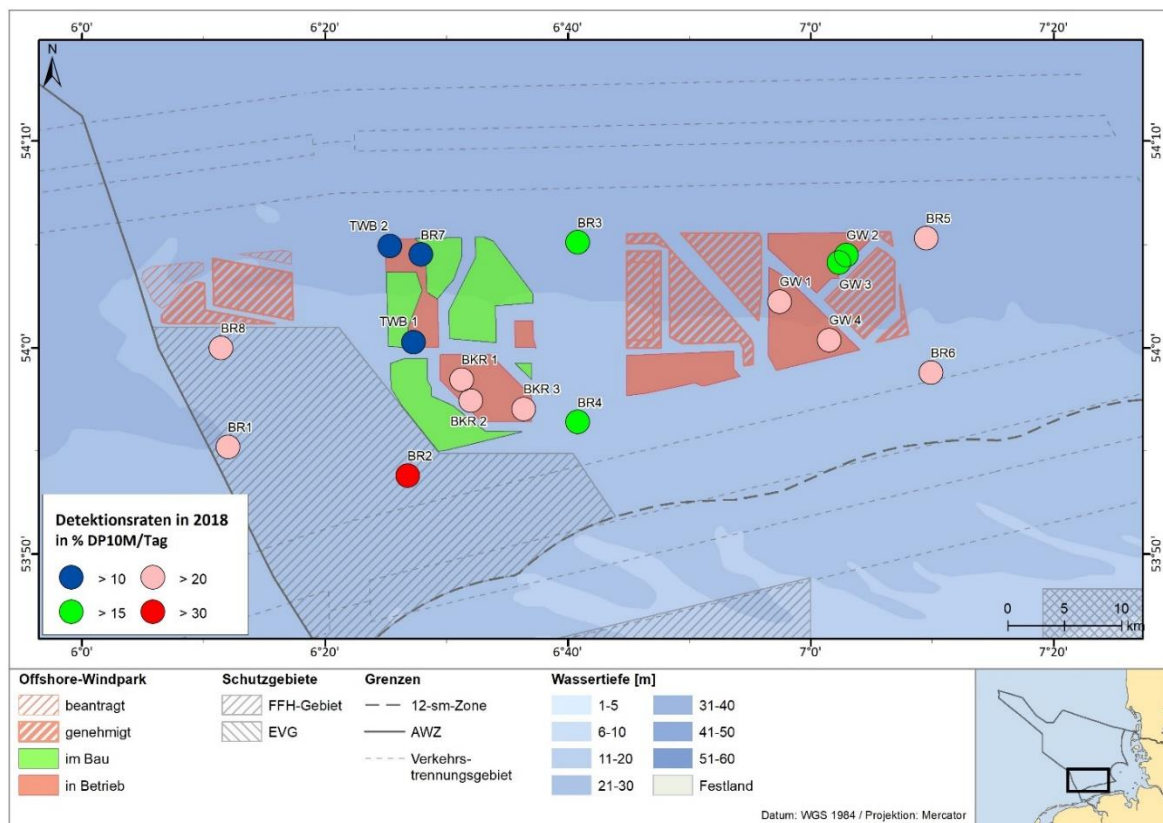


Abb. 4.33 Überblick über die mittleren Detektionsraten (% DP10M/Tag) im Jahr 2018 an den POD-Stationen BR1 bis BR8 und an den Einzel-PODs BKR1 bis BKR3, GW1 bis GW4, TWB1 und TWB2. Die Farben der Kreise repräsentieren die durchschnittlichen Detektionsraten im Jahr 2018 (Stand: 31.12.2018).

Tab. 4.10 Mittlere Detektionsraten an den POD-Stationen (für je drei Unterstationen) und an den Einzel-PODs in % DP10M/Tag pro Jahreszeit und Station im Jahr 2018 (Zahlen 01 bis 12 zeigen die inkludierten Monate Januar bis Dezember an).

Station	Detektionsraten (% DP10M/Tag) pro Jahreszeit				
	Winter (01-02)	Frühjahr (03-05)	Sommer (06-08)	Herbst (09-11)	Winter (12)
POD-Stationen					
BR1	23,4	21,5	22,5	25,6	24,5
BR2	30,0	18,6	57,0	27,7	40,6
BR3	18,6	26,4	8,7	16,6	25,1
BR4	23,3	17,3	20,8	16,6	27,4
BR5	27,8	24,2	19,0	17,4	21,4
BR6	30,2	31,9	12,2	24,8	25,2
BR7	15,6	14,1	9,7	14,6	24,1
BR8	31,8	23,0	30,7	18,1	41,2
Gesamt	25,3	22,4	22,5	20,2	29,0
Einzel-PODs					
BKR1	33,6	16,4	29,5	29,0	39,4
BKR2	30,3	13,8	18,6	21,8	40,0
BKR3	35,4	14,2	33,8	23,5	32,8
GW1	44,3	24,9	15,5	22,6	24,2
GW2	31,4	19,9	13,0	12,1	11,1
GW3	43,2	17,7	13,7	13,1	17,5
GW4	26,9	22,2	11,0	21,3	33,9
TWB1	20,3	11,2	12,9	15,7	20,1
TWB2	17,1	9,4	11,1	10,5	21,8
Gesamt	29,5	16,7	17,3	19,3	27,4

Im Folgenden wird der saisonale Verlauf der Detektionsraten pro Station beschrieben.

An der POD-Station **BR1**, die im Süd-Westen des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ liegt, waren die Detektionsraten im August (39,8 % DP10M/Tag) sowie im Januar und zwischen September und Dezember am höchsten (24,3 bis 27,2 % DP10M/Tag). Über die Frühjahrsmonate bis in die Sommermonate sanken die Werte auf 13,1 % DP10M/Tag im Juni ab. Insgesamt unterlag hier die Phänologie nur relativ leichten Schwankungen und blieb im Jahresverlauf auf einem relativ konstanten Niveau im Vergleich zu den anderen Stationen (vgl. Abb. 4.34).

An der Station **BR2**, welche weiter östlich im FFH-Gebiet ausgebracht wurde, wurden maximale Detektionsraten im Sommer und im Winter, und niedrigere Werte im Herbst und vor allem im Frühjahr, beobachtet. Die akustische Aktivität lag im Januar im Mittel bei 36,4 % DP10M/Tag und sank danach auf durchschnittlich 14,4 % DP10M/Tag im Mai ab. Danach war wiederum ein steiler Anstieg zu verzeichnen. Die höchsten Werte wurden im Juli festgestellt (64,2 % DP10M/Tag). Von immer noch hohen Werten im August (60,7 % DP10M/Tag) sank die monatliche Detektionsrate deutlich im September und anschließend bis November auf 25,6 % DP10M/Tag ab. Im Dezember stieg sie wieder an (40,6 % DP10M/Tag; vgl. Abb. 4.34).

Für die POD-Station **BR3** wurden maximale monatliche Detektionsraten im Frühjahr (April 31,8 % DP10M/Tag) aufgezeichnet. Im Winter und Herbst lag die akustische Aktivität bei 25,1 % DP10M/Tag und 18,6 % DP10M/Tag bzw. 16,6 % DP10M/Tag. Geringere Werte wurden im Sommer (8,7 % DP10M/Tag) aufgezeichnet. Von März bis Mai lagen die monatlichen Mittelwerte noch bei 24,0 bis 31,8 % DP10M/Tag, danach sanken diese ab und variierten zwischen Juni und August zwischen 6,9 und 11,1 % DP10M/Tag. Zwischen September und Dezember stiegen die Werte wieder auf bis zu 26,0 % DP10M/Tag (Monatsmittel November) an (vgl. Abb. 4.34).

An der POD-Station **BR4**, die ca. 2,5 km vom FFH-Gebiet entfernt liegt, sank die akustische Aktivität von höheren Werten (25,2 % DP10M/Tag) im Januar zu Minimalwerten im Mai ab (8,0 % DP10M/Tag). Danach erfolgte in den Sommermonaten ein Anstieg der Detektionsraten auf maximal 23,2 % DP10M/Tag (Monatsmittel im Juli). Anschließend sanken die monatlichen Werte bis September (12,0 % DP10M/Tag) wieder ab. Zwischen Oktober und Dezember stiegen die Werte wieder auf bis zu 27,4 % DP10M/Tag (Monatsmittel im Dezember) an (vgl. Abb. 4.34).

An der POD-Station **BR5**, welche im Nordosten des Untersuchungsgebietes liegt, waren die Detektionsraten im Januar und zwischen April und Juni am höchsten (22,6 bis 37,5 % DP10M/Tag). In den Sommermonaten sanken die Werte auf 12,3 % DP10M/Tag im Juli ab. Im Herbst blieben die Werte zunächst vergleichbar niedrig und stiegen dann bis Dezember bis 21,4 % DP10M/Tag an (vgl. Abb. 4.34).

Für die POD-Station **BR6** im Südosten des Untersuchungsgebietes zeigten die Untersuchungen höchste Werte im Frühjahr an (Maximum im April mit 40,0 % DP10M/Tag), aber auch im Winter wurden hohe Werte erreicht (Maximum im Januar mit 32,6 % DP10M/Tag). Die Detektionsraten sanken von Mai bis Juli deutlich ab (von 22,6 auf 10,2 % DP10M/Tag). Die geringsten Detektionsraten wurden im Sommer gemessen (12,2 % DP10M/Tag). Anschließend stiegen die Werte im Herbst von 20,4 % DP10M/Tag im September auf maximal 33,6 % DP10M/Tag im November. Im Dezember lag die Detektionsrate bei 25,2 % DP10M/Tag (vgl. Abb. 4.34).

An der POD-Station **BR7** nordöstlich des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ innerhalb des OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ wurden im Mittel im Winter die höchsten Detektionsraten beobachtet (24,1 % DP10M/Tag); die geringsten monatlichen Detektionsraten wurden im Sommer festgestellt (9,7 % DP10M/Tag). Die Detektionsraten sanken ab Januar (15,9 % DP10M/Tag) tendenziell übers Frühjahr (im Mittel 14,1 % DP10M/Tag) bis zum Sommer (Minimum im August mit 7,3 % DP10M/Tag) weiter ab. Im Herbst blieben die Detektionsraten im September und Oktober niedrig (7,0 bzw. 9,9 % DP10M/Tag). Danach stiegen die Werte wieder an. Die Maximalwerte im Jahresverlauf wurden Ende des Jahres im November und Dezember erreicht (27,1 bzw. 24,1 % DP10M/Tag). Insgesamt unterlag die Phänologie nur relativ leichten Schwankungen und blieb im Jahresverlauf auf einem relativ konstanten Niveau im Vergleich zu den anderen Stationen (vgl. Abb. 4.34).

Die POD-Station **BR8** liegt im Norden des FFH-Gebiets ‚Borkum Riffgrund‘. Dort wurden ähnlich wie bei BR2 vergleichsweise hohe Detektionsraten festgestellt (Tab. 4.10), vor allem im Winter und in den ersten Sommermonaten (> 29 % DP10M/Tag). In den Frühjahrsmonaten sanken die Detektionsraten sukzessive ab (26,6 bis 19,2 % DP10M/Tag). Im Herbst erreichte die akustische

Aktivität ein Minimum im Oktober (13,0 % DP10M/Tag) und stieg dann wieder auf das Jahresmaximum mit durchschnittlich 41,2 % DP10M/Tag im Dezember an (vgl. Abb. 4.34).

Für den Einzel-POD **BKR1** wurden hohe monatliche Detektionsraten im Winter (Januar und Februar mit 33,5 bzw. 33,7 % DP10M/Tag) erreicht. Im Frühjahr sanken die Werte auf 7,1 % DP10M/Tag ab. In den Sommermonaten Juni und Juli wurden wieder hohe Detektionsraten erreicht (33 % DP10M/Tag). Danach fielen die Werte im August und September auf durchschnittlich 23 % DP10M/Tag ab. Ab Oktober bis Ende des Jahres konnte ein kontinuierlicher Anstieg nachgewiesen werden (von Oktober 32,5 % DP10M/Tag bis Dezember mit 39,4 % DP10M/Tag; vgl. Abb. 4.35).

Der Einzel-POD an **BKR2** zeigte ebenfalls hohe Detektionsraten für den Winter (Januar und Februar mit 35,8 bzw. 25,4 % DP10M/Tag). Im Frühjahr fielen die Werte deutlich ab auf minimal 4,8 % DP10M/Tag für den Monat Mai. Für den Juni konnte eine Detektionsrate von 21,6 % DPM10/Tag erreicht werden. Zwischen Juli und Oktober schwankten die Werte zwischen 14 und 19 % DP10M/Tag. Im November stiegen die Werte auf 28,5 % DP10M/Tag an. Im Dezember wurde der Jahresmaximalwert mit 40,0 % DP10M/Tag registriert (vgl. Abb. 4.35).

An dem Einzel-POD **BKR3** wurden maximale monatliche Detektionsraten im Winter (Januar mit 48,9 % DP10M/Tag) aufgezeichnet. Im Frühjahr nahmen die Werte deutlich ab; die monatlichen Mittelwerte für März und April lagen bei 18,1 bzw. 19,5 % DP10M/Tag. Im Mai wurde der Jahresminimumwert mit 5,4 % DP10M/Tag erreicht. Im Sommer stiegen die Werte auf 33,8 % DP10M/Tag an. Der Jahresmaximalwert an der Station BKR1 wurde im Juli mit 46 % DP10M/Tag erreicht. Zum Oktober hin fielen die Werte auf 20,8 % DP10M/Tag ab, um zum Winter hin wieder auf 32,8 % DP10M/Tag (Dezember) anzusteigen (vgl. Abb. 4.35).

An **GW1** wurden maximale monatliche Detektionsraten im Winter (Januar mit 44,3 % DP10M/Tag) aufgezeichnet. Zum Sommer hin nahmen die Werte deutlich ab; die monatlichen Mittelwerte für Juni und Juli lagen bei 10,7 bzw. 13,8 % DP10M/Tag. In den Monaten August bis Oktober lagen die Werte bei im Mittel 18,7 % DP10M/Tag. Leicht erhöhte Werte konnten zum Jahresende registriert werden, mit 28,9 bzw. 24,2 % DP10M/Tag (vgl. Abb. 4.35).

Für den Einzel-POD an **GW2** wurden maximale monatliche Detektionsraten ebenfalls im Januar mit 40,9 % DP10M/Tag aufgezeichnet. Zum Sommer hin nahmen die Werte deutlich ab; das Jahresminimum wurde im August mit 10,8 % DP10M/Tag aufgezeichnet. Auch im Herbst sowie im Dezember blieben die Werte auf einem niedrigen Niveau (11,1–12,1 % DP10M/Tag; vgl. Abb. 4.35).

An der Einzel-POD-Station **GW3** wurden ebenfalls die höchsten Detektionsraten im Winter registriert (Januar mit 43,2 % DP10M/Tag). Anfang Frühjahr fielen die Werte um über 30 % DP10M/Tag (März: 11 % DP10M/Tag). Für April und Mai stiegen die Werte wieder auf durchschnittlich 20,1 % DP10M/Tag. Von Juni bis Oktober fielen die Werte kontinuierlich ab und erreichten im Oktober das Jahresminimum mit 10,6 % DP10M/Tag. Für die Monate November und Dezember wurden Werte von 17,5 % DP10M/Tag erreicht (vgl. Abb. 4.35).

Anders als an den Einzel-PODs GW1 bis GW3 wurde an **GW4** die höchste monatliche Detektionsrate im Herbst registriert (November mit 36,0 % DP10M/Tag). Für Januar und Februar lagen die Werte bei durchschnittlich 27,4 % DP10M/Tag (30,0 % bzw. 24,8 % DP10M/Tag). Danach sanken die Werte kontinuierlich ab und erreichten im Juli einen Jahresminimumwert von 9,3 % DP10M/Tag. Danach stiegen die Werte wieder kontinuierlich an. Für den Herbst konnte ein Durchschnittswert von 21,3 % DP10M/Tag registriert werden. Für Dezember wurde ein Wert von 33,9 % DP10M/Tag erreicht (vgl. Abb. 4.35).

An **TWB1** lagen die Detektionsraten im Winter (Januar/Februar) zunächst noch zwischen 23,7 % DP10M/Tag und 17,4 % DP10M/Tag. Im Laufe des Frühjahres sanken diese auf ein Jahresminimum von 5,4 % DP10M/Tag im Mai ab. Im Sommer und Frühherbst stieg die akustische Aktivität wieder auf 16,7 % DP10M/Tag im August und 18,5 % DP10M/Tag im September an. Nach einem kurzen Abfall der Werte im Oktober, stiegen die Werte zum Jahresende wieder auf 20,1 % DP10M/Tag im Dezember an (vgl. Abb. 4.35).

An der Station **TWB2** sanken die Detektionsraten von im Februar 18,4 % DP10M/Tag auf niedrige Monatswerte von 7,8–10,7 % DP10M/Tag im Frühling ab. Auch im Sommer (9,3–13,2 % DP10M/Tag) und Herbst blieben die Werte auf einem niedrigen Niveau. Dabei wurde der niedrigste Monatsmittelwert für September registriert (6,5 % DP10M/Tag). Danach stiegen die Detektionsraten wieder sukzessive an bis zum Höchstwert in 2018 im Dezember (21,8 % DP10M/Tag; vgl. Abb. 4.35).

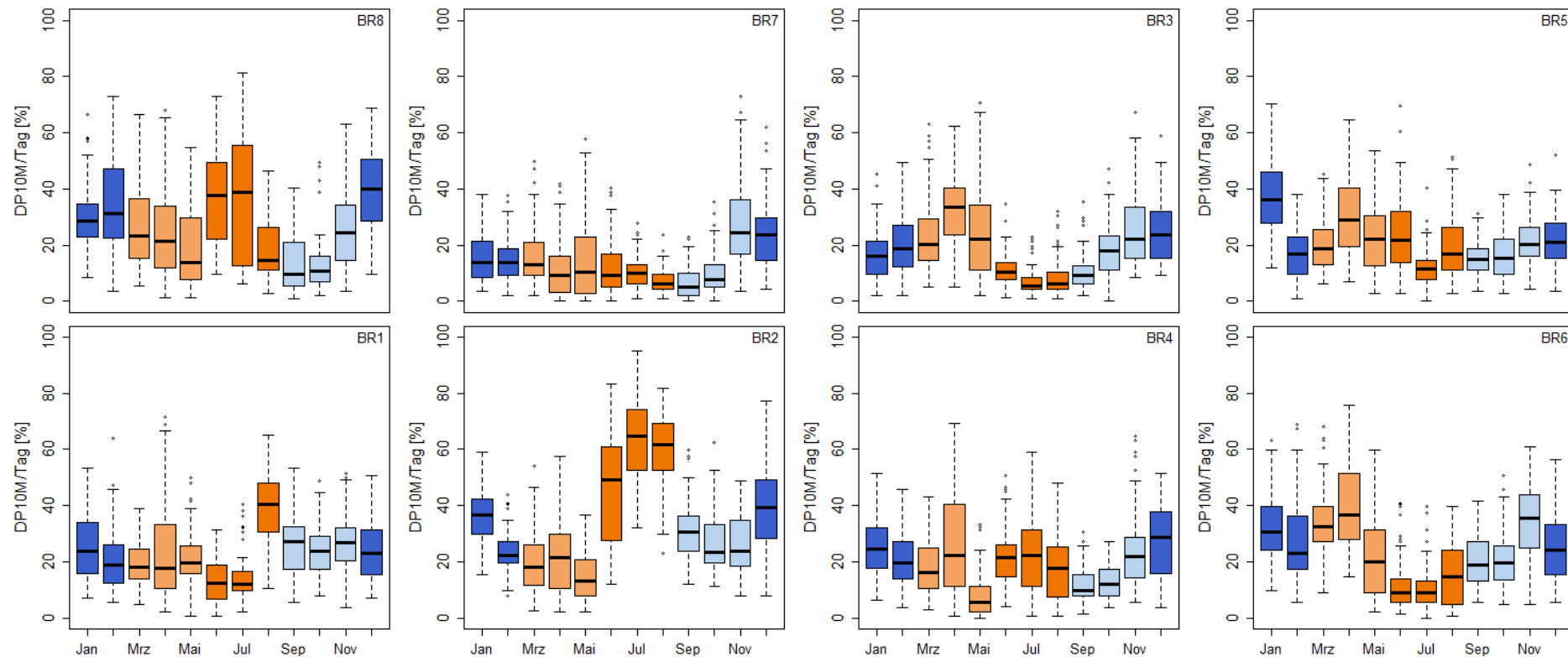


Abb. 4.34 Boxplots der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen BR1 bis BR8 (je gemittelt für drei C-PODs pro Station) von Januar bis Dezember 2018; Darstellung als Anteil an 10-Minuten-Intervallen pro Tag (% DP10M/Tag) pro Monat (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); dunkelblau = Winter, hellorange = Frühjahr, dunkelorange = Sommer, hellblau = Herbst; POD-Stationen sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.

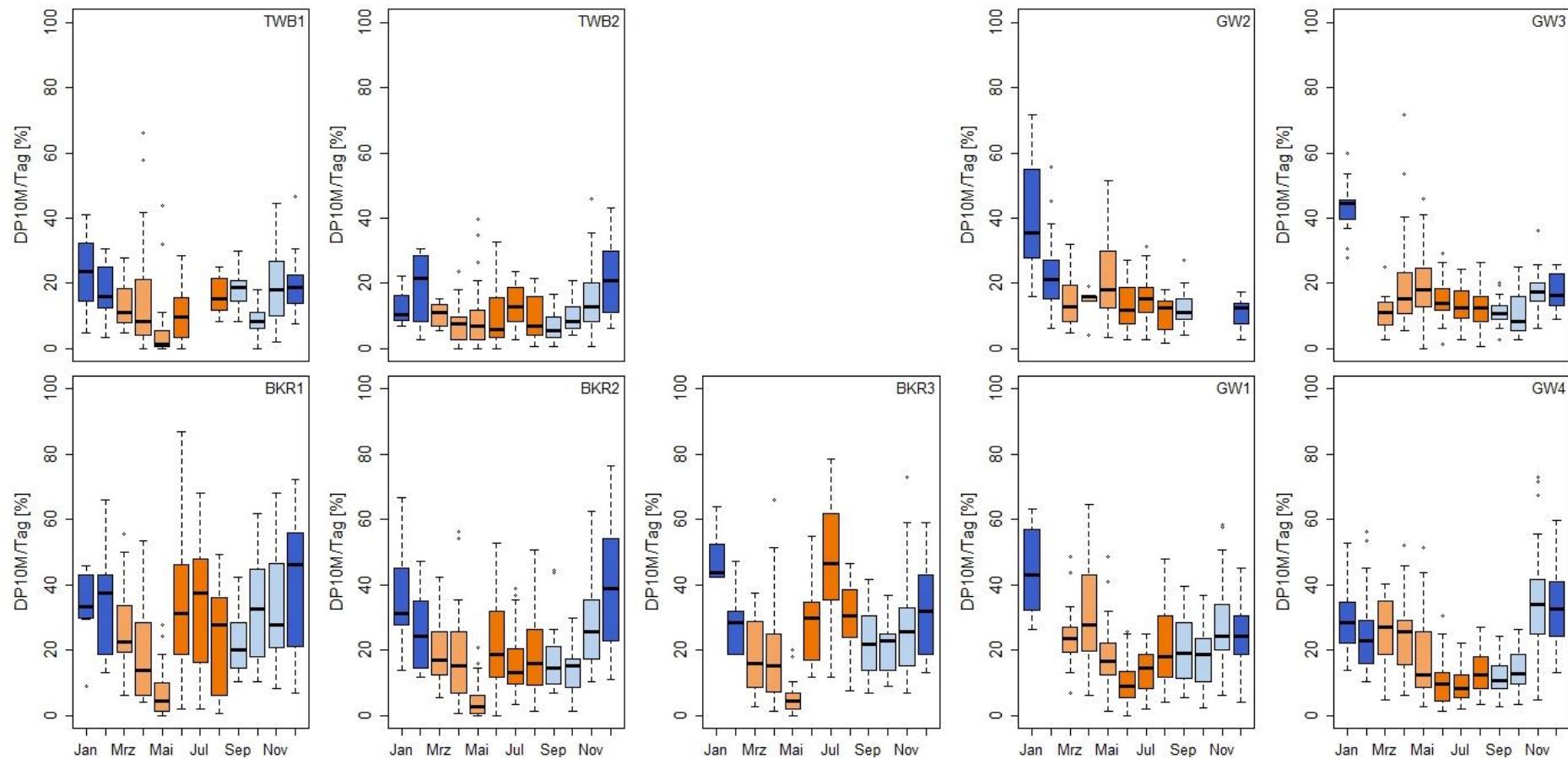


Abb. 4.35 Boxplots der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den Einzel-PODs von Januar bis Dezember 2018; Darstellung als Anteil an 10-Minuten-Intervallen pro Tag (% DP10M/Tag) pro Monat (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); dunkelblau = Winter, hellorange = Frühjahr, dunkelorange = Sommer, hellblau = Herbst; Einzel-PODs sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.

4.3.2.1 Clusteranalyse

Im Zuge einer Clusteranalyse der monatlichen Detektionsraten pro Station konnten insgesamt drei signifikante Cluster mit einem hohen Ähnlichkeitswert festgestellt werden (Abb. 4.36). Das erste signifikante Cluster umfasst die Stationen BR2 und BR8, beide im Südwesten des FFH-Gebiets ‚Borkum Riffgrund‘, sowie die Einzel-PODs BKR1 und BKR3, welche sich ebenfalls im Südwesten des Untersuchungsgebietes befinden. Diese vier Stationen sind durch Peaks im Winter und Sommer und abfallende Werte im Frühjahr geprägt, wobei diese vier Stationen die höchsten Detektionsraten (im Jahresmittel) aufwiesen (Tab. 4.9, Tab. 4.10). Das zweite signifikante Cluster umfasst die Stationen TWB1, TWB2 und BR7, die sich alle in den Flächen der OWPs ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ befinden, wo in 2018 die niedrigsten Detektionsraten aufgezeichnet wurden. Das dritte signifikante Cluster beinhaltet alle weiteren Stationen, u. A. alle Stationen im Osten des Untersuchungsgebietes (BR5 und BR6 sowie GW1 bis 4) sowie die Stationen im zentralen Bereich (BR3 und BR4) und die Stationen BR1 und BKR2; beide liegen im Westen (BR1 im Norden des FFH-Gebietes). Innerhalb dieses Clusters sind einige (nicht-signifikante) Substrukturen vorzufinden, z. B. sind die Stationen im Nordosten (GW1 und GW4 sowie BR6) zusammen geclustert. Die Phänologie der Stationen BKR2 und BR1 weicht etwas von jener der anderen Stationen im FFH-Gebiet und im Südwesten ab, so wies BKR2 keinen stark ausgeprägten Sommerpeak auf und BR1 hatte (bis auf erhöhte Werte im August) eine nicht besonders stark ausgebildete Phänologie ohne starke Schwankungen im Jahresverlauf.

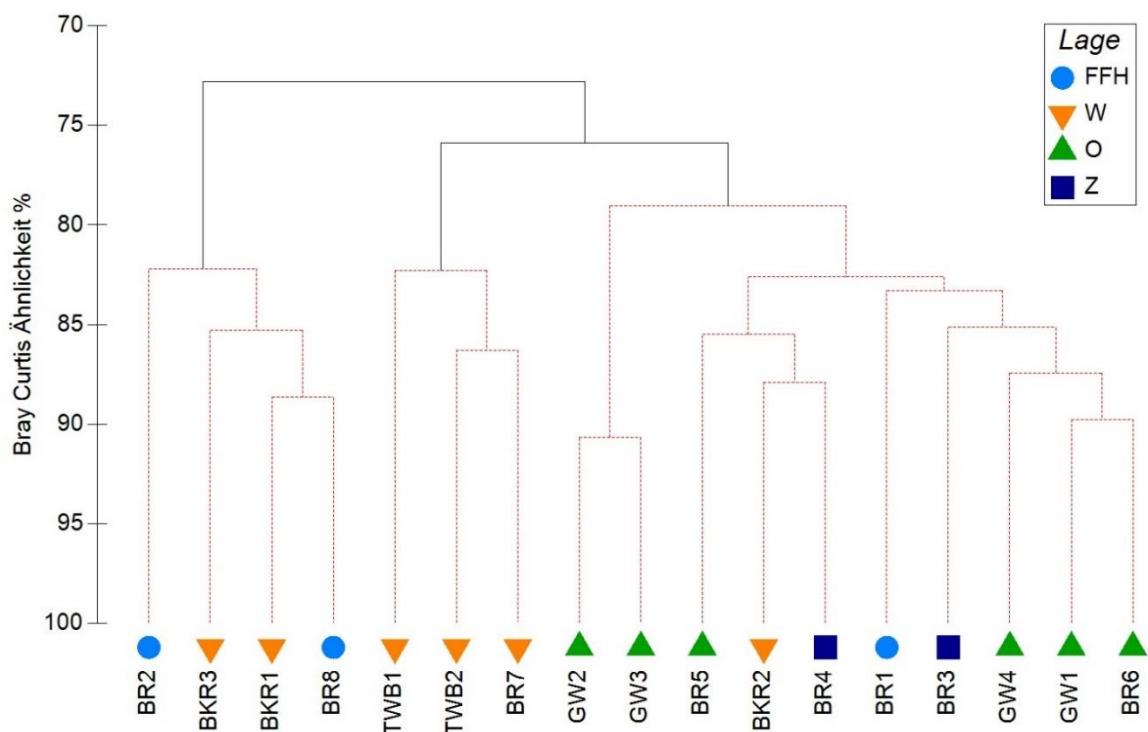


Abb. 4.36 Dendrogramm der Clusteranalyse der monatlichen Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen und Einzel-PODs von Januar bis Dezember 2018. Schwarze Linien zeigen signifikante Cluster an, nicht-signifikante Substrukturen sind als rot-gestrichelte Linien dargestellt. Die verschiedenen Farben/Symbole stellen die ungefähre Lage im Untersuchungsgebiet dar (blaue Kreise = FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ (FFH), orangene Dreiecke = Westen (W), grüne Dreiecke = Osten (O), dunkelblaue Vierecke = Zentraler Bereich (Z)).

4.3.3 Tagesrhythmik der Detektionsraten

Anhand des Parameters % DPM pro Stunde wurde die Tagesrhythmik der Detektionsraten von Schweinswalen an den verschiedenen POD-Stationen und Einzel-PODs beschrieben. Die Detektionsraten innerhalb der Hell- bzw. Dunkelphase (definiert durch Sonnenaufgang und -untergang, siehe Kapitel 3.3.3.2) pro Jahreszeit und POD-Station bzw. Einzel-POD sind in Abb. 4.37 und Abb. 4.38 graphisch dargestellt. Zudem sind in Tab. 4.11 die durchschnittlichen Detektionsraten während der Hell- und Dunkelphase an den verschiedenen POD-Stationen und Einzel-PODs aufgeführt.

Tab. 4.11 Mittlere Detektionsraten (% DPM/Stunde) innerhalb der Hell- und Dunkelphase im Untersuchungszeitraum 2018 an den acht POD-Stationen und an den neun Einzel-PODs. Die Phase mit der durchschnittlich höchsten Detektionsrate ist in der Tabelle je Station grau hinterlegt.

Station	% DPM/h Hellphase	% DPM/h Dunkelphase
POD-Stationen (Jan-Dez 2018)		
BR1	8,8	5,2
BR2	13,0	9,6
BR3	3,8	5,3
BR4	5,1	6,1
BR5	5,3	6,1
BR6	7,4	7,5
BR7	2,7	4,4
BR8	8,3	8,0
Gesamt	6,8	6,6
Einzel-PODs (Jan-Dez 2018)		
BKR1	8,3	9,7
BKR2	5,6	7,1
BKR3	7,6	8,5
GW1	6,0	6,8
GW2	4,0	7,5
GW3	3,6	5,1
GW4	5,0	7,5
TWB1	3,4	5,1
TWB2	2,3	3,1
Gesamt	5,2	6,7

Über alle acht POD-Stationen zusammen betrachtet, konnte bezüglich der Detektionsraten zwar ein signifikanter, aber rein prozentual kein deutlicher Unterschied zwischen Hell- und Dunkelphase festgestellt werden (Mann-Whitney-Test, $p \leq 0,001$; Tab. 4.11). Im Vergleich der einzelnen POD-Stationen und Jahreszeiten untereinander ergaben sich aber zum Teil weitaus deutlichere Unterschiede zwischen Hell- und Dunkelphase. Vor allem an den zwei im FFH-Gebiet befindlichen POD-Stationen BR1 und BR2 waren die Unterschiede zwischen Hellphase und Dunkelphase deutlicher ausgeprägt, wobei die höheren Werte jeweils während des Tages auftraten (Mann-Whitney-Test, $p \leq 0,001$). Innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten waren die Unterschiede zwischen Tag- und Nachtaktivität an BR1 im Sommer (Hell = 10,4 % DPM/Stunde und Dunkel = 2,3 % DPM/Stunde) und im Herbst (Hell = 13,7 % DPM/Stunde und Dunkel = 4,2 % DPM/Stunde) besonders deutlich.

An der BR2 waren die Unterschiede im Sommer, ebenfalls mit höheren Werten in der Hellphase (Hell = 26,5 % DPM/Stunde und Dunkel = 16,9 % DPM/Stunde), deutlich ausgeprägt. An BR4, BR6 und BR7 wurden deutliche Unterschiede im Winter (Dezember) festgestellt (BR4: Hell = 3,8 % DPM/Stunde und Dunkel = 10,6 % DPM/Stunde; BR6: Hell = 3,9 % DPM/Stunde und Dunkel = 10,1 % DPM/Stunde; BR7: Hell = 3,2 % DPM/Stunde und Dunkel = 8,6 % DPM/Stunde), mit höheren Detektionsraten in der Nacht. An den anderen POD-Stationen war keine generelle Präferenz zur akustischen Aktivität in der Hell- oder Dunkelfase feststellbar oder schwankte je POD-Station stark zwischen den Jahreszeiten (siehe Abb. 4.37).

An den Einzel-PODs wurde insgesamt signifikant höhere Detektionsraten in der Dunkelfase im Vergleich zur Hellphase detektiert (Mann-Whitney-Test, $p \leq 0,001$). Pro Station betrachtet war dieser Unterschied an den meisten Stationen signifikant (Mann-Whitney-Test, $p \leq 0,01$), nur an GW1 und BKR3 konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ($p = 0,78$ und $p = 0,31$). Unterschiede waren im Winter z.B. an den Stationen BKR1, GW2, GW3 (Januar/Februar) und GW4 (Dezember) deutlich ausgeprägt (BKR1 (Jan/Feb): Hell = 7,1 % DPM/Stunde und Dunkel = 12,8 % DPM/Stunde; GW2 (Jan/Feb): Hell = 7,1 % DPM/Stunde und Dunkel = 13,2 % DPM/Stunde; GW3 (Jan/Feb): Hell = 8,2 % DPM/Stunde und Dunkel = 17,5 % DPM/Stunde; GW4 (Dez): Hell = 4,5 % DPM/Stunde und Dunkel = 13,8 % DPM/Stunde). Auch an den POD-Stationen lagen im Winter höhere Detektionsraten zumeist während der Dunkelfase vor.

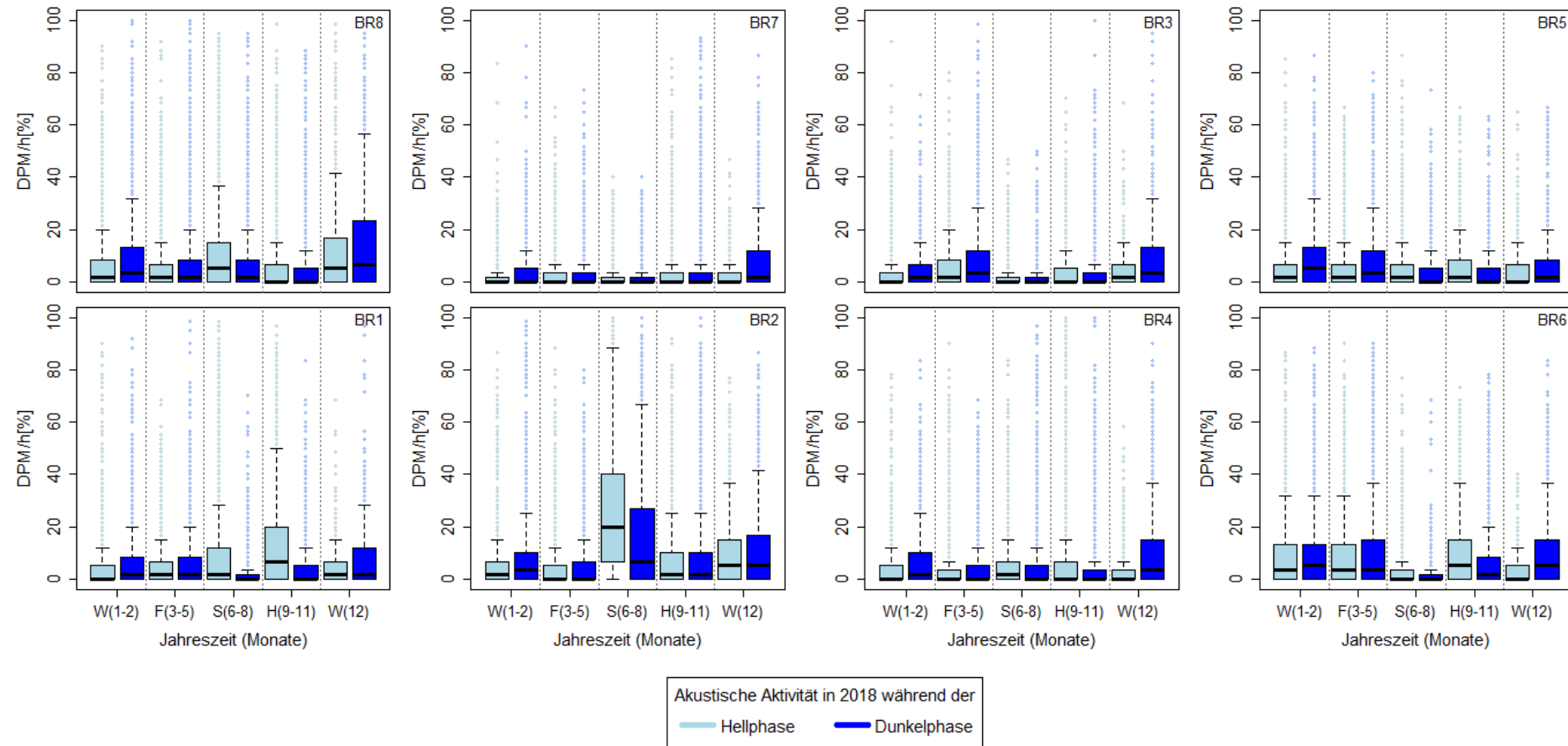


Abb. 4.37 Boxplots der Detektionsraten von Schweinswalen an den POD-Stationen BR1 bis BR8 (je gemittelt für drei C-PODs pro Station) im Jahr 2018 während der täglichen Hellphase (hellblau) und Dunkelphase (blau) im Vergleich; Darstellung als Anteil an detektionspositiven Minuten pro Stunde (% DPM/h) innerhalb der Hell- bzw. Dunkelphase pro Jahreszeit (W=Winter, F=Frühjahr, S=Sommer, H=Herbst) mit Anzeige der inkludierten Monate als Zahl (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); POD-Stationen sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.

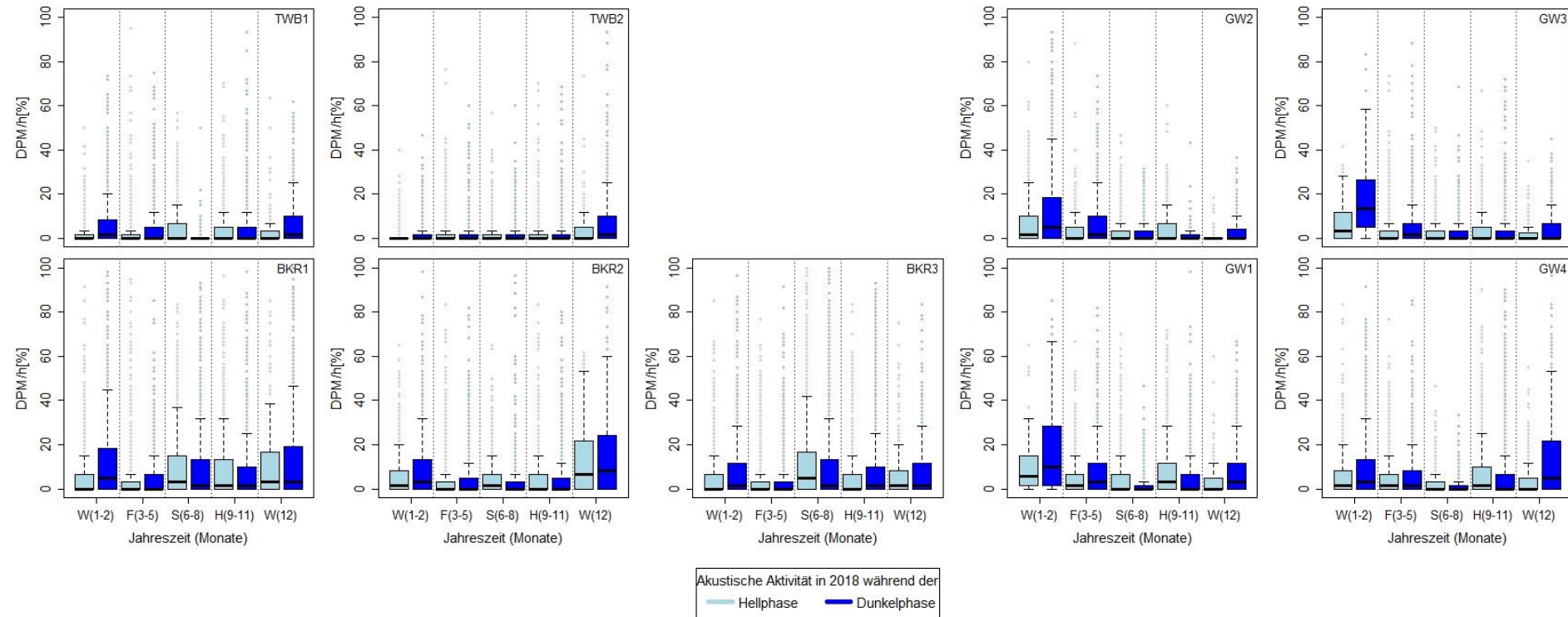


Abb. 4.38 Boxplots der Detektionsraten von Schweinswalen an den Einzel-PODs im Jahr 2018 während der täglichen Hellphase (hellblau) und Dunkelphase (blau) im Vergleich; Darstellung als Anteil an detektionspositiven Minuten pro Stunde (% DPM/h) innerhalb der Hell- bzw. Dunkelphase pro Jahreszeit (W=Winter, F=Frühjahr, S=Sommer, H=Herbst) mit Anzeige der inkludierten Monate als Zahl (obere Grenze der Box: 75 % Quartil; untere Grenze der Box: 25 % Quartil; innerhalb des senkrechten Strichs sind 95 % der Daten; schwarzer Querstrich innerhalb der Box = Median); Einzel-PODs sind entsprechend ihrer geographischen Position im Untersuchungsgebiet angeordnet dargestellt.

4.3.4 Auswirkungen von Rammarbeiten und weiterer Schallquellen

Rammarbeiten von Offshore Windparks können einen Einfluss auf die Verteilung der Meeressäuger im Untersuchungsgebiet haben, weshalb die Ergebnisse der C-POD Erfassung in Bezug auf diese Fragestellung ausgewertet und im vorliegenden Umweltmonitoringbericht berücksichtigt wurden. Im Folgenden werden die Effekte der Rammarbeiten anhand der Ergebnisse der Habitatuntersuchung von Schweinswalen mittels C-PODs zusammengefasst dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse der Begleituntersuchung zu den Fundamentrammungen der OWPs ,Borkum Riffgrund 2' und ,Trianel Windpark Borkum - Phase II' sowie ausführliche Tabellen zu verschiedenen Rammdaten sind den Abschlussberichten zur Effizienzkontrolle zu entnehmen (BioConsult SH 2018a, 2018b).

4.3.4.1 Effekte der Rammarbeiten am Offshore Windpark Projekt ,Trianel Windpark Borkum - Phase II'

Der OWP ,Trianel Windpark Borkum - Phase II' besteht aus 32 WEAs und befindet sich 45 km nördlich von Borkum in der deutschen AWZ und grenzt im Nordosten und Südwesten direkt an den OWP ,Trianel Windpark Borkum - Phase I'. Er hat eine Größe von 55,6 km². Die Rammarbeiten fanden zwischen dem 28. Juni 2018 und dem 26. November 2018 statt. Es wurden 32 Gründungsfundamente (Monopiles) mit Hilfe eines Impulsrammverfahrens errichtet. Die Rammdauer der Monopiles betrug im Mittel 1 Stunde und 40 Minuten (exklusive der ersten Rammung, bei der eine Unterbrechung von mehreren Stunden vorlag). Als Schallminderungsmaßnahme wurde neben einem Hydroschalldämpfer (HSD), ein doppelter großer Blasenschleier (DBBC) eingesetzt und die Rammarbeiten mit Vergrämuungsmaßnahmen (FaunaGuard Porpoise Module) begleitet. Bei einer Rammung (BW17) wurde zum Durchführen von Testmessungen kein Schallschutzsystem eingesetzt. Die itap GmbH (Institut für technische und angewandte Physik) führte die Hydroschallmessungen während der Rammarbeiten durch.

Detektionsraten von Schweinswalen im Zuge der Rammarbeiten

Die Detektionsraten von Schweinswalen (% DPM/Stunde) pro Zeitraum relativ zur Rammung und pro Entfernungsklasse sind in Tab. 4.12 und Abb. 4.39 dargestellt.

Tab. 4.12 Mittelwerte der Detektionsraten (% DPM/Stunde) 24 bis 13 Stunden vor, 12 bis 1 Stunden vor, während, 1 bis 12 bzw. 13 bis 24 Stunden nach den Rammarbeiten pro Entfernungsklasse (1: 1,6–4 km/ 2: >4-8 km/ 3: >8-12 km/ 4: >12-16 km/ 5: >16-20 km/ 6: >20-21,9 km).

Phase / Betrachtung	% DPM/Std pro Entfernungsklasse					
	1	2	3	4	5	6
24 - 13 h vorher	5,3	3,7	4,3	7,9	12,3	22,3
12 - 1 h vorher	2,5	3,7	2,3	5,2	11,8	25,2
Rammung	2,6	3,0	6,4	4,9	13,5	28,2
1 - 12 h nachher	3,0	2,9	3,4	5,5	12,6	20,6
13 - 24 h nachher	5,0	2,5	3,0	3,8	13,5	27,2

Die während der fünf Zeiträume gemessenen Detektionsraten unterschieden sich signifikant voneinander (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0,001$; df: 4). Dabei wurde vor allem ein signifikanter Unterschied

zwischen der Gruppe 24 bis 13 h vor der Rammung mit der Phase der Rammung/Vergrämung (Mann-Whitney-Test, $p=0,034$) und zwischen der Gruppe 13 bis 24 h nach der Rammung mit der Phase der Rammung/Vergrämung nachgewiesen (Mann-Whitney-Test, $p<0,001$). Ein Vergleich der Gruppe Rammung/Vergrämung mit der Phase bis zu 12 h vorher und bis zu 12 h nachher zeigte keinen signifikanten Unterschied.

Pro Distanzklasse wurde die akustische Aktivität der Schweinswale (% DPM/Stunde) im Verlauf der Vergrämung und Rammung der WEAs, und eines 12-Stunden Zeitraums vor und nach Rammende graphisch dargestellt und miteinander verglichen (Abb. 4.39). Für Distanzklasse 1 (1,6 bis 4 km), Distanzklasse 2 (>4 bis 8 km), Distanzklasse 4 (>12 bis 16 km) und Distanzklasse 5 (>16 bis 20 km) waren die Detektionsraten während der Vergrämung und Rammung und den ersten 12 Stunden nach Rammende nicht signifikant unterschiedlich (Mann-Whitney Distanzklasse 1 $p = 0,273$; Distanzklasse 2 $p = 0,384$; Distanzklasse 4 $p = 0,153$; Distanzklasse 5 $p = 0,811$).

Für Distanzklasse 3 (>8 bis 12km) und Distanzklasse 6 (>16 km) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Phase der Rammung/Vergrämung und den ersten 12 h danach festgestellt werden ($p = 0,019$ bzw. $p = 0,018$), wobei während der Rammung höhere Werte festgestellt wurden. Aufgrund der hohen Entfernung und der Zunahme der Detektionsraten während der Rammung ist es unwahrscheinlich, dass es sich hierbei um einen Rammeeffekt handelt. Für den Zeitraum bis 12 Stunden vor Beginn der Vergrämung im Vergleich zum Zeitraum Vergrämung/Rammung konnte nur in der Distanzklasse 3 ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Mann-Whitney Distanzklasse 1 $p = 0,868$; Distanzklasse 2 $p = 0,285$; Distanzklasse 3 $p = 0,001$; Distanzklasse 4 $p = 0,500$; Distanzklasse 5 $p = 0,676$; Distanzklasse 6 $p = 0,275$).

Distanzklasse 6 zeigt insgesamt höhere Werte. Dies liegt daran, dass hier ausschließlich Daten der POD-Station BR2 enthalten sind. Zum Zeitpunkt der Vergrämung und Rammung stiegen hier die Werte leicht an.

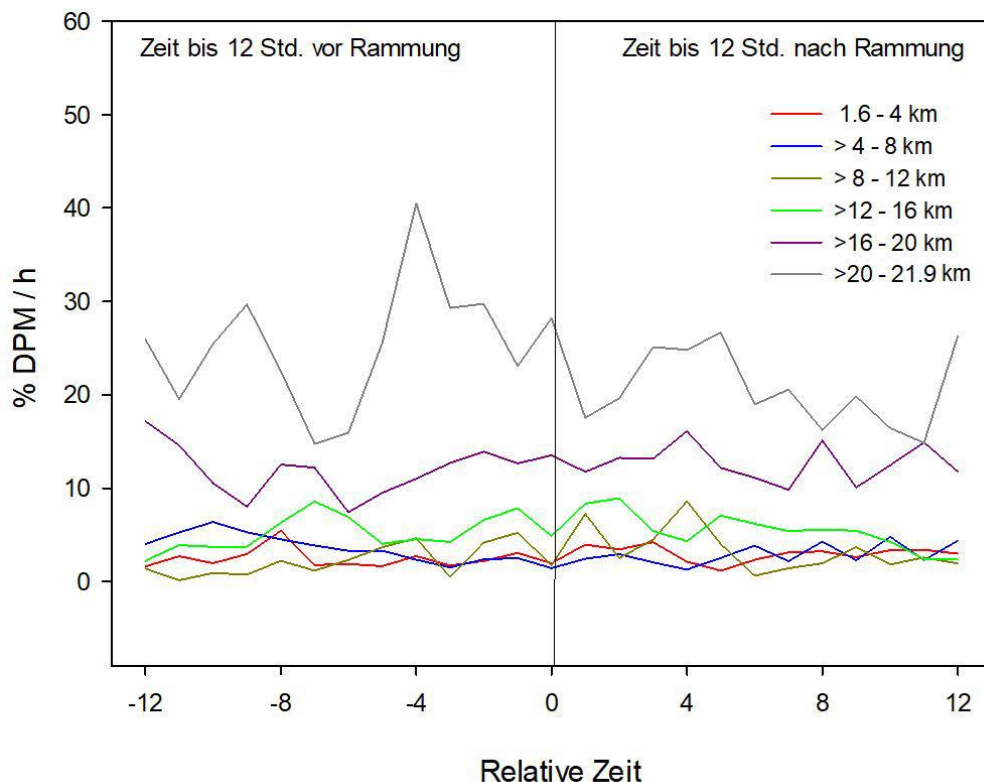


Abb. 4.39 Detektionsraten (in % DPM/h -Intervall) vor, während und nach der Vergrämung und Rammung der WEAs im OWP „Trianel Windpark Borkum - Phase II“ (von -12 bis +12 Stunden auf der x-Achse) pro Distanzklasse (Klassen 1-6 farbige Linien).

4.3.4.2 Rammarbeiten im OWP „Borkum Riffgrund 2“

Der OWP „Borkum Riffgrund 2“ besteht aus 56 WEAs und einer Umspannstation (OSS). Er befindet sich ca. 30 km nordwestlich von Borkum und grenzt im Südwesten direkt an das FFH-Gebiet „Borkum Riffgrund“. Die OSS-Jacket-Fundamentkonstruktion wurde bereits am 17. und 18. Juli 2017 errichtet (siehe itap 2017c und IfAÖ et al. 2018). Von den 56 WEAs wurden 36 WEAs als Monopile-Fundamente und 20 WEAs als Suction Bucket Jacket-Fundamente installiert. Die 36 Monopiles wurden zwischen dem 05. März 2018 und dem 25. Mai 2018 mit der Methode des Impulsrammverfahrens gerammt. Die Rammarbeiten der WEAs wurden von zwei unabhängigen Schallschutz- (IHC-Schallschutzrohr und Großer Blaseschleier bzw. Doppelter Großer Blaseschleier für vier Restrikes) und Vergrämungsmaßnahmen (FaunaGuard Porpoise Module) begleitet. Im Mittel dauerte die Rammung einer WEA ca. 1,5 Stunden (ohne 40-minütige Vergrämung). Die 20 Suction Bucket Jacket-Fundamente wurden vom 02. Juni 2018 bis zum 30. Juli 2018 an insgesamt 19 Tagen installiert.

Detektionsraten von Schweinswalen im Zuge der Rammarbeiten

Die Detektionsraten von Schweinswalen (% DPM/Stunde) pro Zeitraum relativ zur Rammung und pro Entfernungsklasse sind in Tab. 4.13 und Abb. 4.40 dargestellt.

Tab. 4.13 Mittelwerte der Detektionsraten (% DPM/Stunde) 12 bis 1 Stunden vor, während, 1 bis 12 Stunden nach den Rammarbeiten pro Entfernungsklasse (1: 1,7–4 km/ 2: >4-8km/ 3: >8-12 km/ 4: >12-16 km/ 5: >16-18,4 km).

Phase / Betrachtung	% DPM/Std pro Entfernungsklasse				
	1	2	3	4	5
12 - 1 h vorher	5,9	4,2	4,0	3,3	3,8
Rammung	3,4	3,4	3,3	3,1	2,2
1 - 12 h nachher	4,8	4,2	4,0	4,0	4,9

Die während der drei Zeiträume gemessenen Detektionsraten unterschieden sich signifikant voneinander (Kruskal-Wallis-Test, $p = 0,011$; $df: 2$). Vergleicht man die Gruppen untereinander, so konnte nur ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe Rammung/Vergrämung im Vergleich zur Gruppe 1–12 Stunden nach der Rammung festgestellt werden (Mann-Whitney-Test, $p = 0,004$).

Pro Distanzklasse wurde die akustische Aktivität der Schweinswale (% DPM/Stunde) im Verlauf der Vergrämung und Rammung der WEAs, und eines 12-Stunden Zeitraums vor und nach Rammende graphisch dargestellt und miteinander verglichen (Tab. 4.13 und Abb. 4.40). Für Distanzklasse 2 (>4 bis 8 km), Distanzklasse 3 (>8 bis 12 km) und Distanzklasse 4 (>12 bis 16 km) waren die Detektionsraten während der Vergrämung und Rammung und den ersten 12 Stunden nach Rammende nicht signifikant unterschiedlich (Mann-Whitney Distanzklasse 2 $p = 0,110$; Distanzklasse 3 $p = 0,705$; Distanzklasse 4 $p = 0,234$).

Für die Distanzklasse 1 (1,7 bis 4 km) konnte ein signifikanter Unterschied der Detektionsraten während der Vergrämung und Rammung und den ersten 12 Stunden nach Rammende nachgewiesen werden (Mann-Whitney Distanzklasse 1 $p = 0,049$). Auch für die Distanzklasse 5 (>16 bis 18,4 km) wurde ein signifikanter Unterschied während der Vergrämung und Rammung und den ersten 12 Stunden nach Rammende festgestellt (Mann-Whitney Distanzklasse 5 $p = 0,001$). Für den Zeitraum bis 12 Stunden vor Beginn der Vergrämung im Vergleich zum Zeitraum Vergrämung/Rammung konnte in keiner Distanzklasse ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Mann-Whitney Distanzklasse 1 $p = 0,051$; Distanzklasse 2 $p = 0,242$; Distanzklasse 3 $p = 0,729$; Distanzklasse 4 $p = 0,845$; Distanzklasse 5 $p = 0,119$).

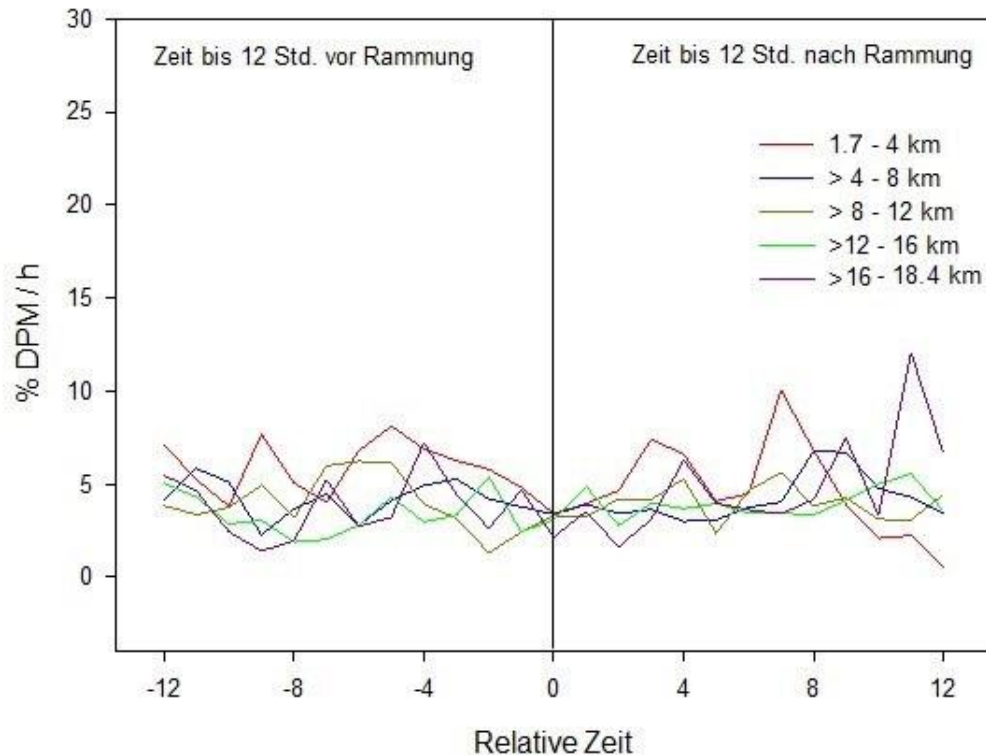


Abb. 4.40 Detektionsraten (in % DPM/h -Intervall) vor, während und nach der Vergrämung und Rammung der WEAs im OWP „Borkum Riffgrund 2“ (von -12 bis +12 Stunden auf der x-Achse) pro Distanzklasse (Klassen 1-5 farbige Linien).

4.3.4.3 Sprengungen von Kampfmittelaltlasten im Offshore Windpark „Trianel Windpark Borkum - Phase II“

Als weitere lärmintensive Schallquelle sind neben den Rammarbeiten an den OWPs Blindgänger-Sprengungen zu nennen. Insgesamt wurden zwölf gezielte UXO-Sprengungen im Zeitraum zwischen dem 11. Januar und dem 12. März 2018 durchgeführt, um nicht explodierte Munition bzw. Kampfmittelaltlasten aus dem zweiten Weltkrieg kontrolliert zur Detonation zu bringen und damit zu entfernen. Die Sprengpositionen lagen im OWP „Trianel Windpark Borkum – Phase II“ und wurden an insgesamt zwölf Tagen durchgeführt, vier davon zwischen dem 11. und 13. Januar, fünf zwischen dem 06. und 08. Februar und drei weitere Anfang März am 06., 10. und 12. März 2018 (Abb. 4.41).

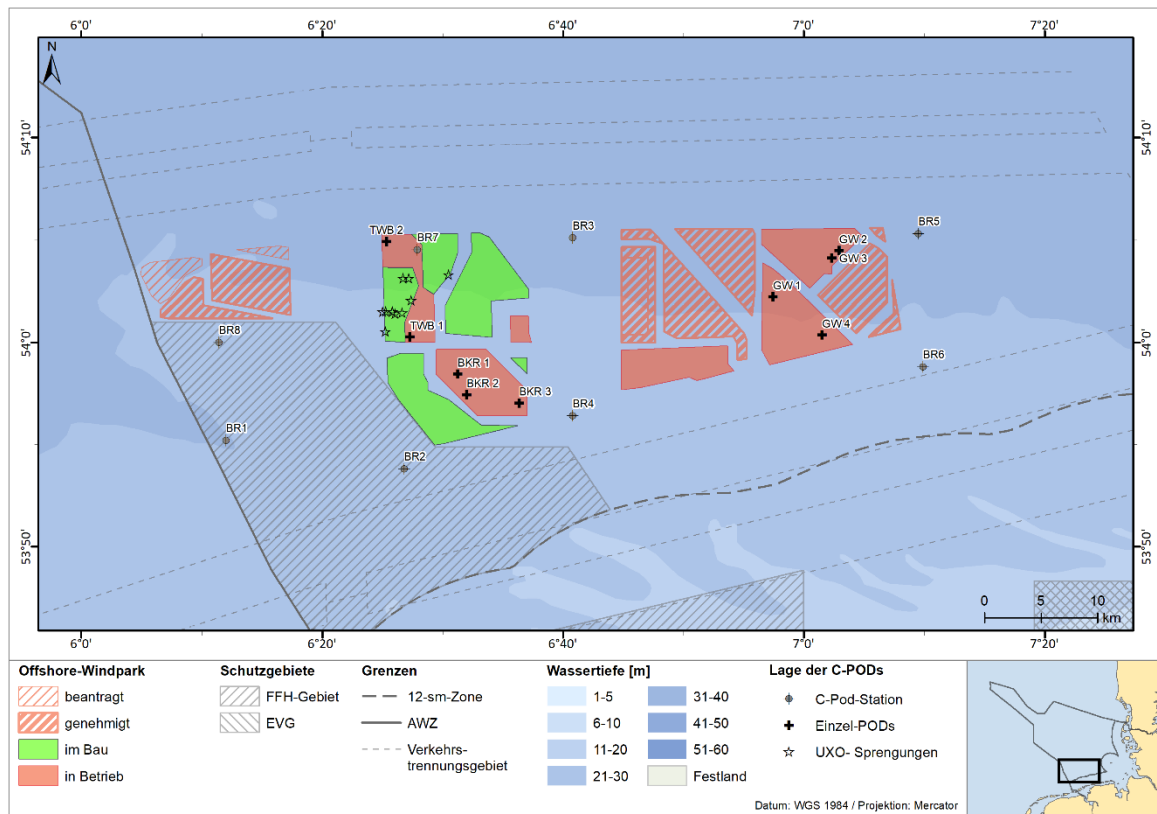


Abb. 4.41 Position der UXO-Sprengungen im OWP „Trianel Windpark Borkum – Phase II“ zwischen Mitte Januar und Mitte März 2018.

Für die Betrachtung potenzieller Vertreibungseffekte dieser Tätigkeiten wurden, bedingt durch ihre räumliche Nähe, die mittleren Detektionsraten der POD-Station BR7 und der Einzel-PODs TWB1 und TWB2 herangezogen. Die folgende Analyse beschränkt sich, aufgrund der limitierten Datenlage in Bezug auf die emittierten Geräuschpegel, Ladungsgrößen, Vergrämzeiten etc. auf eine eher oberflächliche Beschreibung der Effekte. Dabei wurde für die UXO-Sprengungen, die nur einen einzelnen, aber dennoch sehr intensiven Schallimpuls repräsentieren, jeweils die Detektionsraten bis zu 24 Stunden vorher und 24 Stunden nachher mit der während der Sprengung (Stunden-Intervall) verglichen. Die hier vorgestellten Ergebnisse sind aus den zuvor genannten Gründen nur als Hinweis zu verstehen.

An allen drei Stationen, BR7, TWB1 und TWB2 schwankten die Detektionsraten von Schweinswalen 24 Stunden vor und nach den UXO-Sprengungen zum Teil stark. Häufig lagen an allen drei Stationen wenige Stunden vor und während der Sprengungen allerdings geringe Werte vor als noch zuvor und nach der Sprengung (Abb. 4.42). 12 Stunden vor der Sprengung lag die Detektionsrate pro Station durchschnittlich bei 6,7-10,8 % DP10M/Stunde, während der Stunde der Sprengung bei 0,0-8,1 % DP10M/Stunde und 12 Stunden nach der Sprengung bei 13,8-18,5 % DP10M/Stunde (je Mittelwert pro Station). Die Ergebnisse weisen auf ein kurzzeitiges Minimum der Detektionsraten im Zuge der Vorbereitungen der Sprengung hin (erhöhter Schiffsverkehr, Vergrämung etc.), da die Detektionsraten oft schon kurz vor der Sprengung ein temporäres Minimum erreichten. Dies war vor allem an der Station TWB1 deutlich. Nach den Sprengungen lagen binnen kurzer Zeit wieder höhere Detektionsraten vor.

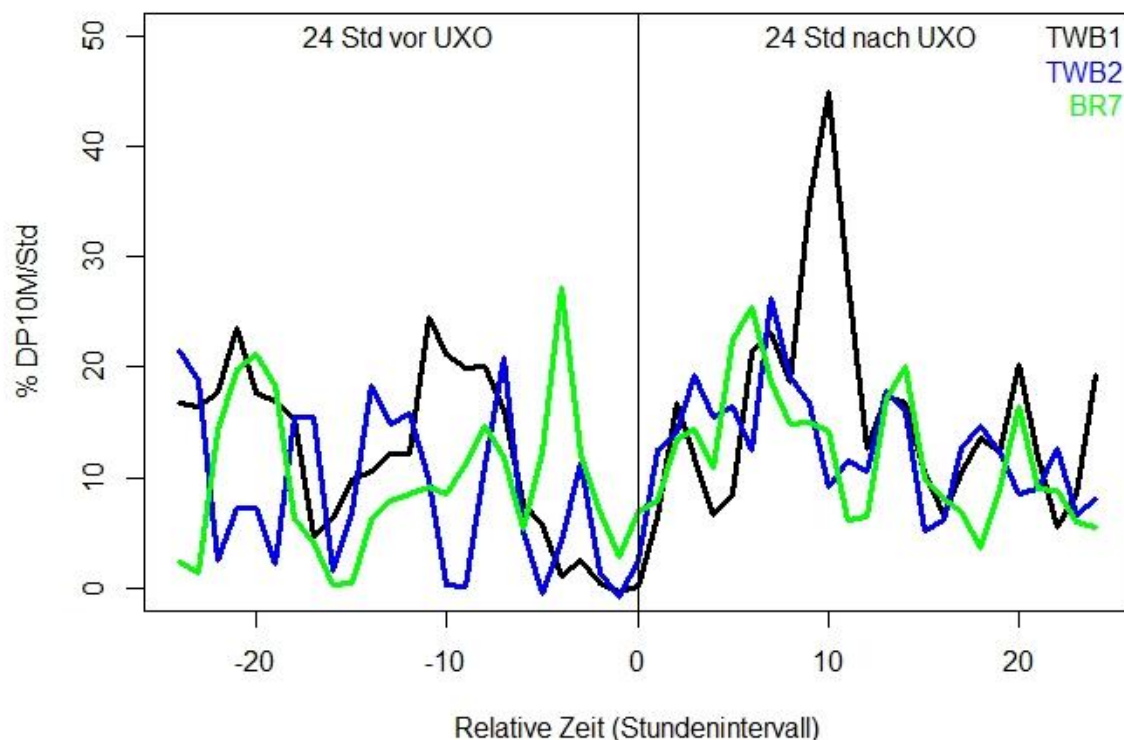


Abb. 4.42 Detektionsraten (in % DP10M/h-Intervall) vor, während und nach der UXO-Sprengung im OWP ,Trianel Windpark Borkum - Phase II' (von -24 bis +24 Stunden auf der x-Achse) pro Station (gleitender Mittelwert, spar = 0,2).

4.3.5 Verlauf der Detektionsraten im Zeitraum 2014 bis 2018

Vergleich des saisonalen Verlaufs

Im Folgenden wurde zunächst die Saisonalität der akustischen Aktivität von Schweinswalen für die Jahre 2014 bis 2018 miteinander verglichen. Dieser saisonale Verlauf an den acht POD-Stationen zeigte im Vergleich der Jahre große Ähnlichkeiten pro Station auf. Das gilt vor allem für die POD-Stationen, die sich innerhalb des FFH-Gebiets ,Borkum Riffgrund' befinden (Abb. 4.43). Sowohl die POD-Station BR2 im Südosten des FFH-Gebiets als auch die POD-Station BR8 im Nordwesten des FFH-Gebietes zeigten in allen fünf Jahren ein Peak in den Winter- und Sommermonaten, dazwischen im Frühjahr und im Herbst fielen die Detektionsraten deutlich ab. An der POD-Station BR1 im Westen des FFH-Gebietes zeigte die Saisonalität der Detektionsraten im Vergleich der fünf Untersuchungsjahre einen zum Teil nahezu parallelen Verlauf mit einem Maximum im Winter, einem Absinken im Laufe des Frühjahres, gefolgt von einem Anstieg ab den Sommermonaten. Eine Besonderheit stellte das Frühjahr 2017 dar. Im Vergleich zu den Frühjahrswerten von 2014 bis 2016 und 2018 lagen die April-Werte in 2017 an der BR8, BR1 und BR7 deutlich höher. An der POD-Station BR2 im Südosten des FFH-Gebietes zeigte der saisonale Verlauf der Detektionsraten in 2014 bis 2018 die größten Ähnlichkeiten auf. In den fünf Jahren lassen sich zwei deutliche Maxima jeweils im Winter und Sommer und ein deutliches Minimum im Frühjahr feststellen, ähnlich wie es für die Stationen BR1 und BR8 der Fall war. Die Werte sind dabei vor allem im Sommer im Vergleich zu den beiden anderen Stationen im FFH-Gebiet wesentlich höher. Abgesehen davon, dass der Sommerpeak an BR2 in seiner Höhe leicht variierte, war die Phänologie in den fünf Jahren nahezu identisch. Die Höhe des Sommerpeaks war dabei in 2016 und 2017 am höchsten.

An den übrigen fünf POD-Stationen BR3, BR4, BR5, BR6 und BR7 außerhalb des FFH-Gebietes zeigte sich zum Teil auch eine ähnliche Saisonalität der Detektionsraten von 2014 bis 2018, die aber im Vergleich stärkeren, jährlichen Schwankungen zu unterliegen schienen (Abb. 4.43). An der POD-Station BR7 wurde 2017 ebenfalls ein Peak im April festgestellt. Des Weiteren wurde im Sommer an den POD-Stationen BR7 und BR4 ebenfalls ein temporärer Peak detektiert, der aber schwächer ausfiel als der Sommerpeak an der BR2 und BR8. Allerdings war dies nicht in allen Jahren der Fall. So zeigte die akustische Aktivität an BR7 im Vergleich der Jahre zwar ein relativ ähnliches saisonales Muster, doch blieb der Sommerpeak in 2015, 2017 und 2018 weitestgehend aus. Dies war an BR4 in 2016 der Fall, wo die Detektionsraten von Beginn des Jahres an bis in den Herbst kontinuierlich sanken. An der Station BR5 wurde nach maximalen Werten im Winter hingegen in 2015, 2016, 2017 und 2018 ein Minimum auch über den Sommer hinweg deutlich, wobei in 2014 dort wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen war. Bei BR6 war auffällig, dass im Gegensatz zu 2014 und 2015 in 2016, 2017 und 2018 im Frühjahr ein ausgeprägtes Maximum der akustischen Aktivität vorlag, gefolgt von einem Minimum im Sommer.

Ein Einfluss der Rammarbeiten in den OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘ (21.01. bis 28.07.2014), ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ (14.04. bis 13.09.2015) sowie ‚Nordsee One‘ (14.12.2015 bis 07.05.2016), ‚Merkur Offshore‘ (24.04. bis 07.07.2017), ‚Borkum Riffgrund 2‘ (05.03. bis 25.05.2018) und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ (28.06. bis 26.11.2018) auf den generellen, saisonalen Verlauf der Detektionsraten in den fünf Untersuchungsjahren ist optisch nicht erkennbar. Es gibt an keiner Station eine eindeutige Reduktion der Detektionsraten über den Verlauf der Rammarbeiten in bestimmten Windparks hinweg.

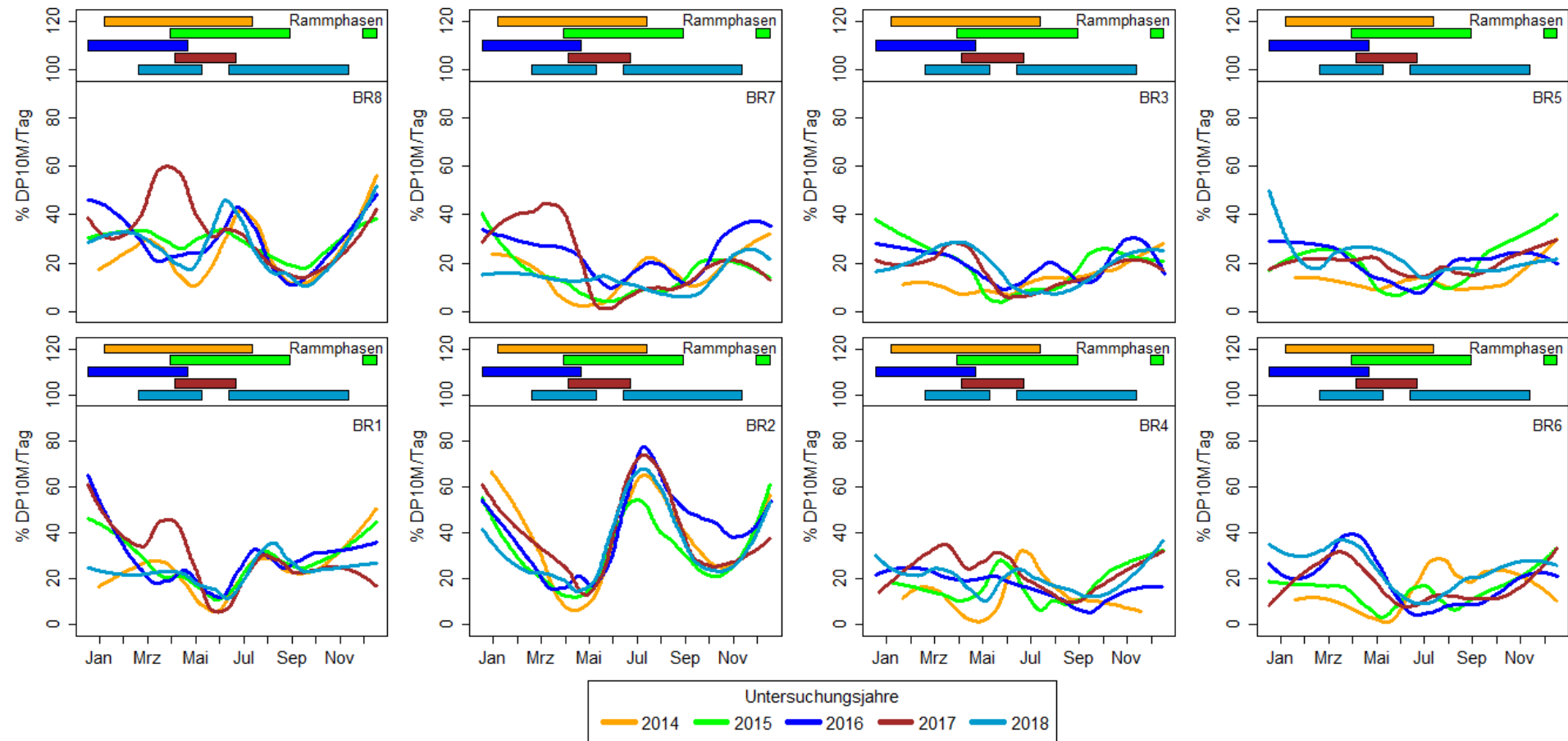


Abb. 4.43 Detektionsraten von Schweinswalen (in % DP10M/Tag) im Jahresverlauf an den POD-Stationen BR1 bis BR8 in den Jahren 2014 (orange), 2015 (grün), 2016 (blau), 2017 (braun) und 2018 (hellblau). Dargestellt (als Linie) sind die gleitenden Mittelwerte pro Untersuchungsjahr (LOESS-Regression, span = 0,4). Die Rammphasen der OWPs ,Borkum Riffgrund 1', ,Gode Wind 01' und ,Gode Wind 02', ,Nordsee One', ,Merkur Offshore', ,Borkum Riffgrund 2' sowie ,Trianel Windpark Borkum – Phase II' in den jeweiligen Jahren (2014: orange, 2015: grün, 2016: blau, 2017: braun, 2018: hellblau) sind als Balken dargestellt.

Zeitreihenanalyse (Seasonal-Trend-Decomposition Analyse)

Mit einer Zeitreihenanalyse lässt sich über den Zeitraum von fünf Jahren die Trendentwicklung mit täglichen Schweinswal-Detektionsraten für die POD-Stationen darstellen. Die Daten der Stationen innerhalb bzw. jener außerhalb des FFH-Gebiets ‚Borkum Riffgrund‘ wurden jeweils zusammengefasst betrachtet. Mehrjährige Trends und phänologische Muster wurden dabei optisch in Zusammenhang mit den Bauphasen der einzelnen OWPs gesetzt. Dabei bestätigt die Zeitreihenanalyse die zuvor beschriebenen Ergebnisse zum Verlauf der Detektionsraten zwischen 2014 und 2018.

Der Trend der Detektionsraten an den drei im Schutzgebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ ausgebrachten POD-Stationen (BR1, BR2 und BR8) unterlag Schwankungen zwischen den Jahren 2014 und 2018. Von 2014 bis Anfang 2017 ließ sich eine leichte Steigerung der Detektionsraten feststellen. Von 2017 bis Anfang 2018 war eine leichte Abnahme der Detektionsraten zu erkennen. Danach pendelte sich die akustische Aktivität wieder auf die Werte aus den Jahren 2015 bis 2016 ein (Abb. 4.44). Abnahmen der Detektionsraten waren mit Beginn der Rammarbeiten der OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Nordsee One‘, ‚Merkur Offshore‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ zu beobachten, die bei allen OWPs aber noch während des Verlaufs der Rammarbeiten wieder anstiegen. Beim OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ war mit Beginn der Rammarbeiten eine leichte Zunahme der Detektionsraten zu erkennen.

An den fünf POD-Stationen außerhalb des FFH-Gebietes, BR3 bis BR7, zeigte sich über die fünf Jahre hinweg kein ausgeprägter Trend, wobei es zwischenzeitlich zu deutlichen Schwankungen kam. Es gab an den Stationen sowohl zweitweise Reduktionen als auch Steigerungen der Detektionsraten im Verlauf der jeweiligen Rammphasen. Bei den OWPs ‚Borkum Riffgrund 1‘ und ‚Merkur Offshore‘ war ein Rückgang der Detektionsraten mit Einsetzen der Rammarbeiten zu sehen, die beim OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ noch während der Rammphase wieder anstiegen, wohingegen während der Rammphase des OWP ‚Merkur Offshore‘ kein Anstieg verzeichnet wurde.

Es ist zu berücksichtigen, dass die äußeren Endbereiche der Trendkurven methodenbedingt jahreszeitlich beeinflusst sind, da die Loess-Mittelung hier zunehmend nur über eine Seite der Kurve erfolgen kann. Daher ist eine Interpretation dieser Zeiträume nur eingeschränkt möglich.

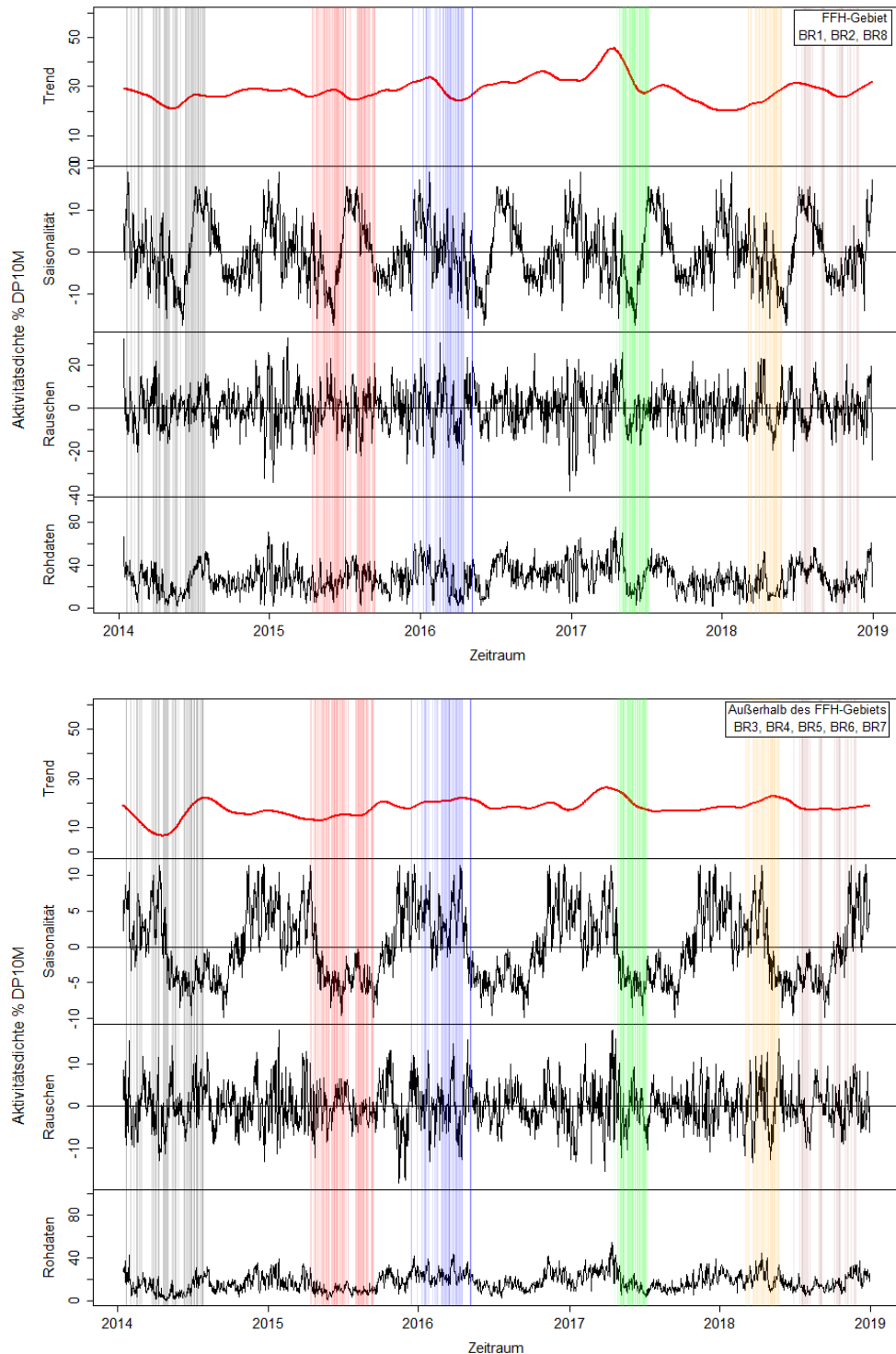


Abb. 4.44 Zeitreihen/Trendanalyse 2014 bis 2018 der Detektionsraten an den POD-Stationen innerhalb des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ BR1, BR2, BR8 (oben) und an jenen außerhalb dieses Gebietes BR3 bis BR7 (unten) je mit Darstellung des Langzeittrends (rot, oben), der saisonalen Komponente (zweite von oben), des Restrauschens (zweite von unten) und der Rohdaten (unten). Die Schwankungen des saisonalen Musters und des Rauschens sind um einen Mittelwert von Null, der Trend und die Rohdaten in absoluten Werten angezeigt. Die farbigen Balken zeigen Tage mit Rammungen der sechs Windparks (grau = ‚Borkum Riffgrund 1‘, rot = ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘, blau = ‚Nordsee One‘, grün = ‚Merkur‘, gelb = ‚Borkum Riffgrund 2‘, braun = ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘) an. **Hinweis:** Die äußeren Endbereiche der Trendkurven sind methodenbedingt jahreszeitlich beeinflusst, da die Loess-Mittelung hier zunehmend nur über eine Seite der Kurve erfolgen kann.

4.3.6 Bootssonare

Neben den Klicklauten der Schweinswale zeichnen die C-PODs auch Bootssonare auf. Bootssonare werden im Folgenden, ähnlich wie bei den Schweinswalen, in Sonarpositiven 10 Minuten pro Tag (% SP10M/Tag) angegeben. So entspricht ein 10-Minutenabschnitt, in dem ein Bootssonar detektiert wurde, einer positiven SP10M. Im Jahr 2018 wurden im Untersuchungsgebiet an den acht POD-Stationen 0,7 % SP10M/Tag und an den neun Einzel-PODs 2,1 % SP10M/Tag aufgezeichnet. Es ließ sich ein Zusammenhang zwischen der Lage der C-PODs inner- bzw. außerhalb von OWPs feststellen (Tab. 4.14).

Tab. 4.14 Übersicht der von den C-PODs registrierten Bootssonaren als Anteil Sonarpositiver 10-Minuten Blöcke pro Tag (% SP10M/Tag) von Januar bis Dezember 2018 an den POD-Stationen (die Werte der drei Unterstationen pro POD-Station werden hier im Mittel pro Station dargestellt) und an den Einzel-PODs mit Angabe der Lage im Untersuchungsgebiet (Außerhalb = Außerhalb eines OWP, OWP = Innerhalb eines OWP, OWP + Baunähe = Innerhalb eines OWP und in der räumlichen Nähe zu einem OWP, der sich im Bau befindet).

Station	Zeitraum	% SP10M/Tag	Lage
POD-Stationen			
BR1	Jan. – Dez. 2018	0,7	Außerhalb
BR2		0,5	Außerhalb
BR3		0,2	Außerhalb
BR4		0,5	Außerhalb
BR5		0,5	Außerhalb
BR6		0,3	Außerhalb
BR7		2,6	OWP + Baunähe
BR8		0,3	Außerhalb
Gesamt	Jan. – Dez. 2018	0,7	-
Einzel-PODs			
BKR1	Jan. – Dez. 2018	1,9	OWP + Baunähe
BKR2		2,9	OWP + Baunähe
BKR3		2,4	OWP + Baunähe
GW1		1,1	OWP
GW2		0,8	OWP
GW3		1,6	OWP
GW4		1,4	OWP
TWB1		5,2	OWP + Baunähe
TWB2		2,2	OWP + Baunähe
Gesamt	Jan. – Dez. 2018	2,1	-

An den C-PODs außerhalb der OWP-Flächen (POD-Stationen BR1-6, BR8) wurden Sonarsignale durchschnittlich mit einer Rate von 0,4 % SP10M/Tag detektiert. Dabei schwankten die Sonar-Detektionsraten pro Station insgesamt im Mittel zwischen 0,2 % SP10M/Tag an BR3 und 0,7 % SP10M/Tag an BR1. Innerhalb der OWPs in Betrieb zeichneten die C-PODs (BR7, BKR1-3,

TWB1-2, GW1-4) an insgesamt 2,2 % SP10M/Tag Sonare auf. Betrachtet man nur jene C-PODs, welche sich innerhalb einer OWP-Fläche und gleichzeitig in der Nähe eines OWPs im Bau befanden (BKR1-3, TWB1-2, BR7), waren es insgesamt im Mittel 2,8 % SP10M/Tag. Dabei wurden an GW1-4 zwischen 0,8-1,6 % SP10M/Tag (OWP-Flächen ‚Godewind 1 und 2‘), an TWB1-2 und BR7 (OWP-Fläche ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘) zwischen 2,2 und 5,2 % SP10M/Tag und an BKR1-3 (OWP-Fläche ‚Borkum Riffgrund 1‘) 1,9-2,9 % SP10M/Tag aufgezeichnet (Tab. 4.14). Die Detektionsraten von Bootssonaren lagen insgesamt innerhalb der OWP-Flächen in einem signifikant höheren Bereich als jene außerhalb der OWPs (Mann-Whitney $p < 0,001$). Befanden sich die C-PODs innerhalb eines OWP und zudem gleichzeitig in der Nähe eines weiteren OWP im Bau konnten wiederum höhere Detektionsraten nachgewiesen werden. Statistisch signifikante Unterschiede ergaben sich für die Sonar-Detektionsraten außerhalb eines OWPs im Vergleich zu jenen innerhalb eines OWPs, in dessen Nähe zudem gebaut wird (Mann-Whitney $p < 0,001$) und zwischen OWPs, in deren Nähe gerade nicht gebaut wird, und jenen mit Baunähe ($p < 0,001$). Zwischen den Werten außerhalb eines OWPs und den OWPs, in deren Nähe sich kein weiterer OWP in Bauphase befand, wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt ($p = 0,18$). Die Ergebnisse deuten insgesamt auf den gesteigerten Schiffsverkehr (Wartungs- und Bauschiffe etc.) innerhalb der OWPs, vor allem jenen in der Bauphase, hin.

4.4 Vergleichbarkeit von PAM und Flugtransekt-Erfassungen

Bei dem Vergleich der Detektionsraten (% DP10M/Tag) des Passiv akustischen Monitorings (PAM) an Tagen mit Flugtransekt-Erfassungen und der auf den Flugtransekt-Erfassungen basierend berechneten Schweinswaldichten im Umkreis von 5 km um die jeweiligen POD-Stationen bzw. Einzel-PODs im Zeitraum von 2014 bis 2018 zeigt sich eine signifikante Korrelation der beiden Datensätze (Kendall-Korrelationstest: $p < 0,001$). Es zeigt sich ein Anstieg von einer mittleren Detektionsrate von 12,6 % DP10M/Tag, sofern am Flugtag kein Schweinswal im Umkreis von 5 km um die POD-Station bzw. den Einzel-POD registriert wurde, bis hin zu 37,6 % DP10M/Tag, wenn Dichten über 1,5 Ind./km² im Umkreis von 5 km berechnet wurden (Abb. 4.45).

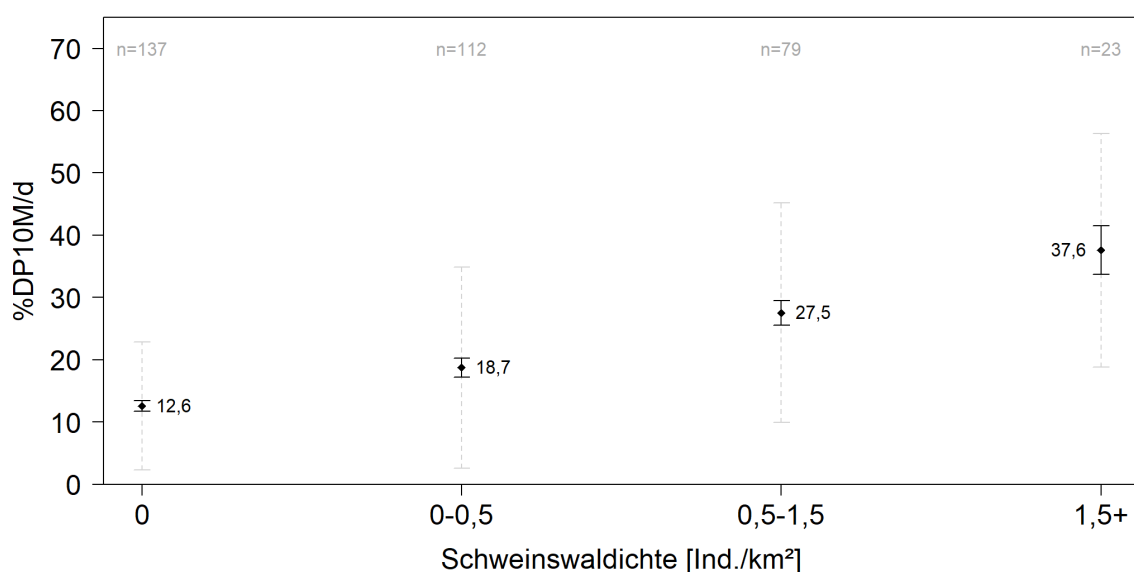


Abb. 4.45 Vergleich von Detektionsraten in % DP10M/d an Tagen mit Flugtransekt-Erfassungen und Schweinswaldichten im Umkreis bis zu 5 km Distanz zur jeweiligen POD-Station bzw. Einzel-POD; grau: Standardabweichung; schwarz: Mittelwert mit Standardfehler; n: Anzahl Datensätze in der jeweiligen Klasse.

Trotz der guten Übereinstimmung der beiden Datensätze lassen sich die Detektionsraten der C-PODs nicht so einfach in Schweinswaldichten umrechnen, da verschiedene Faktoren, wie z. B. die effektive Detektionsflächen (EDA: effective distance area) der Geräte, nicht bekannt sind (Kyhn et al. 2012, Jacobson et al. 2017). Auch würde die hohe Variabilität in den Daten eine präzise Dichteberechnung erschweren. Der Vergleich zeigt jedoch, dass beide Methoden die Schweinswalpräsenz im Untersuchungsgebiet gut widerspiegeln und sich mit ihren jeweiligen Vorteilen, der hohen zeitlichen (C-POD) und räumlichen Auflösung (Flugtransekt-Erfassung), gut ergänzen.

Es ist auf den ersten Blick ein Widerspruch, dass einzelne POD-Stationen eine ausgeprägte Phänologie aufweisen, während dessen die Schweinswaldichten der Flugtransekt-Erfassungen kein deutliches Muster erkennen lassen. Das liegt vor allem daran, dass bei den POD-Daten einzelne Positionen betrachtet werden und bei den Flugtransekt-Erfassungen ein Gebiet von ca. 3.813 km². Besonders die POD-Stationen BR1, BR2 und BR8, die sich alle im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ befinden, zeigen eine besonders ausgeprägte Phänologie mit teilweise jährlich exakt gleichem

Verlauf. Basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen gibt Abb. 4.46 die mittleren Schweinswaldichten (Ind./km²) pro Monat der Jahre 2014 bis 2018 innerhalb des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ wieder. Es wird deutlich, dass sich in diesem räumlich begrenzten Gebiet ein klareres Bild zeigt. Auch wenn die Schweinswaldichten in den einzelnen Monaten, auch auf das Gebiet des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ begrenzt, immer noch sehr variabel sind, zeigt sich doch eine deutliche Phänologie mit hohen Schweinswaldichten im Februar und März, niedrigen Werten im Rest des Frühjahrs und wieder höheren Werten im Sommer (Juni, Juli), die der Phänologie der POD-Stationen BR1, BR2 und BR8 ähnelt.

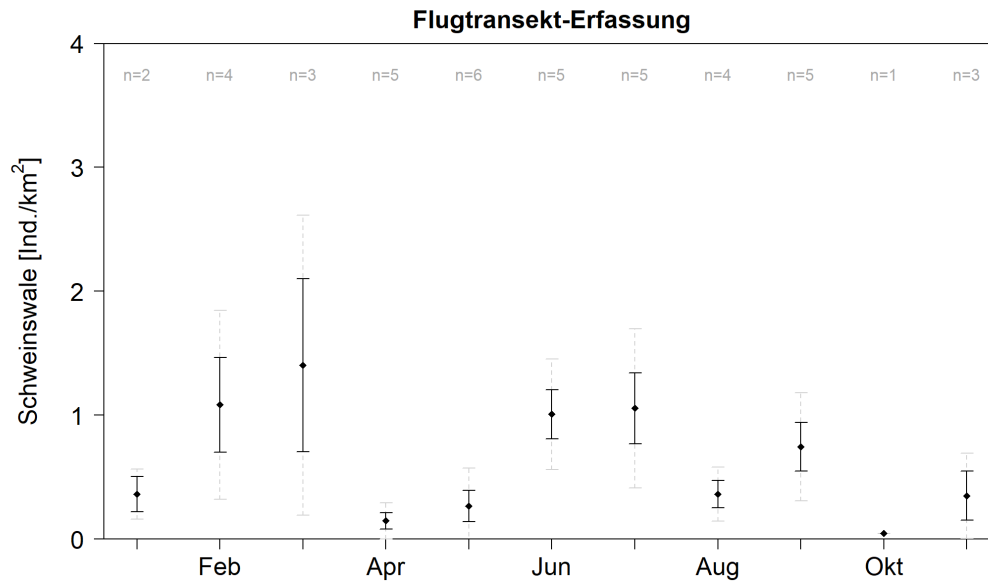


Abb. 4.46 Mittlere Schweinswaldichten im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ aller Flüge der Jahre 2014 bis 2018 pro Monat; grau: Standardabweichung; schwarz: Mittelwert mit Standardfehler; n: Anzahl Flüge pro Monat.

5 DISKUSSION

5.1 Schweinswalvorkommen in der südlichen Nordsee (Literatur)

Die Verbreitung und das Vorkommen von Schweinswalen in verschiedenen Teilbereichen der südlichen Nordsee ist in unterschiedlichen Studien beschrieben worden. Hierzu zählen die Minos-Projekte (Gilles et al. 2007a) und das BfN-Monitoring (Gilles & Siebert 2010, Gilles et al. 2011, 2013, 2014b, Viquerat et al. 2015, Fais et al. 2016, ICES 2018, 2019) für das ‚Stratum D‘, unterteilt in Stratum D_West und D_Ost‘, beziehungsweise seit 2018 für das ‚Stratum F – Borkum Riffgrund‘ und ‚Stratum E – Weser-Elbe-Ästuar‘, in der südlichen deutschen Bucht (vgl. Abb. 5.1) sowie die ökologischen Begleituntersuchungen im Testfeld ‚alpha ventus‘ (BioConsult SH & IfAÖ 2014). In der südlichen Nordsee erhöhte sich das Vorkommen der Schweinswale seit den 90er-Jahren stark (Thomsen et al. 2006, Gilles et al. 2009, Haelters et al. 2010, Camphuysen 2011).

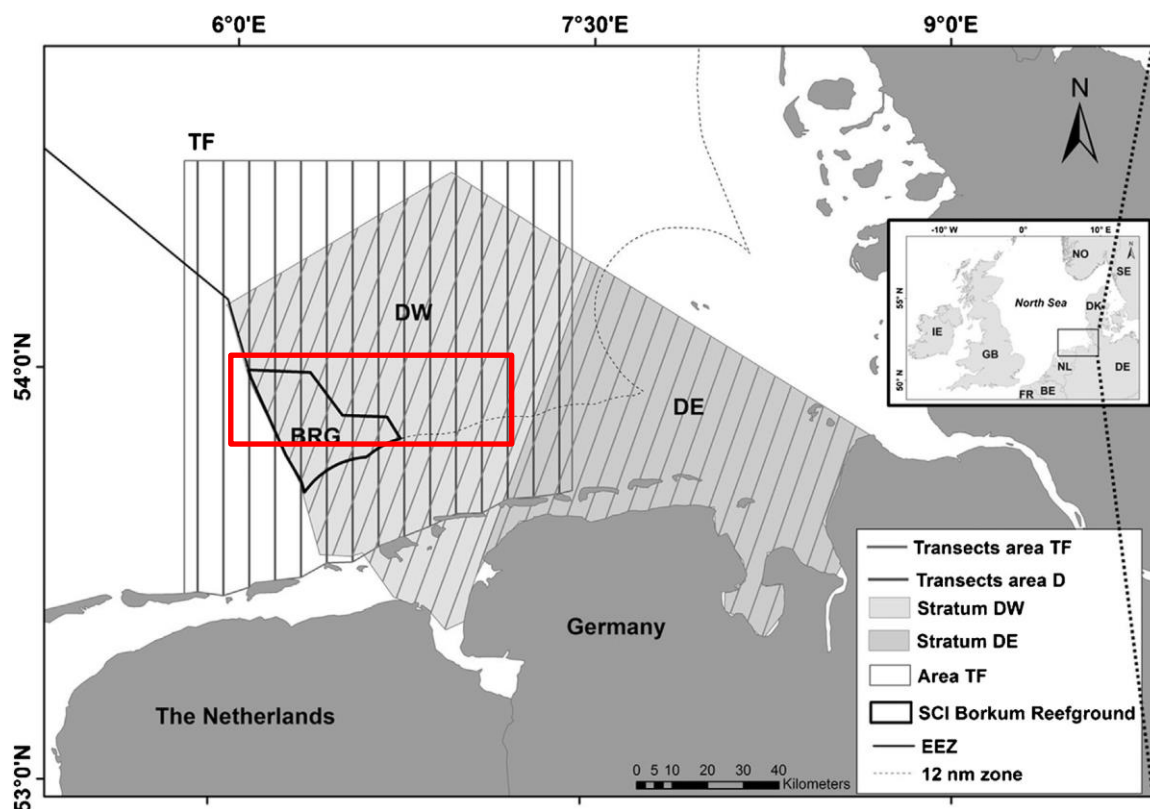


Abb. 5.1 Untersuchungsgebiete des BfN-Monitorings (Peschko et al. 2016); DE = Stratum D_Ost, DW = Stratum D_West. Der rote Kasten gibt die ungefähre Lage des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ an.

Im Zeitraum von 2002 bis 2013 wurde im ‚Stratum D‘ eine generelle Bestandszunahme festgestellt, signifikant war diese allerdings nur für das ‚Stratum D_West‘ (Peschko et al. 2016). Eine Trendanalyse (Markov Chain Monte Carlo Methode; MCMC) dieser Daten bestätigte diese Beobachtung. Die Analyse zeigt einen signifikant positiven Trend und eine insgesamt ansteigende Schweinswalpopulation, insbesondere im westlichen Teil der südlichen Deutschen Bucht, der besonders deutlich ab 2007 zu erkennen war. Ein Konzentrationsgebiet wurde im westlichen Gebiet, in dem das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ liegt, ausgewiesen. Die höchsten Dichten wurden dabei im Frühjahr und im Sommer beobachtet, wobei keine Winterdaten in die Analyse eingegangen

sind. Für das Gebiet ‚D_Ost‘ waren über die Jahre 2002 bis 2013 die Werte relativ konstant (Peschko et al. 2016, vgl. Abb. 5.2). BioConsult SH et al. (2016) zeigten mittels C-PODs und Flugsurveys erhobener Daten ebenfalls einen positiven Trend in der Bestandsentwicklung zwischen 2009/2010 - 2013 für das Gebiet nördlich von Borkum. Gilles et al. (2019) beschreiben ab 2012 allerdings schwankende Werte für den westlichen Teil der südlichen Nordsee, wobei kein eindeutiger Trend mehr auszumachen ist. Jedoch entwickelt sich in den letzten Jahren der Trend für das östliche Gebiet dafür positiv.

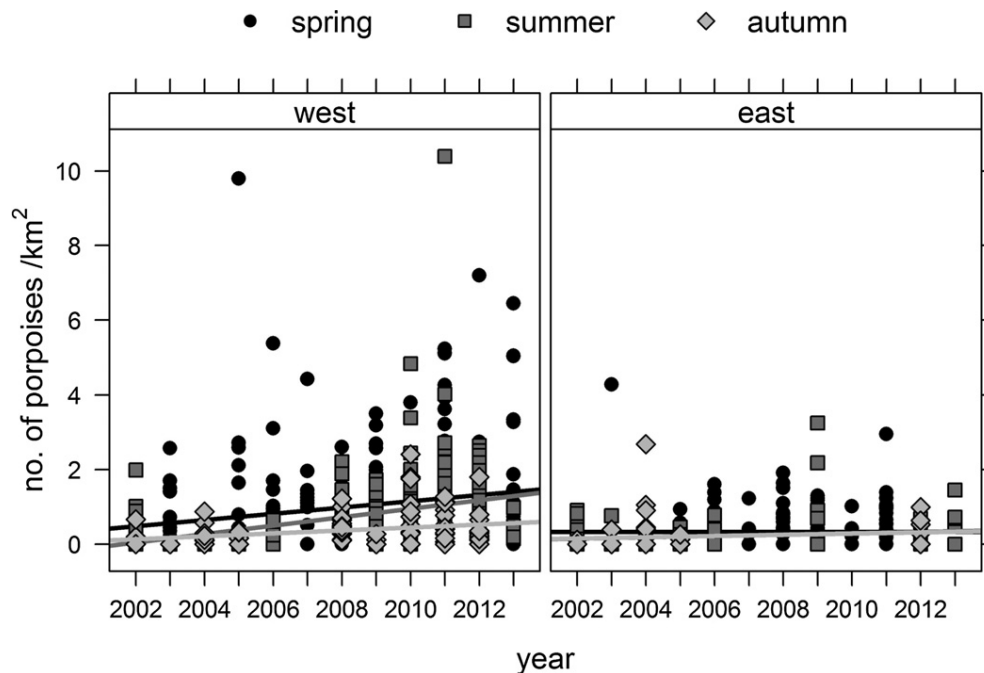


Abb. 5.2 Entwicklung der Schweinswalldichte (Anzahl Schweinswale / km² pro Transekt) im Stratum ‚D-West‘ und ‚D-Ost‘ zwischen 2002 und 2013 aus Peschko et al. (2016). Differenzierung nach Saison: schwarz=Frühjahr, grau= Sommer, hellgrau=Herbst.

Auch an der niederländischen Küste kam es seit den 90er-Jahren zu einer ausgeprägten Zunahme des Schweinswalbestandes (Camphuysen 2004, 2011, Geelhoed et al. 2013). Zwischen 1990 und 2003 stieg die Schweinswalldichte stark an (Wachstumsrate 41 % in 13 Jahren) und auch zwischen 2005 und 2011 wurde ein weiterhin positiver Trend beobachtet (Camphuysen 2011, Galatius et al. 2015). Geelhoed et al. (2013) stellten dabei zum Teil hohe Dichten von 1,44 Ind./km² im März 2011 fest. Im Teilgebiet ‚C‘, welches direkt an das Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ anschließt, wurden dabei die höchsten Werte von 2,98 Ind./km² im März 2011 aufgezeigt. Für März 2012 und 2013 wurden Dichten von 0,94 bzw. 0,59 Ind./km² festgestellt. Im Juli 2014 und 2015 lagen die Dichten bei 1,83 bzw. 0,44 Ind./km² (Geelhoed et al. 2013, 2014, 2015). Für 2017 und 2018 wurden für das Gebiet ‚C‘ Dichten von 0,53 Ind./km² bzw. 1,38 Ind./km² berechnet (Geelhoed & Scheidat 2018, ICES 2019), wobei in 2017 Schweinswale im östlichen Teil des ‚Teilgebietes C‘ praktisch nicht vorhanden waren. Zwischen 2012 und 2018 war für die niederländischen Gewässer insgesamt als auch für die verschiedenen Teilgebiete kein Trend mehr festzustellen. Für die belgische Küste wurden für 2018 Dichten von 0,6 bis 5,7 Ind./km² gemeldet (2017: 0,35 bis 1,7 Ind./km²), dabei wurde die außerordentlich hohe Dichte von 5,7 Ind./km² im April 2018 festgestellt. Die Anzahl der gestrandeten Tiere lag für Belgien in 2018 mit 89 Individuen im Durchschnitt der letzten Jahre (im Vorjahr 93 Tiere). Für die Niederlande wurde mit 468 gestrandeten Tieren der geringste Wert der letzten zehn Jahre festgestellt (ICES 2018, 2019). Auch Gilles et al. (2016) stellten für 2005 bis

2013 erhöhte Schweinswaldichten im Frühjahr entlang der niederländischen und belgischen Küsten fest.

Möglicherweise ist der zuvor beschriebene Anstieg der Schweinswaldichten in der süd-westlichen Nordsee durch nahrungsbedingte Bestandsverlagerungen aus der nördlichen Nordsee (v.a. Schottland) begründet, wo im Gegenzug abnehmende Bestände registriert wurden (Hammond et al. 2013). Dies wurde im Rahmen der beiden großflächigen SCANS-Untersuchungen in 1994 und 2005 gezeigt (Hammond et al. 2013 vgl. Abb. 5.3). Die neuesten Untersuchungen für 2016 durch Scans III zeigen ähnliche Verteilungen für Schweinswale wie 2005 auf (Hammond et al. 2017).

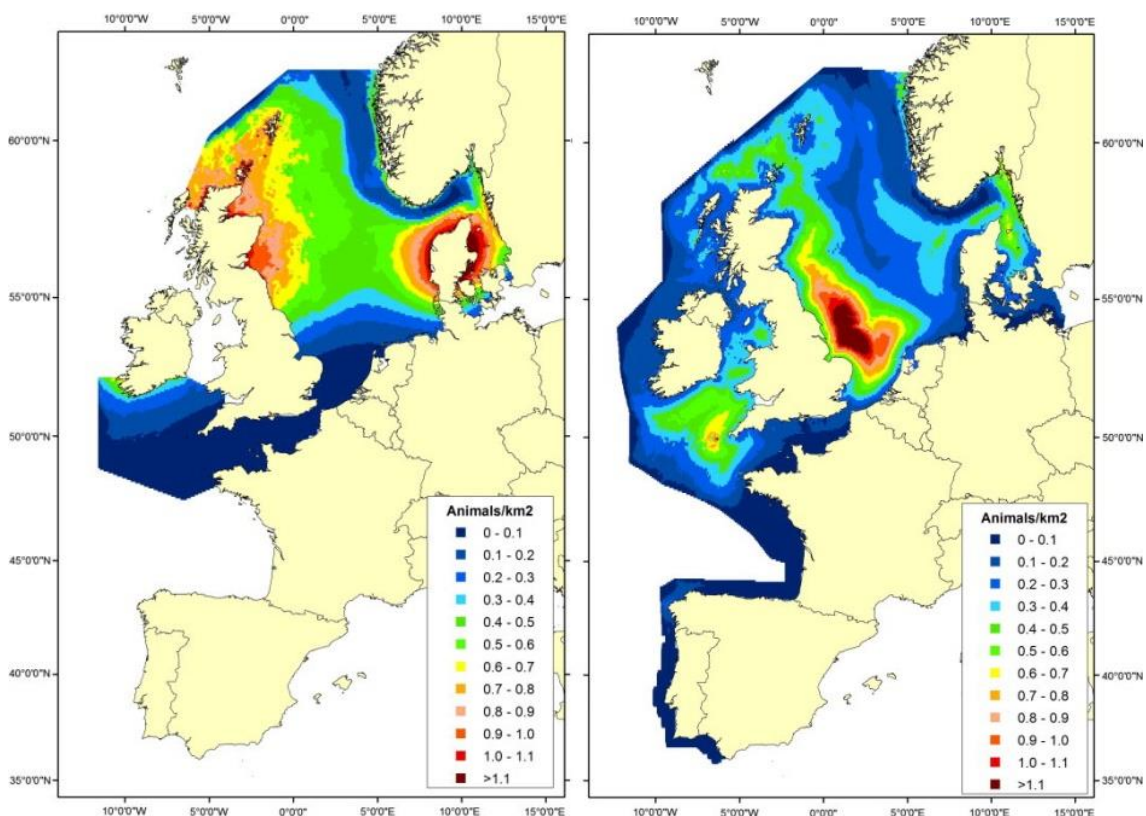


Abb. 5.3 Schweinswalverbreitung in der Nordsee und angrenzenden Gebieten nach den SCANS-Surveys 1994 (links) und 2005 (rechts) (Hammond et al. 2013).

In Tab. 5.1 sind die erfassten Schweinswaldichten während verschiedener Flugzählungen für das ‚Stratum D‘ und anderer relevanter Gebiete in der Nähe des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ zwischen 2002 und 2018 zusammengefasst. Insgesamt ist das Gebiet durch eine jahreszeitlich stark schwankende Bestandsdichte gekennzeichnet.

Tab. 5.1 Übersicht über aktuelle Fluguntersuchungen zu Schweinswaldichte im Bereich des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ zwischen 2002 und 2018.

Gebiet	Zeitraum	Dichte Ind./km ²	Quelle
MINOS Stratum D	Juni & Okt. 2002	0,08 – 0,32	(Gilles et al. 2007a)
Ostfriesland	Feb. – Okt. 2003	0,39 – 1,00	(Thomsen et al. 2006)
Ostfriesland	Feb. – Juli 2004	0,38 – 1,62	(Thomsen et al. 2006)
MINOS Stratum D	Sep. & Nov. 2004	0,27 – 0,43	(Gilles et al. 2007a)
MINOS Stratum D	Mai – Nov. 2005	0,08 – 1,07	(Gilles et al. 2007a)
MINOS Stratum D	Apr. – Mai 2006	0,55 – 1,46	(Gilles et al. 2007a)
Wattenmeer-Monitoring Stratum NDS_West & Ost	Apr. – Mai 2008	W= 0,46 – 1,06 O= 0,34 – 0,40	(Gilles & Siebert 2008)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2008	0,11 – 2,64	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	März – Apr. 2009	W= 0,75 – 0,98 O= 0,26 – 0,79	(Gilles & Siebert 2010)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	Juli 2009	W= 0,58 O= 0,67	(Gilles & Siebert 2010)
StUK+ Monitoring Testfeld „alpha ventus“	Apr. – Aug. 2009	0,43 – 1,15	(BSH 2010)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2009	0,15 – 1,99	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
StUK+ Monitoring Testfeld „alpha ventus“	Mai – Okt. 2010	0,78 – 1,49	(BSH 2012a)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2010	0,02 – 2,39	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
StUK+ Monitoring Testfeld „alpha ventus“	Apr. – Sep. 2011	0,66 – 1,78	(BSH 2012a)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	März & Mai 2011	W= 1,48 – 2,29 O= 0,44 – 0,55	(Gilles et al. 2011)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2011	0,03 – 3,15	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	Mai – Aug. 2012	W= 0,78 – 1,88 O= 0,18 – 0,29	(Gilles et al. 2013)
StUK+ Monitoring Testfeld „alpha ventus“	Juni 2012	1,35	(BSH 2013a)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2012	0,12 – 2,45	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	Apr. – Juni 2013	W= 0,47 – 1,07 O= 0,21	(Gilles et al. 2014a)
„alpha ventus“ Umweltmonitoring	2013	0,29 – 0,43	(BioConsult SH & IfAÖ 2014)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	März – April 2014	W= 0,57 O= 0,44	(Viquerat et al. 2015)
BfN-Monitoring Stratum D_West & Ost	Mai 2014	W= 1,05 O= 1,74	(Viquerat et al. 2015)
BfN-Monitoring Stratum D_West	Mai – Aug. 2015	0,25 – 0,38	(Fais et al. 2016)
BfN-Monitoring Stratum D_West	Frühjahr 2016	0,91	(ICES 2018)
BfN-Monitoring Stratum D_West	Sommer 2016	0,95	(ICES 2018)
Stratum F Borkum Riffgrund	Frühjahr 2017	0,47	(ICES 2019)
Stratum F Borkum Riffgrund & Stratum E Weser-Elbe- Ästuar	Frühjahr 2018	W= 0,95 O= 0,75	(ICES 2019)
Stratum E Weser-Elbe- Ästuar	Sommer 2018	0,78	(ICES 2019)

Im ,Stratum D' wurden die höchsten Dichten häufig im Frühjahr festgestellt. Dabei ist bereits in Gilles et al. (2007b) von einem stark geklumpten Vorkommen im Bereich ,Borkum Riffgrund' die Rede. Die höchsten Dichten von 1,07 bis 1,46 Ind./km² wurden im ,Stratum D' im Mai 2005 bzw. April 2006 festgestellt. Auch in Thomsen et al. (2006) finden sich die höchsten Dichtewerte von 1,15 bis 1,62 Ind./km² zwischen März und Mai 2004. Im Wattenmeer-Monitoring (Gilles & Siebert 2008) waren die Dichten im Mai 2008 am höchsten, wobei hohe Dichten von 1,06 Ind./km² nur im westlichen Teil des untersuchten Gebietes festgestellt wurden.

Im Laufe der StUK plus-Flugsurveys wurden hohe Dichten im April 2009 (1,15 Ind./km²), zwischen Mai und Juli 2010 (1,10 – 1,49 Ind./km²), zwischen April und Juli 2011 (1,18 – 1,78 Ind./km²) sowie im Juni 2012 (1,35 Ind./km²) aufgezeigt, was eine ebenfalls gesteigerte Präsenz von Schweinswalen bis in den Sommer hinein anzeigt (Gilles et al. 2011). Die höchsten Dichten wurden im Rahmen des BfN-Monitorings im Jahre 2011 beobachtet, dies aber vor allem für das ,Stratum D_West' mit hohen bis sehr hohen Dichten von 1,48 Ind./km² im März und 2,29 Ind./km² im Mai (Gilles et al. 2011). Dort wurden in den Folgejahren ebenfalls hohe Werte von 1,88 Ind./km² im März 2012 sowie im Mai 2014 von 1,05 Ind./km² festgestellt (BSH 2010, Gilles et al. 2011, BSH 2012a, 2013a, Gilles et al. 2013, 2014b). Während im Mai und August 2015 für das ,Stratum D_West' deutlich geringe Dichten aufgezeigt wurden (0,25 bzw. 0,38 Ind./km²; Fais et al. 2016), lagen die Werte in 2016 wieder bei 0,91 Ind./km² im Frühjahr bzw. 0,95 Ind./km² im Sommer 2016. Ähnliche hohe Dichten ergaben sich im Frühjahr 2018 (0,95 Ind./km²) für das ,Stratum F' rund um Borkum Riffgrund (ICES 2018, 2019).

Im östlichen Teilgebiet des ,Stratums D' war diese Saisonalität weniger stark ausgebildet und die Dichten lagen in einem niedrigeren Bereich als jene im Westen. Dort wurden im Frühjahr während des Zeitraumes der BfN-Befliegungen Dichten zwischen 0,21 Ind./km² (Mai 2013) und maximal 1,74 Ind./km² (Mai 2014) festgestellt. Zwischen 2008 und 2012 schwankten dort die Dichten insgesamt zwischen 0,18 Ind./km² im Juli/August 2012 und 0,79 Ind./km² im März 2009 (Gilles et al. 2009, 2011, 2013, 2014b, Gilles & Siebert 2010, Viquerat et al. 2015). In 2018 lagen die Dichten für das ,Stratum E – Weser-Elbe-Ästuar' im Frühling und Sommer auf einem ähnlichen Niveau von 0,75 bzw. 0,78 Ind./km² (ICES 2019). BioConsult & IfAÖ (2014) konnten während der Basisaufnahmen, des Baus sowie des Betriebs von ,alpha ventus' ebenfalls Daten zu Dichte und Phänologie aufnehmen. Die über fünf Jahre (2008–2013) dauernde Untersuchung zeigte, dass es einen deutlichen Dichtegradienten von Osten nach Westen im betreffenden Seegebiet gibt. Hohe Dichten traten insbesondere im westlichen Bereich im und um das FFH-Gebiet ,Borkum Riffgrund' auf und bestimmten die Gesamtdichte des Untersuchungsgebietes. Im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (östlich des OWP ,alpha ventus') ergaben sich nur etwa halb so hohe Dichten (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Phänologie war in beiden Teilgebieten ähnlich. Lokale Maxima mit zumeist hohen Dichten ergaben sich im Frühjahr mit Werten bis zu 3,15 Ind./km² im Mai 2011. Im Sommer schwankten die Werte stärker mit zumeist noch hohen Dichten im Juni (bis zu 2,39 Ind./km² im Juni 2010), die dann im Laufe des Sommers aber auf häufig mittlere bis niedrige Dichten absanken. Nach einem Minimum im Laufe des Herbstes, ergaben sich für November/Dezember zum Teil auch hohe Dichten (Abb. 5.4).

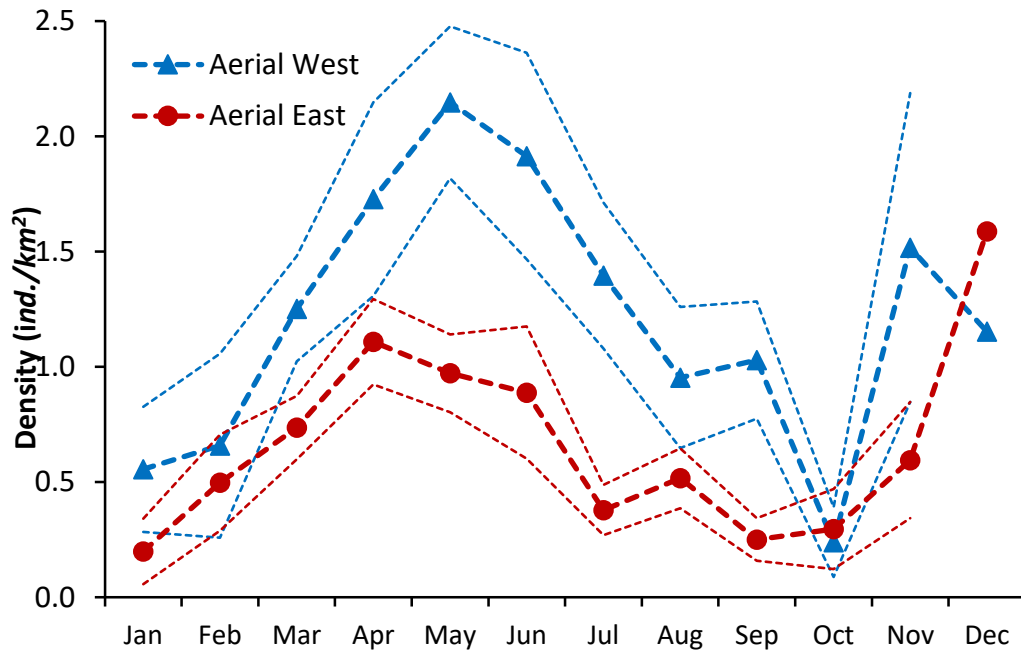


Abb. 5.4 Mittlere monatliche Schweinswaldichte über alle Projektphasen (2008 - 2013) für beide Teilgebiete des Untersuchungsgebietes der Flugtransekt-Erfassungen (Flughöhen: 183 m und 76 m) im Umweltmonitoring von ‚alpha ventus‘ (mit 95-%-Konfidenzintervall für Monate mit mehr als drei Flügen, aus BioConsult & IfAÖ (2014)).

In den Herbstmonaten wurden insgesamt weitaus weniger Zählflüge durchgeführt als im Frühjahr bzw. Sommer; die einzigen Werte für den Winter liefern Thomsen et al. (2006) und BioConsult & IfAÖ (2014). Aktuelle Flugdaten zwischen 2014 und 2018 liegen für das ‚Stratum D‘ bzw. für andere relevante Gebiete rund um Borkum Riffgrund ausschließlich für Frühjahr und Sommer vor. Trotz der geringeren Datenlage ist abzuleiten, dass Schweinswale im Herbst an der ostfriesischen Küste zumeist in geringen bis mittleren Zahlen vorkommen. Während der MINOS-Untersuchungen wurden dabei im ‚Stratum D‘ geringe Dichten zwischen 0,08 Ind./km² (Oktober 2002 und November 2005) und 0,43 Ind./km² im November 2004 sowie während der StUK plus-Surveys mittlere Dichten von 0,78 Ind./km² im Oktober 2010 bzw. 0,66 Ind./km² im September 2011 aufgezeigt (Gilles et al. 2007a, BSH 2012a). Für den Winter wurden je im Februar 2003 und 2004 Werte von 0,75 bis 0,85 Ind./km² beobachtet (Thomsen et al. 2006). Ein Anstieg im Übergang von Herbst zum Winter (November und Dezember) wurde von BioConsult & IfAÖ (2014) bei ‚alpha ventus‘ festgestellt, wobei auch hier die Anzahl der Flüge in dieser Zeit geringer war als im Sommer bzw. Frühjahr (Abb. 5.4). Zwischen 2008 und 2013 wurden dort im Herbst Dichten zwischen 0,11 Ind./km² im Oktober 2010 und 2,45 Ind./km² im November 2012 detektiert. Im Winter wurden Werte zwischen 0,02 Ind./km² im Februar 2010 und 1,31 Ind./km² im Februar 2008 festgestellt. Es ergaben sich dort also auch hohe Dichten im Herbst und Winter, wobei die Werte zumeist im niedrigen und mittleren Bereich angesiedelt waren (BioConsult SH & IfAÖ 2014).

Sichtungen von Kälbern im ‚Stratum D‘ als auch im Testfeld ‚alpha ventus‘ während der Hauptgeburtenperiode (Mai bis Juli) zeigen an, dass das Gebiet ebenfalls zur Reproduktion und Aufzucht genutzt wird (BSH 2010, Gilles & Siebert 2010, Gilles et al. 2011, BSH 2012a, 2013a, Gilles et al. 2013, 2014b). Im Rahmen des Monitoring des OWP ‚alpha ventus‘ aus den Jahren 2008 bis 2012 wurden jährliche Kälberanteile zwischen 8,3 und 12,8 % bei den Sommerflügen (Mai bis Juli) registriert (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Das BfN-Monitoring weist auf einen Kälberanteil zwischen

6,2 % und 10,3 % hin (Gilles & Siebert 2008, Gilles et al. 2013, 2014b, Viquerat et al. 2015). Die genannten Werte entsprechen den Kälberanteilen, die in den Sommermonaten auch in anderen Gebieten der Deutschen Bucht nachgewiesen wurden (Gilles & Siebert 2010, Gilles et al. 2014b). Damit hebt sich das Seegebiet nördlich Borkum hinsichtlich des Kälberanteils nicht von anderen Gebieten in der Deutschen Bucht ab. Die höchsten festgestellten Dichten der MINOS- bzw. BfN-Erfassungen befinden sich zur Hauptgeburtenzeit im Bereich des ‚Sylter Außenriffs‘ (im Mai und Juni z. T. 3,5 bis 5,0 Ind./km²; Gilles et al. 2007b, 2011). Die hohen Dichten in Kombination mit den zu dieser Zeit überall hohen Kälberraten wurden als Begründung herangezogen, um das FFH-Gebiet ‚Sylter Außenriff‘ als spezielles Kalbungsgebiet zu definieren. Durch die im Vergleich dazu geringeren Dichten des ‚Stratums D‘ bzw. dem erweiterten Gebiet in und um ‚Borkum Riffgrund‘ wurde dem FFH-Schutzgebiet ‚Borkum Riffgrund‘ zwar ebenfalls eine hohe Bedeutung für Schweinswale zugeschrieben, jedoch ist das Gebiet nicht als ein besonderes „Aufzuchtgebiet“ definiert.

Die umfangreichsten Daten zu akustischen Untersuchungen im ‚Stratum D‘ sind der Studie von BioConsult & IfAÖ (2014) im Bereich des Testfeldes ‚alpha ventus‘ zu entnehmen. Dabei wurden an zwölf Stationen in einem Zeitraum von insgesamt fünf Jahren (2008 bis 2013) sowohl T- als auch C-PODs eingesetzt, um die Detektionsraten von Schweinswalen im Jahresverlauf und in Reaktion auf Bau- und Betrieb des Windparks zu untersuchen. Insgesamt wurden an 96,8 % der Tage (% DPD) bzw. 17,1 % der 10-Minutenintervalle (% DP10M/Tag) Schweinswale detektiert (BioConsult SH & IfAÖ 2014). In Bezug auf akustische Detektionen wurde die Bedeutung des FFH-Gebietes deutlich. Niedrigere Werte (12,9 % DP10M/Tag) ergaben sich nahe des OWPs ‚alpha ventus‘ während die höchsten Werten im Bereich von ‚Borkum Riffgrund‘ mit durchschnittlich 30,7 % DP10M/Tag festgestellt wurden (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Stationen im Bereich von ‚Borkum Riffgrund‘ waren vor allem durch Peaks im Juni/Juli als auch Dezember gekennzeichnet, wobei auch im März noch zum Teil erhöhte Detektionsraten festzustellen waren. Im Mai/Juni war die akustische Aktivität meist gering. An den übrigen, weiter östlich gelegenen Stationen war die Phänologie deutlich weniger stark ausgeprägt und wies Peaks sowohl im März als auch im November auf. Im Sommer waren dort die Detektionsraten reduziert (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Es wurden jedoch in einzelnen Jahren auch abweichende Muster von den langjährigen Trends festgestellt. So wurden an den östlichen Stationen in 2012 abweichend zu allen anderen Untersuchungsjahren maximale Detektionsraten im Mai und Juni gezeigt.

5.2 Robbenvorkommen in der südlichen Nordsee (Literatur)

Die Bestände von Seehunden und Kegelrobben im Wattenmeer sind im Laufe der letzten Jahrzehnte angestiegen (Galatius et al. 2018, Cremer et al. 2019). Die Populationszahlen wurden anhand von Zählungen der Tiere auf Ruheplätzen erhoben. Ruheplätze sind Sandbänke des Wattenmeeres sowie die Düneninsel vor Helgoland. Das Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ liegt ca. 50 km westlich der Insel Helgoland und 30 km nördlich der Ostfriesischen Inseln. Auf Grundlage von Flugtransekt-Erfassungen wird der Verbreitung von Robben in Offshoregebieten mit zunehmender Küstenentfernung eine abnehmende Bedeutung zugeschrieben (Herr et al. 2009). Seehunde haben ihre Nahrungshabitate jedoch zumeist jenseits der Wattenmeerinseln. Sie jagen dabei in einer Entfernung von 20 bis 40 km, manchmal 70 km von ihren Ruheplätzen (Thompson et al. 1996, Tollit et al. 1998, Adelung et al. 2004, 2007, Cunningham et al. 2009). Zur Zeit der Reproduktion können Kegelrobben ebenfalls zum Teil erhebliche Wanderungen durch-

führen. Auch Beutezüge können in Entfernungen von ca. 40 bis 50 km zum Ruheplatz stattfinden. Zudem scheinen Robben ‚künstliche Riffe‘, wie z. B. WEAs sie darstellen können, potenziell vermehrt während der Jagd zu nutzen, weshalb ein Anstieg der Sichtungen im Bereich von OWPs potenziell möglich wäre (Russell et al. 2014).

Die Verteilung der im Rahmen der MINOS Flugerfassungen zwischen 2002 und 2007 gesichteten Robben zeigt für den Offshorebereich höchste Sichtungsraten westlich der schleswig-holsteinischen Küste. Jedoch wurden auch regelmäßig Robben im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ festgestellt (Herr et al. 2009). Im Rahmen des StUK plus-Monitorings im Testfeld ‚alpha ventus‘ wurden bei Flugsurveys zwischen 2008 und 2013 insgesamt 355 Robben gesichtet (242 Seehunde, 64 Kegelrobber und 49 unbestimmte Robben; BioConsult SH & IfAÖ 2014). Innerhalb des BfN-Monitorings im ‚Stratum D‘ waren es zwischen 2009 und 2015 insgesamt 203 Robben, wobei hier keine Artunterscheidung vorgenommen wurde (Gilles et al. 2009, BSH 2010, Gilles & Siebert 2010, Gilles et al. 2011, BSH 2012a, 2013a, Gilles et al. 2013, 2014b, Viquerat et al. 2015, Fais et al. 2016).

Das Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ liegt in mittelbarer Nähe zu den Liegeplätzen der **Seehunde** vor der niedersächsischen und niederländischen Wattenmeerküste (vgl. Abb. 5.5). Das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ und die umliegenden Gewässer scheinen dabei ganzjährig eine Bedeutung für Seehunde zu haben (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Auch das Monitoring des Nationalparks ‚Niedersächsisches Wattenmeer‘ in 2011, 2012, 2013 und 2015 ergab eine durchgängige Nutzung der Sandbänke durch Seehunde (Abb. 5.5) (NLPV 2011, 2012, 2013, 2015). In 1988 und 2002 dezimierten zwei Staupe-Epidemien den Bestand stark, wobei der Bestandstrend danach wieder einen positiven Verlauf aufwies (Galatius et al. 2018). Im Herbst und Winter 2014 gab es mehrere Totfunde, ausgelöst durch den Influenza-H10N7-Virus. Seit 2012/2013 deuten die Zählungen auf eine Stagnation in der Bestandsentwicklung im Wattenmeer hin (Galatius et al. 2018).

Während des Haarwechsels im August 2018 wurden 2.675 Robben in Dänemark gezählt, 8.058 in Niedersachsen und Hamburg und 6.774 in den Niederlanden (Abb. 5.6; Galatius et al. 2018). Diese Ergebnisse zeigen eine Abnahme in Dänemark (-10 % im Vergleich zu 2017) und eine Zunahme in Niedersachsen und Hamburg (10 % zu 2017) (Galatius et al. 2018). In den Niederlanden konnte 2018 jedoch ein Gebiet aufgrund militärischer Aktivitäten nicht erfasst werden. Zudem konnte durch schlechte Wetterbedingungen am selben Tag keine Zählung in Schleswig-Holstein durchgeführt werden. Für die Niederlande wurden 1.151 Tiere (Zählung aus 2017 aus dem Gebiet) der gezählten Summe hinzugefügt, um eine korrekte Schätzung für den Zeitpunkt des Zählens zu erhalten. Für Schleswig-Holstein wurden die Vorjahreswerte von 8.834 Tiere (TSEG 2017a) für die Berechnung der Gesamtsumme verwendet. Somit wurden im August 2018 für das Wattenmeer insgesamt 27.492 Seehunde an Land erfasst bzw. geschätzt.

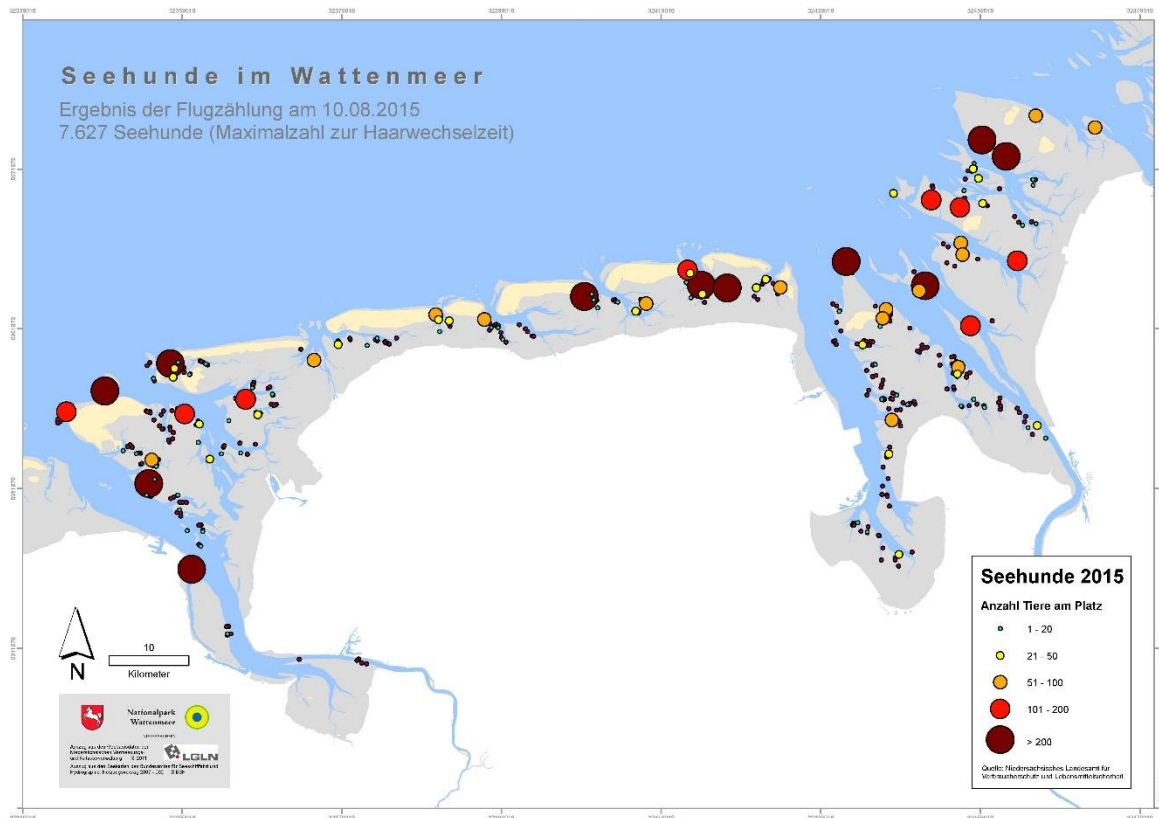


Abb. 5.5 Liegeplätze von Seehunden im niedersächsischen Wattenmeer (Zählung 2015, NLPV 2015).

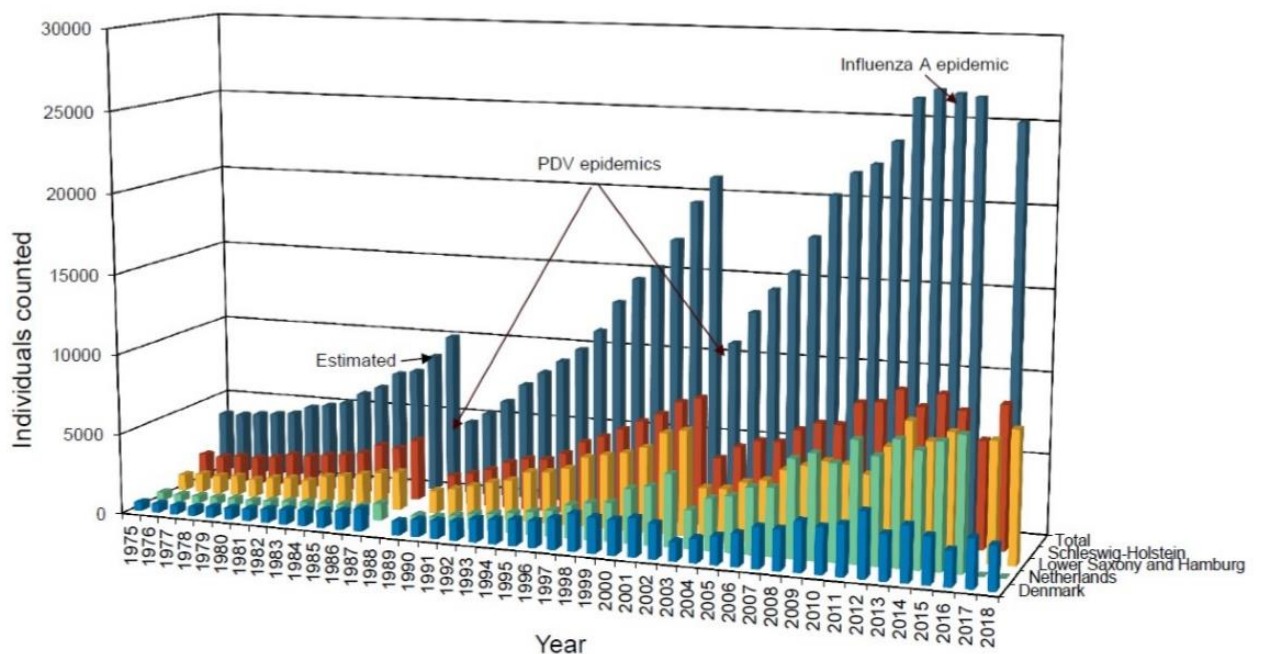


Abb. 5.6 Die Gesamtzahl der Seehunde, die während der Haarwechselperiode im August gezählt wurden sowie die Zahlen für jede Region von 1975 – 2018 (Galatius et al. 2018).

Die Anzahl der neugeborenen Welpen, die im Juni 2018 gezählt wurden, war die höchste seit 1975. Insgesamt wurden 9.285 Welpen gezählt (Abb. 5.7). Dabei wurden 560 Welpen in Däne-

mark (-23 % zu 2017), 4.576 in Schleswig-Holstein (+15 %) und 2.158 in Niedersachsen und Hamburg (-2 %) gezählt (Galatius et al. 2018). In den Niederlanden konnte wegen militärischer Aktivitäten ein Teilgebiet nicht befliegen werden; in den verbleibenden Gebieten wurden 1.991 Seehundwelpen gezählt. Trotz der fehlenden Daten wurden insgesamt mehr Welpen gezählt als noch im Vorjahr (TSEG 2017a).

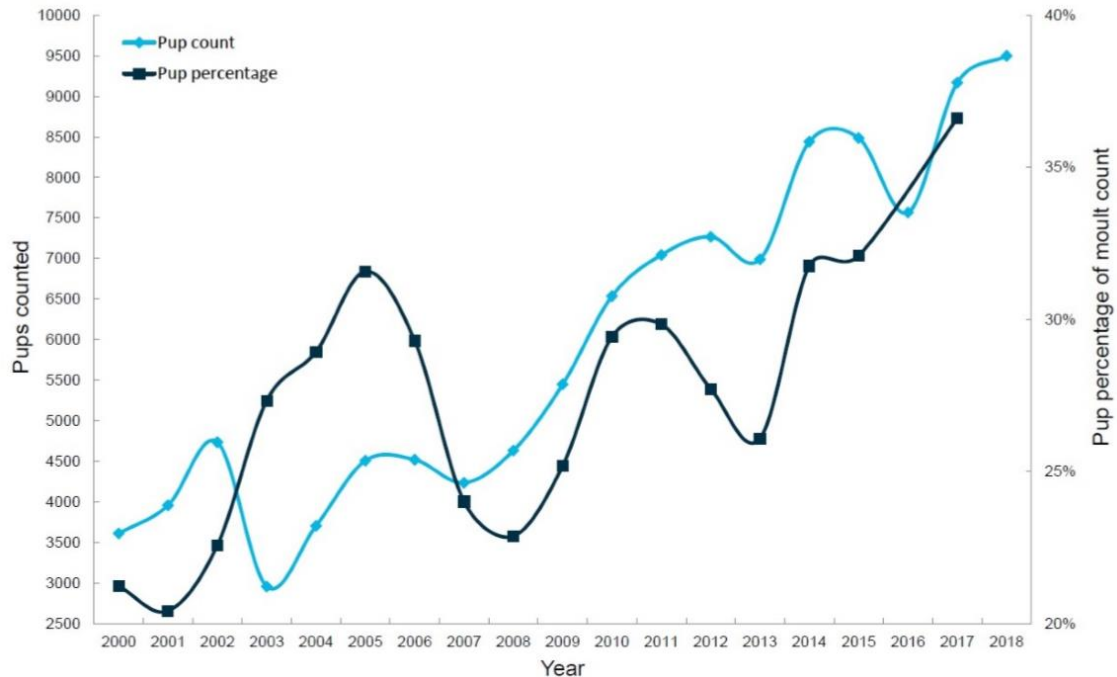


Abb. 5.7 Anzahl der im Wattenmeer im Juni gezählten Welpen (blaue Linie, linke vertikale Achse) in den Jahren 2000 – 2018 (in 2018 wurde ein Gebiet in den Niederlanden nicht befliegen, sodass die tatsächliche Zahl vermutlich höher liegt). Die Anzahl der Welpen als Prozentsatz der Gesamtzahl während der Haarwechselsaison wird durch die schwarze Linie dargestellt (nicht verfügbar in 2016 und 2018; Galatius et al. 2018).

Solche Verschiebungen in den lokalen Beständen können durch veränderte Umweltbedingungen und durch eine Verschiebung der räumlichen Verteilung der Robben im Laufe der Zeit verursacht werden. Die Gesamtzahl der Seehundpopulation im gesamten Wattenmeer fluktuiert seit 2012 ca. zwischen 25.000 und 27.000 gezählten Tieren. Die Zählung/Schätzung von 27.492 Tieren in 2018 ist die höchste seit Beginn der Zählungen, sie liegt aber in dem Bereich der Zählungen der letzten Jahre. Dies bestärkt die Hypothese, dass die „carrying capacity“ (Tragfähigkeit) des Gebietes erreicht sein könnte (Galatius et al. 2018). Die Rekordzahl der gezählten Welpen widerspricht jedoch dieser Interpretation. Das Phänomen einer erhöhten Anzahl von registrierten Jungtieren in Verbindung mit einer abnehmenden Anzahl von adulten Tieren könnte durch eine Kombination der lokalen Tragfähigkeit des Wattenmeeres und einem hohen Maß an Wurfplatztreue erklärt werden. Die erwachsenen Tiere breiten sich vermehrt außerhalb des Wattenmeergebietes aus, kehren aber während der Wurfzeit ins Gebiet zurück. Diese Interpretation wird unterstützt durch eine höhere Anzahl von Seehunden (ausgenommen Jungtiere), die während der Jungenaufzucht gezählt wurde verglichen mit der Anzahl der Seehunde während des Haarwechsels (TSEG 2017a).

Kegelrobben waren infolge menschlicher Bejagung bereits um 1500 im Wattenmeer ausgestorben. Bis in die 1970er Jahre waren Kegelrobben nur seltene Gäste im Wattenmeer, bevor sie sich

Ende der 1970er Jahre wieder etablieren konnten (Reijnders & Brasseur 2003, Härkönen et al. 2007). Die bedeutendsten reproduzierenden Kolonien befinden sich heute auf Helgoland, der Kachelotplate nahe Juist sowie auf dem Jungnamensand westlich von Amrum.

Seit Beginn von standardisierten Zählungen in 2008 wurde ein fast kontinuierliches Wachstum der Population der Kegelrobben im Wattenmeer beobachtet (Cremer et al. 2019). Dieses ist zum Teil noch durch Zuwanderung junger Tiere von der britischen Ostküste bedingt. Für die Niedersächsische Küste und Hamburg wurden bei der letzten Zählung im Winter 2018/2019 insgesamt 451 Tiere gesichtet (Cremer et al. 2019). Für Niedersachsen wird dabei die Kegelrobbenkolonie auf der Kachelotplate als die landesweit wichtigste angesehen und ist erfahrungsgemäß der Liegeplatz mit den höchsten Kegelrobbenzahlen im niedersächsischen Wattenmeer (van Neer et al. 2016). Die Gesamtzahl im Wattenmeer betrug in der Saison 2018/2019 insgesamt 6.538 Tiere (+6 % verglichen zum Vorjahr, Niederlande: 4.760 (+4 %), Niedersachsen/Hamburg: 451 (+18 %), Schleswig-Holstein: 155 (-18 %), Helgoland: 764 (-2 %), Dänemark: 408 (+79 %)), davon waren insgesamt 1.684 Jungtiere (Cremer et al. 2019) (vgl. Abb. 5.8). Die im Rahmen des Monitoring Programms des Nationalparks ‚Niedersächsisches Wattenmeer‘ durchgeführten Zählungen weisen auf eine durchgehende Nutzung der Sandbänke durch Kegelrobben hin (vgl. Abb. 5.9) (NLPV 2011, 2012, 2013, 2015, 2016). Das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ und die umliegenden Gewässer scheinen dabei ganzjährig eine Bedeutung für Kegelrobben zu haben (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Der Bestandsanstieg hat in den vergangenen Jahren weiter zugenommen. Im deutschen Teil des Wattenmeeres wurden allerdings nur 1.370 Kegelrobben gezählt (Cremer et al. 2019).

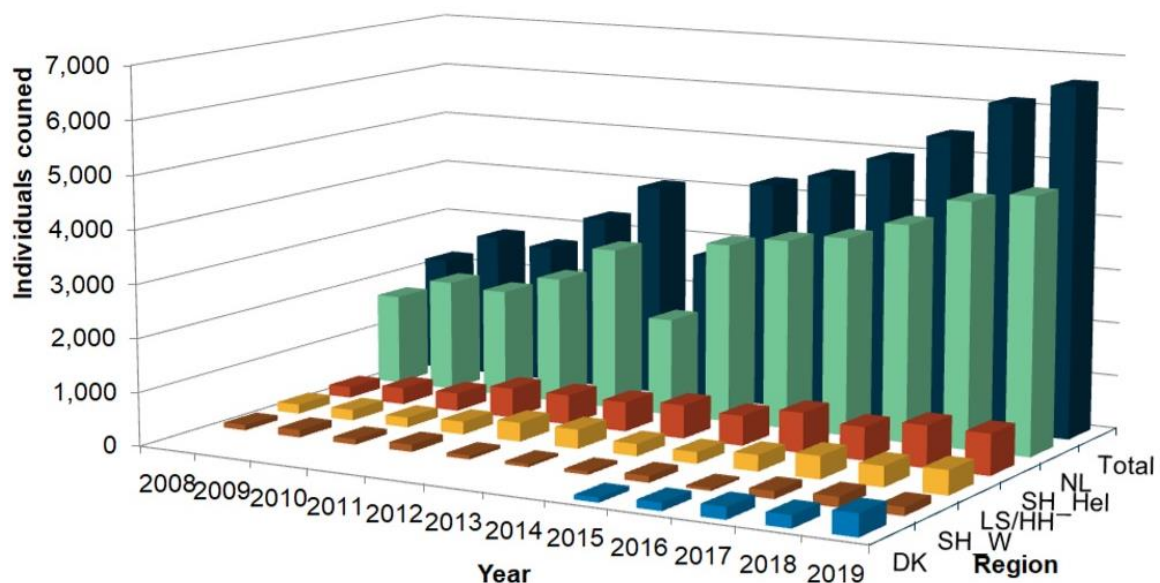


Abb. 5.8 Die Gesamtzahl der Kegelrobben, die während der Haarwechselperiode im Wattenmeer gezählt wurden, sowie die Zahlen für jede Region, von 2008 – 2019 (DK = Dänemark, SH_W = Schleswig-Holstein West-Küste, LS/HH = Niedersachsen/Hamburg, SH_Hel = Schleswig-Holstein/Helgoland, NL = Niederlande; Cremer et al. 2019).

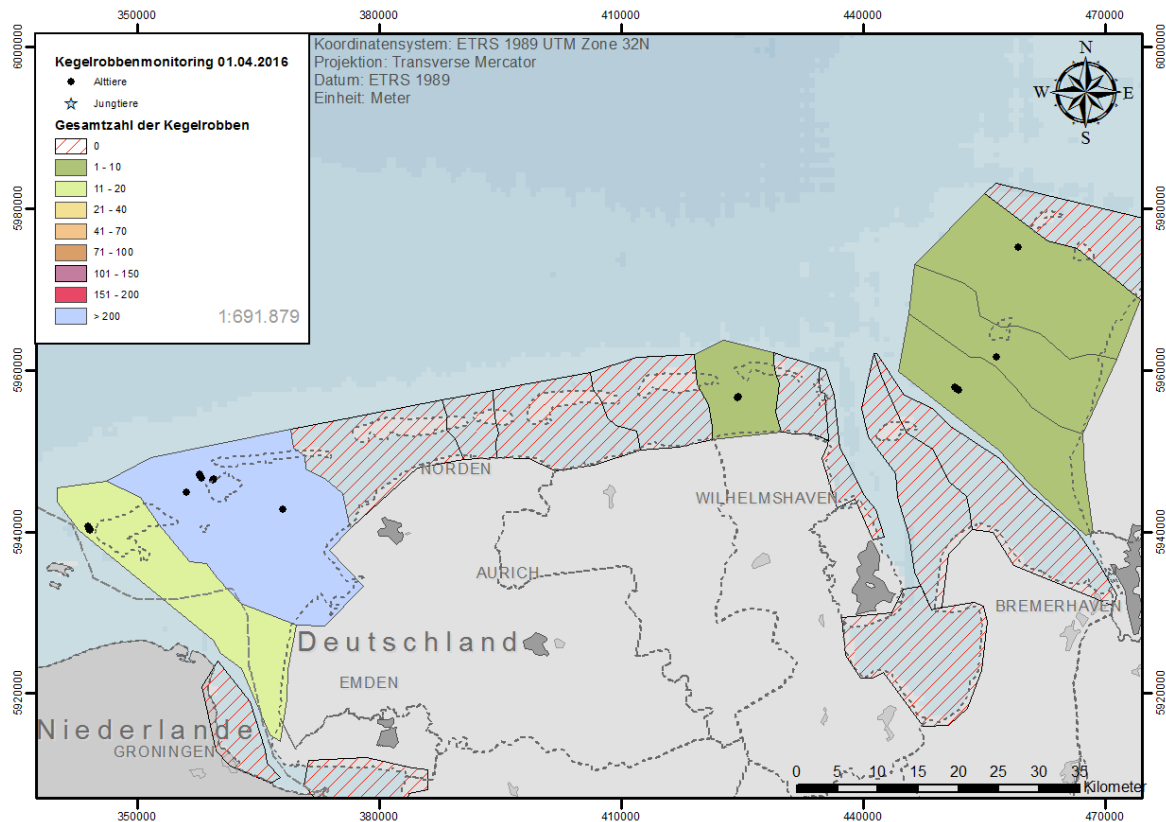


Abb. 5.9 Liegeplätze von Kegelrobben im niedersächsischen Wattenmeer (Zählung 2016, NLPV 2016).

Die maximale Anzahl der neugeborenen Kegelrobben, die im Winter 2018/2019 gezählt wurden, betrug 1.684 Tiere, im Vergleich zum Vorjahr ein Anstieg von 22 %. In den Niederlanden wurden 1.062 Welpen gezählt, 29 % mehr als im Vorjahr. In Niedersachsen/Hamburg stieg die Zahl der neugeborenen Jungtiere auf 235 Welpen (+3 %). Im Wattenmeergebiet Schleswig-Holstein und in Dänemark wurden keine Welpen während der koordinierten Zählungen gesichtet. Allerdings wurden dort während der Reproduktionszeit einige Welpen gesehen. Ob diese auch dort geboren wurden, ist jedoch unklar. Auf Helgoland, wo Zählungen gleichzeitig zu denen in anderen Gebieten durchgeführt wurden, stieg die Anzahl der Jungtiere um 20 % auf 387 Welpen (Abb. 5.10) (Cremer et al. 2019).

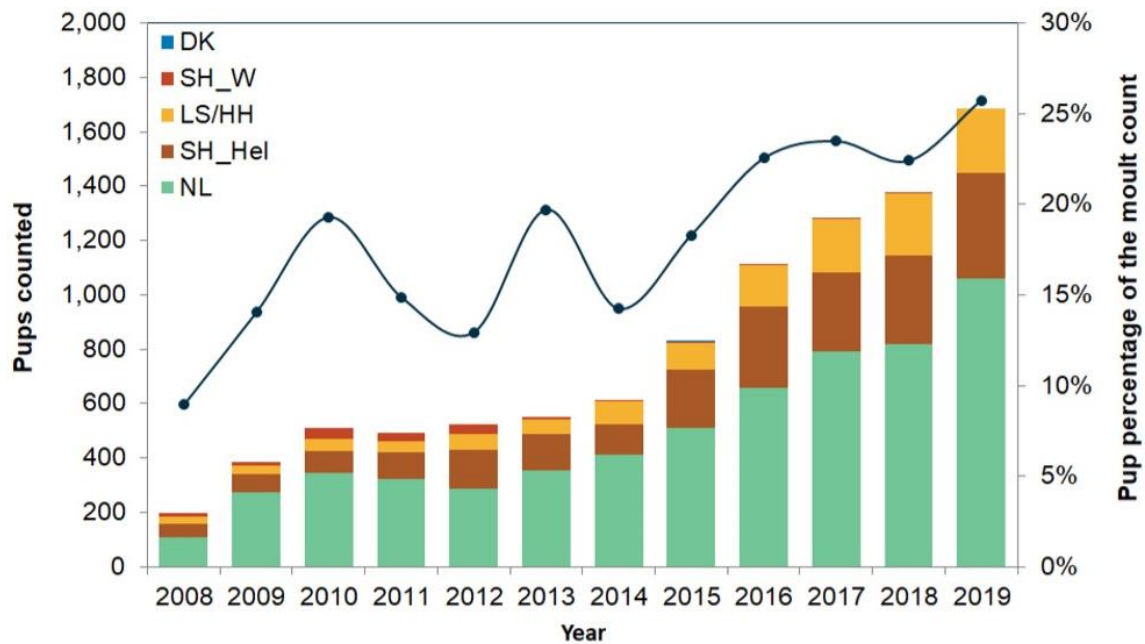


Abb. 5.10 Anzahl der im Wattenmeer gezählten Welpen (Balken je Region, linke vertikale Achse) in den Jahren 2008 – 2019. Die Anzahl der Welpen als Prozentsatz der Gesamtzahl während der Haarwechselsaison wird durch die dunkelblaue Linie dargestellt (rechte vertikale Achse; Cremer et al. 2019).

5.3 Erhobene Daten des Umweltmonitorings 2018

5.3.1 Vergleich der Erfassungsmethoden

5.3.1.1 Flugtransekt-Erfassungen

Zählungen von Schweinswalen aus dem Flugzeug ermöglichen es als einzige Methode, diese Tiere in relativ kurzer Zeit („quasi-synoptisch“) in einem großen Seegebiet zu erfassen und absolute Dichten zu berechnen. Erfassungen vom Flugzeug aus stellen eine sogenannte „Schnappschuss“-Methode dar, da diese bezogen auf die Anwendung im Umweltmonitoring zu Offshore-Windparks die Verteilung von Schweinswalen an einzelnen Tagen liefern. Die Flugzeugerfassung bildet hierbei allerdings keinen statischen Zustand ab, da sich die Tiere auch innerhalb der wenige Stunden andauernden Erfassungen weiterbewegen. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte können Flugzeugszählungen Aufschluss über großräumige Verteilungsmuster von Schweinswalen geben.

Da durch telemetrische Studien an Schweinswalen aus dänischen Gewässern die Aufenthaltsdauer von Schweinswalen in den oberen zwei Metern der Wassersäule bekannt sind, können Dichteberechnungen dahingehend korrigiert werden, dass die Anzahl an Tieren, die sich tiefer als zwei Meter unter Wasser aufhalten und visuell nicht mehr wahrgenommen werden können, abgeschätzt und in die Dichten einberechnet wird. Im Rahmen der Einführung des StUK 4 (BSH 2013b) wurde im Oktober 2013 von konventioneller Erfassung mit Beobachtern im Flugzeug auf digitale Flugtransekt-Erfassung umgestellt. Dadurch kam es zu einem Methodenwechsel in der Erfassung mariner Säuger sowie der Dichteberechnung. Vergleiche zwischen Flügen mit dem HiDef-System

und konventionellen Erfassungsflügen in anderen Projektgebieten zeigten keine Unterschiede in den jeweils berechneten absoluten Dichten von Schweinswalen.

Im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ ist demgegenüber seit der Einführung der digitalen Erfassung von marinen Säugern die Schweinswalddichte um den Faktor drei bis vier zurückgegangen. Auf den ersten Blick erscheint es also, dass die Dichten seit dem Einsatz digitaler Erfassungsmethoden geringer geworden sind. Die Ergebnisse deuten jedoch eher darauf hin, dass die hohen Schweinswalddichten bei den konventionellen Flügen zu hoch waren und auf die Unsicherheiten der doppelten Fehlerkorrektur (Doppelsichtungen zur $g(0)$ -Korrektur und Distance-Sampling zur Korrektur übersehener Tiere mit zunehmender Distanz zum Flugzeug) zurückzuführen sind.

Die digitale Erfassungsmethode mit dem HiDef-System erzielte 2018 eine durchschnittliche Flächenabdeckung von 16,8 % und damit eine bis zu sechsfach höhere Abdeckung des Untersuchungsgebietes im Vergleich zu den konventionellen Erfassungen. Durch die Änderung des Transektdesigns im Februar 2018, mit zusätzlichen Zwischentransekten um die bestehenden OWPs, wurde damit die Abdeckung zu vorher um den Faktor bis zu 1,25 erhöht. Zudem braucht die digitale Technik keine Distanzkorrektur, da davon ausgegangen wird, dass auf der gesamten Fläche alle Tiere im Sichtbereich gesehen werden. Ein direkter Vergleich zwischen konventioneller und digitaler Flugtransekt-Erfassung wurde erstmals im Rahmen des Umweltmonitorings im 1. Untersuchungsjahr des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ durchgeführt (IBL Umweltplanung et al. 2015). Dort wurden bei den konventionellen Flügen im Vergleich zu der digitalen Flugtransekt-Erfassung drei- bis vierfach höhere Dichten erfasst. Da die digital erfassten Daten aus dem 2. bis 6. Untersuchungsjahr weiterhin konstant geringere Dichten im Vergleich zu den Ergebnissen der konventionellen Flugtransekt-Erfassung des Umweltmonitorings des OWPs ‚alpha ventus‘ (BioConsult SH et al. 2014) und des 1. Untersuchungsjahrs des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (BioConsult SH et al. 2014) zeigen, ist die Abnahme seit 2013 nicht biologisch, sondern methodisch zu erklären. Auch die Ergebnisse der Schiffstransekt-Erfassungen im Rahmen des Umweltmonitorings im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ zeigen von 2013 auf 2014 keinen Rückgang der Sichtungsraten (siehe Abb. 5.11). Und auch die methodisch konstant gebliebenen Erhebungen aus dem Flugzeug durch das Natura2000-Monitorings des BfN (Viquerat et al. 2015) zeigen keinen plötzlichen Rückgang in der Schweinswalddichte im Jahr 2014. Sowohl Peschko et al. (2016) als auch Gilles et al. (2014b) stellten zwischen 2002 und 2013 sogar einen positiven Trend in der Bestandsentwicklung nördlich von Borkum fest (siehe Abb. 5.13), wobei bereits die Vergleichsflüge im Jahr 2013 deutlich geringere Dichten bei den digitalen Flugtransekt-Erfassungen ergaben.

Über 50 % der konventionellen Flugtransekt-Erfassungen weisen aber Dichten im Bereich derer der digitalen Flugtransekt-Erfassungen auf (siehe Abb. 5.12). Seit der Einführung der digitalen Flugtransekt-Erfassung ist auch zu erkennen, dass die Varianz der Daten deutlich geringer geworden ist im Vergleich zu den Daten der konventionellen Flugtransekt-Erfassungen. Ein möglicher Grund für die hohe Varianz in den Dichten bei konventionellen Flugtransekt-Erfassungen liegt bei den Korrekturfaktoren, die bei der Dichteberechnung der konventionellen Flugtransekt-Erfassung angewendet werden. So werden beide Korrekturfaktoren, sowohl der für übersehene Tiere, welcher durch die Wiedersichtungsrate des dritten Zählers berechnet wird, als auch die Distance-Sampling-Methode, nicht für jeden einzelnen Flug bestimmt. Zur Berechnung dieser Faktoren werden die Daten über mindestens ein Erfassungsjahr gepoolt, sodass für manche Flüge die Daten zu stark, für andere wiederum zu wenig korrigiert werden. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Dichten aus digitalen Flugtransekt-Erfassungen näher an der Realität sind.

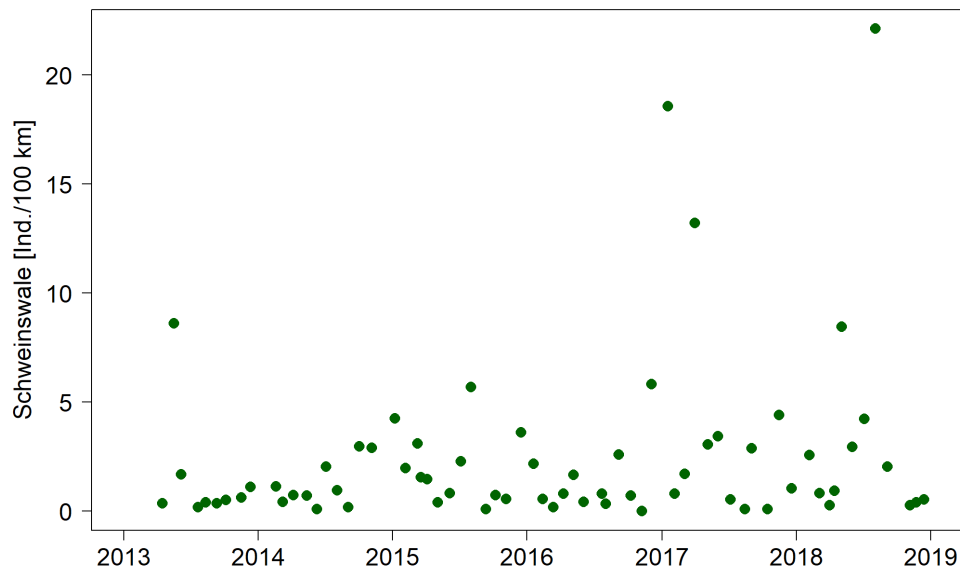


Abb. 5.11 Schweinswalsichtungsraten der Schiffstransekt-Erfassungen im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ im Verlauf von 2013 bis 2018. Die Daten von 2013 bis 2018 stammen aus den Umweltuntersuchungen des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (BioConsult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018), die Daten von 2018 aus dem aktuellen Bericht.

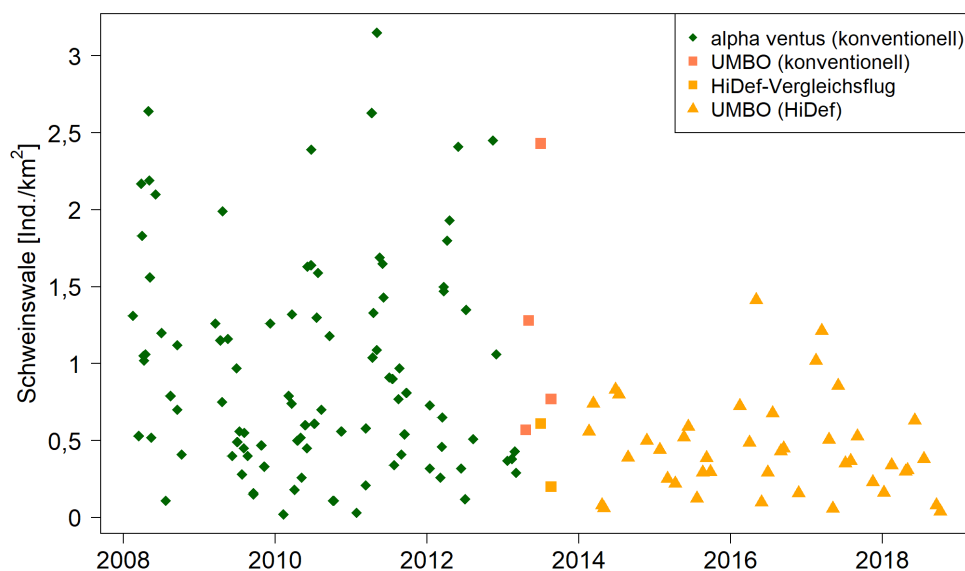


Abb. 5.12 Schweinswaldichten der Flugtransekt-Erfassungen nördlich von Borkum im Verlauf von 2008 bis 2018. Die Daten von 2008 bis 2013 (grün) stammen aus dem Umweltmonitoring zu ‚alpha ventus‘ (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Daten von 2013 bis 2017 stammen aus den Umweltuntersuchungen des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ (BioConsult SH et al. 2014, IBL Umweltplanung et al. 2015, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018), die Daten von 2018 aus dem aktuellen Bericht.

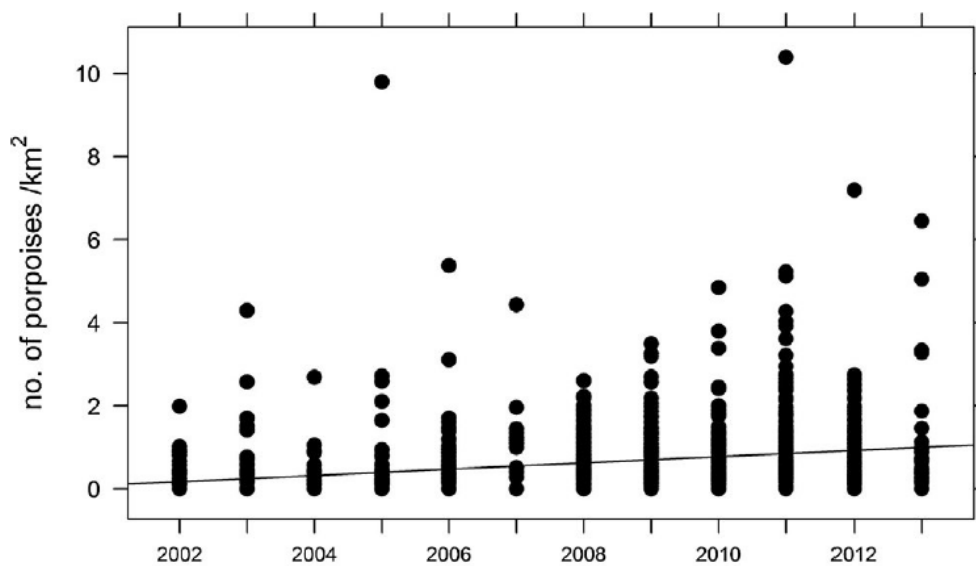


Abb. 5.13 Anstieg der Schweinswaldichten nördlich der Insel Borkum von 2002 bis 2013 nach Peschko et al. (2016).

Für die Robben wurde kein direkter Vergleich der Erfassungsmethoden durchgeführt, da die Sichtungsraten bei den konventionellen Flügen zu gering für eine valide Dichteberechnung waren. Es muss jedoch bei den absoluten Dichten für Seehunde und Kegelrobben auf Basis der digitalen Flugtransekt-Erfassung beachtet werden, dass diese als Mindestdichten zu verstehen sind, da es momentan noch keine Korrekturwerte für untergetauchte Robben gibt, die nicht vom Kamerasystem erfasst werden. Aufgrund der hohen Flächenabdeckung und der dadurch hohen Sichtungsrate wurde durch den Wechsel von analoger zu digitaler Flugtransekt-Erfassung vor allem für das Robbenmonitoring ein deutlicher Qualitätsgewinn erzielt.

5.3.1.2 Schiffstransekt-Erfassungen

Schweinswale wurden standardisiert bei den Schiffstransekt-Erfassungen miterfasst, jedoch weisen diese Daten generell eine hohe Abhängigkeit vom Seegang auf. Schweinswale können nur bei einem Seegang von weniger als 2 zuverlässig gesichtet werden (Teilmann et al. 2002). Doch auch in den Seestateklassen 0, 1 und 2 verringert sich bereits die Sichtungswahrscheinlichkeit erheblich. Im Jahresverlauf 2018 zeigten die stark schwankenden monatlichen Sichtungsraten eine anscheinend jahreszeitlich geprägte Saisonalität. Es zeigte sich vom Winter bis in den Sommer ein starker Anstieg der Sichtungsraten, die zum Herbst und Winter stark abnahmen:

- Winter: 1,76 Ind./100 km
- Frühjahr: 2,81 Ind./100 km
- Sommer: 9,81 Ind./100 km
- Herbst: 0,94 Ind./100 km

Dieses saisonale Muster war allerdings im Vorjahr (2017) ganz anders ausgeprägt. Damals wurden im Winter die meisten Schweinswale gezählt und die mittlere Sichtungsrate lag mit

9,82 Ind./100 km ca. 7-fach höher als die Sichtungsrate im Sommer (1,35 Ind./100 km). Aber auch im Frühjahr lag die mittlere Sichtungsrate mit 6,00 Ind./100 km weit über der im Sommer und höher als im Herbst (2,45 Ind./100 km).

Hier muss erneut auf den Einfluss des Seastate auf die Sichtungsraten verwiesen werden. Wie Tab. 5.2 ausweist, ist die Sichtungsrate bei Seastate 0 viermal höher als bei Seastate 1, elfmal höher als bei Seastate 2 und 95- bis 50-mal höher als bei Seastate 3 oder 4. Die anscheinende Saisonalität des Auftretens der Schweinswale nach Schiffstransektuntersuchungen wird im Jahr 2018 stark von der Verteilung der Efforts bei Seastate 0 im Jahresverlauf bestimmt. Auch die für 2017 dargestellte Saisonalität (höchste Sichtungsraten im Winter) beruht ausschließlich auf den vier östlichsten Transekten, die am 17.01.2017 bei Seastate 0 untersucht wurden (IfAÖ et al. 2018).

Tab. 5.2 Übersicht des Efforts, der Individuensummen und Sichtungsraten pro Seastate-Klasse im Untersuchungsjahr 2018.

Seastate	0	1	2	3	4
Effort (km)	485	1.852	3.269	5.057	2.018
Ind.-Summe	185	182	110	20	16
Ind. / 100 km	38,12	9,83	3,36	0,40	0,79

Weiterhin kann eine Fluchtreaktion der Tiere vor dem Erfassungsschiff nicht ausgeschlossen werden. Doppelsichtungen von denselben Individuen auf verschiedenen Transekten können aufgrund der geringen Geschwindigkeit des Schiffes ebenfalls nicht ausgeschlossen werden bzw. sind relativ zu den Flugtransekt-Erfassungen wesentlich wahrscheinlicher, was zu einer Verzerrung bei Berechnungen von Verteilungsmustern und Dichten führen könnte. Die meist geringe Sichtungsrate von Schweinswalen macht Schiffe zu einer wenig geeigneten Plattform für die standardisierte Erfassung dieser Tiere. Qualitativ können Schiffstransektdaten aber als Ergänzung zu Erfassungen aus dem Flugzeug genutzt werden und ermöglichen grundsätzliche Aussagen über die Präsenz von Schweinswalen.

5.3.1.3 Passives Akustisches Monitoring

Die Daten des passiven akustischen Monitorings mit Hilfe von C-PODs haben sich als aussagekräftig in Bezug auf die Habitatnutzung von Schweinswalen herausgestellt. Der große Vorteil dieser Methode ist die sehr hohe zeitliche Auflösung. Die Daten werden auf einer Basis von Minuten bzw. 10-Minutenintervallen ausgewertet, so dass auch zeitlich kleinskalige Muster untersucht werden können. Weiterhin können aufgrund der kontinuierlichen Datenerhebung Datensätze gesammelt werden, die eine ausreichende Größe besitzen, um einer robusten Analyse der jahreszeitlichen bzw. jährlichen Entwicklung der Detektionsraten standzuhalten. Ein Nachteil der Methode ist jedoch die geringe räumliche Auflösung. Der Erfassungsradius eines C-PODs beträgt nur wenige hundert Meter. Erst durch die Ausbringung mehrerer C-PODs an verschiedenen Positionen können Aussagen über die räumliche Verteilung von Schweinswalen getroffen werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden acht Monitoringstationen betrieben, die über das Untersuchungsgebiet verteilt und über das gesamte Untersuchungsjahr ausgebracht waren und somit Aussagen zur Saisonalität und einer groben räumlichen Verteilung der Habitatnutzung zulassen. Des Weiteren wurden neun Einzel-PODs in den Windparks ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘,

Trianel Windpark Borkum – Phase 1' und ,Borkum Riffgrund 1' ab November 2017 ausgebracht, um die räumliche und zeitliche Nutzung der Windparks in Betrieb zu erfassen. Ein Vergleich mit den akustischen Detektionsraten aus 2014 bis 2018 wurde mittels Trendanalyse für die POD-Stationen durchgeführt. Für 2014 ist zu beachten, dass hier ein Vergleich uneingeschränkt erst ab Februar 2014 möglich ist, da die vier POD-Stationen BR3 bis BR6 erst ab Februar 2014 ausgebracht waren. Des Weiteren ist zu beachten, dass für den Vergleich über die Jahre nur die acht POD-Stationen in Betracht kamen, da die neun Einzel-PODs erst ab November 2017 im Einsatz waren.

5.3.2 Schweinswale

Die Phänologie im Jahr 2018 zeigte bei den Schweinswalen auf Basis der Flugtransekt-Erfassungen, wie in den Vorjahren, kein ausgeprägtes saisonales Muster. Die Dichten waren zwischen Februar und Juli relativ konstant. Eine Ausnahme bildete der Monat Juni, in dem mit 0,63 Ind./km² ungefähr doppelt so hohe Dichten wie in den anderen Monaten beobachtet wurden. Dichten über 1 Ind./km², wie sie in den Vorjahren vereinzelt beobachtet wurden, traten 2018 nicht auf. Niedrige Dichten unter 0,2 Ind./km² traten im Januar sowie in den Monaten September und Oktober 2018 auf. Insgesamt lagen die Dichten niedriger als in den beiden Vorjahren. Abb. 5.14 zeigt, dass über den Erfassungszeitraum der letzten sechs Jahre im Untersuchungsgebiet des Clusters ,Nördlich Borkum', anders als z. B. im Gebiet westlich von Sylt (Gilles et al. 2009, 2011), kein ausgeprägtes saisonales Muster im Auftreten der Schweinswale zu erkennen ist. Schweinswale kommen zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet vor und können in fast allen Monaten sowohl in höheren als auch niedrigeren Dichten nachgewiesen werden. Die Daten deuten darauf hin, dass das Vorkommen von Schweinswalen in diesem Gebiet allgemein sehr variabel ist. Gründe für diese Variabilität können mit der unterschiedlichen Nahrungsverfügbarkeit oder unterschiedlichen Wanderbewegungen innerhalb der Nordsee zusammenhängen (vgl. BioConsult SH & IfAÖ 2014). Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass ein phänologischer Vergleich von Gesamtdichten für ein solch großes Untersuchungsgebiet potenzielle kleinräumigere Phänomene überdecken kann. So zeigten die Schweinswaldichten im FFH-Gebiet in den Jahren 2014 bis 2018 ein ähnliches saisonales Muster wie die drei POD-Stationen BR1, BR2 und BR8 (Kapitel 4.4), wobei beide Erfassungsmethoden erhöhte Werte zum Teil im Winter und noch zu Beginn des Frühjahres (März), stark reduzierte Werte im weiteren Verlauf des Frühjahrs und wieder erhöhte Werte im Sommer aufzeigten. Es muss zudem beachtet werden, dass es sich methodisch bedingt bei den Flug- und Schiffstransekt-Erfassungen um Momentaufnahmen handelt und die ermittelte Dichte einen Tag später bereits deutlich abweichen kann (vgl. Kapitel 5.3.1). Auch wenn die Meeressäugersichtungen der Schiffstransekt-Erfassungen allgemein nicht sehr aussagekräftig sind, ergaben die Schweinswalsichtungsdaten vom Schiff im Jahr 2018 (Abb. 4.26) eine zum Teil ähnliche Phänologie wie bei den Flugtransekt- und POD-Erfassungen (Abb. 4.3, Abb. 4.34 und Abb. 4.35), u. A. mit hohen Werten im Sommer im Westen des Untersuchungsgebietes für alle drei Erfassungsmethoden. Aussagen zum saisonalen Verlauf des Schweinswalvorkommens nach Schiffstransekt-Erfassungen sind stark von der Verteilung von Ausfahrten mit sehr geringem Seastate abhängig. So fanden sich die mit großem Abstand höchsten Sichtungsraten einerseits im Januar 2017, andererseits im August 2018, jeweils während Ausfahrten mit hohen Anteilen von Seastate 0. Dennoch deutet sich über die Jahre ein stärkeres Wintervorkommen in Dezember (2015 & 2016) und besonders Januar (2015 – 2017) und Februar (2018) an. Wie schon 2015 wurde auch 2018 die höchste Sichtsichtungsrate im August beobachtet während 2014 die Monate Oktober und November mit etwas höheren Sichtsichtungsdaten hervortraten. Die Ausfahrten im April 2017 und Mai 2013 sowie

2018 ergaben ebenfalls hohe Sichtungsraten, die aber erneut auf vergleichsweise günstige Sichtungsbedingungen (geringer Seastate) zurückzuführen sind.

Da das Cluster-Monitoring seit 2014 mit den gleichen Methoden durchgeführt wird und nicht wie bei den Natura2000-Monitoring-Befliegungen nur an wenigen Tagen im Jahr stattfindet, kann die hier präsentierte Datenreihe als verlässliche und abgesicherte Quelle zur Beschreibung des Schweinswalvorkommens im Bereich nördlich der Ostfriesischen Inseln herangezogen werden. Die in verschiedenen Monaten auftretenden Maxima in der Dichte werden nur vereinzelt durch das hohe Vorkommen von Schweinswalen im Bereich des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ hervorgerufen. Sie stehen damit nicht im Widerspruch zu den POD-Daten, die für einzelne Stationen, wie z. B. den Stationen im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘, ein über die Jahre sehr stabiles Maximum für die Sommermonate nachweisen.

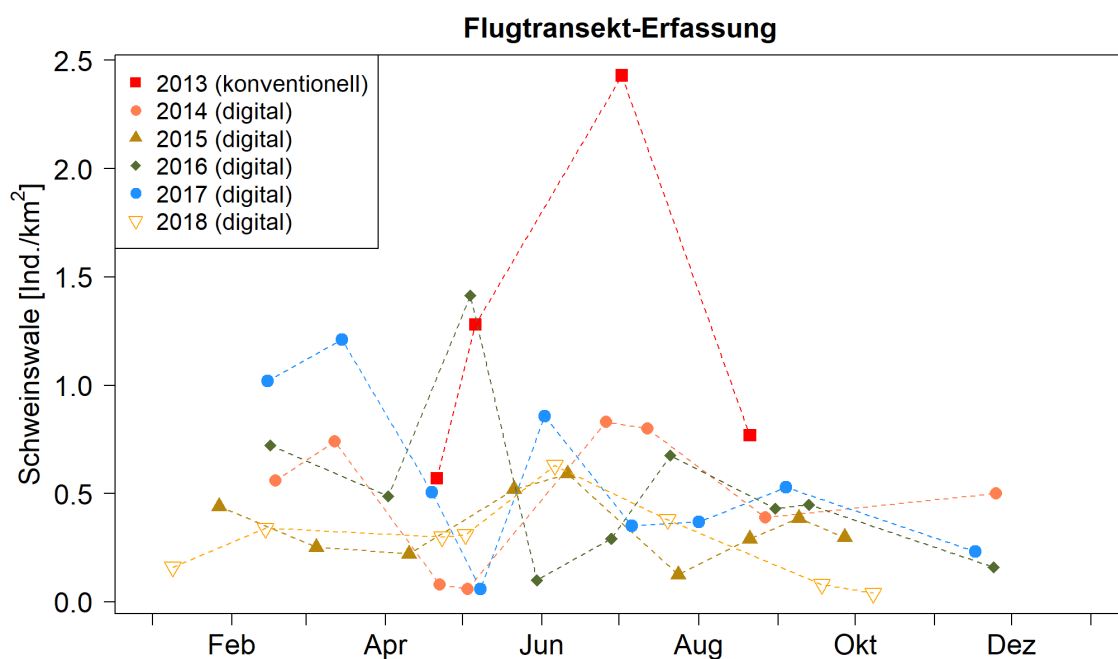


Abb. 5.14 Schweinswalphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie); Dichte aus Flugtransekt-Erfassungen.

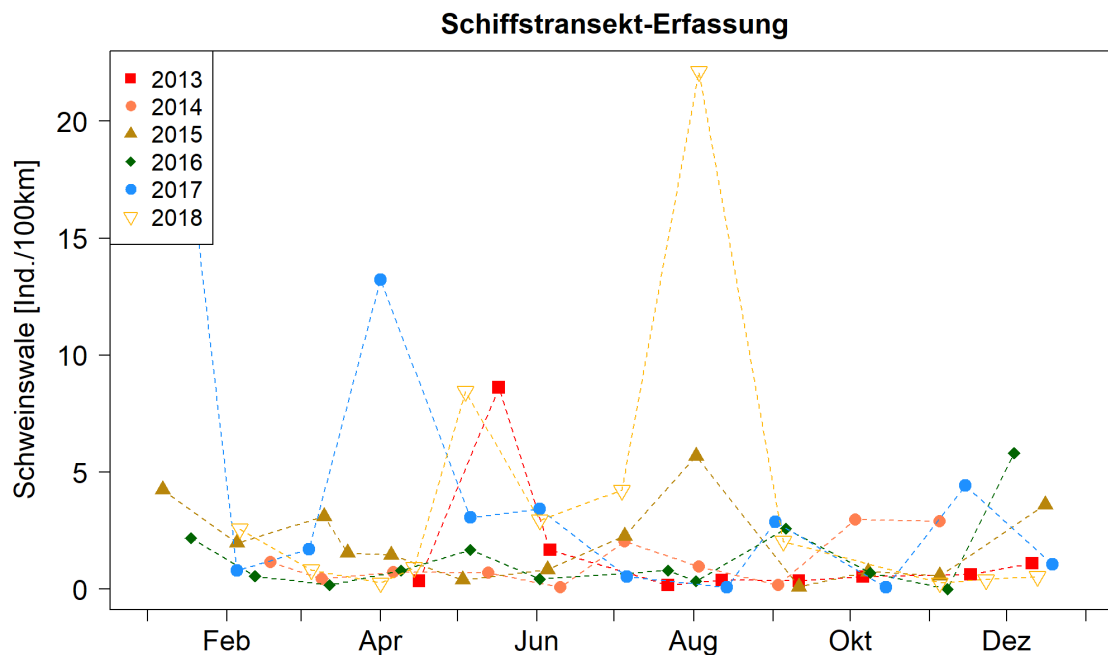


Abb. 5.15 Schweinswalphänologie im Cluster 'Nördlich Borkum' aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie) anhand der aus Schiffstransekt-Erfassungen berechneten Sichtungsraten.

Wie in den Jahren zuvor (BioConsult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018) wurden bei den Flug- und Schiffstransekt-Erfassungen 2018 insgesamt die meisten Schweinswale im Westen des Untersuchungsgebietes gesichtet. Dies trifft allerdings nicht auf jeden Einzelflug zu. Vereinzelt konzentrierten sich die Schweinswale auch auf andere Bereiche des Untersuchungsgebietes. Der Ost-West-Gradient, der auch schon in den Untersuchungsjahren davor beobachtet wurde, bleibt bestehen, ist aber vor allem im Sommer und Winter deutlich ausgeprägt. Die geostatistische Analyse zeigt, dass nach wie vor insbesondere das Schutzgebiet 'Borkum Riffgrund' ein Gebiet mit relativ konstant hohem Schweinswalvorkommen im Vergleich zum restlichen Untersuchungsgebiet ist.

Nachdem der Kälberanteil in den Jahren 2014 bis 2017 rückläufig war, stieg der Wert im Jahr 2018 mit 11,6 % wieder über 10 % und lag somit auf dem Niveau von 2013. Damit war die Kälberrate fast doppelt so hoch wie im Vorjahr (6,2 %). Der Vergleich mit den Daten aus dem Umweltmonitoring des OWP 'alpha ventus' legt nahe, dass diese Schwankungen durchaus normal sein können (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Der Vergleich des Kälberanteils in den Jahren 2008 bis 2018 zeigt alle vier Jahre (2010, 2014, 2018) einen Peak mit besonders hoher Kälberrate (Abb. 5.16). Dass es sich dabei um ein alle vier Jahre wiederkehrendes Phänomen handelt, ist allerdings unwahrscheinlich. Es ist vielmehr anzunehmen, dass in diesen drei Jahren besonders gute Bedingungen für den Nachwuchs vorherrschten. Auch die im Rahmen des Natura2000-Monitorings durchgeführten Befliegungen in den Jahren 2003 bis 2013 ergaben Kälberraten zwischen 6,2 % und 10,3 % (Gilles & Siebert 2008, Gilles et al. 2013, 2014b, Viquerat et al. 2015). Allerdings beziehen sich diese Werte auf jeweils einzelne Flüge in unterschiedlichen Monaten und stellen keine über den Zeitraum von Mitte Mai bis Ende September gemittelten Kälberraten dar, sodass diese Werte nicht direkt mit den Daten des vorliegenden Monitorings zu vergleichen sind.

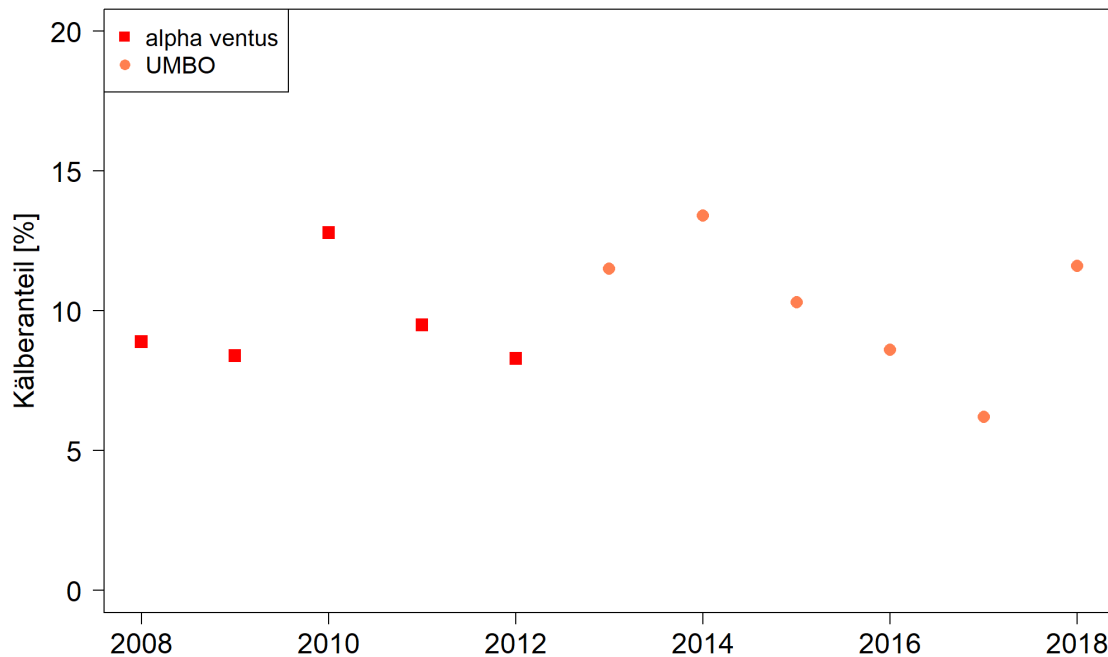


Abb. 5.16 Mittlerer jährlicher Kälberanteil für den Zeitraum Mitte Mai bis Ende September aus dem Umweltmonitoring von ‚alpha ventus‘ in den Jahren 2008 bis 2012 (BioConsult SH & IfAÖ 2014) sowie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie).

Inwiefern sich die Kälberrate im Untersuchungsgebiet auf den dortigen Bestand auswirkt, ist nicht bekannt. Prinzipiell ist bei einer hohen Kälberrate von einer positiven Bestandsentwicklung auszugehen. Nach dem letzten hohen Peak der Kälberrate im Jahr 2014 wurde im nachfolgenden Jahr jedoch eine relativ geringe Schweinswaldichte beobachtet (Abb. 5.17). Anschließend, 2016 und 2017, stieg die Schweinswaldichte wieder an und lag 2018 ungefähr wieder im Bereich von 2015. Auch die C-POD-Untersuchungen zeigten geringere Durchschnittswerte (über alle POD-Stationen gemittelt) für 2015 (21,5 % DP10M/Tag) und dann einen Anstieg für 2016 und 2017 (24,2 und 24,5 % DP10M/Tag; siehe IfAÖ et al. 2016b, 2017, 2018). Die 2018er-Durchschnittswerte der akustischen Aktivität lagen auch hier eher wieder im Bereich jener von 2015 (22,8 % DP10M/Tag, Tab. 4.9), allerdings hat die Trendanalyse keine generelle Trendentwicklung ergeben (Abb. 4.44). Ein direkter Zusammenhang mit der Kälberrate lässt sich aus den Daten im Untersuchungsgebiet nicht erkennen, obwohl die Kälberrate für die Schweinswalpopulation insgesamt sicher bedeutsam ist. Der Verlauf der Schweinswaldichte in Abb. 5.17 macht auch deutlich, dass es keinen ausgeprägten Trend in der Bestandsentwicklung im Untersuchungsgebiet gibt. Zwar wurden, basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen, im Jahr 2018 geringere Dichten als 2014 beobachtet, die Entwicklung über die letzten Jahre hinweg lässt jedoch den Schluss zu, dass die geringere Dichte im Jahr 2018 eher ein Ausdruck interannueller Schwankungen ist. Dies bekräftigen auch die C-POD-Untersuchungen.

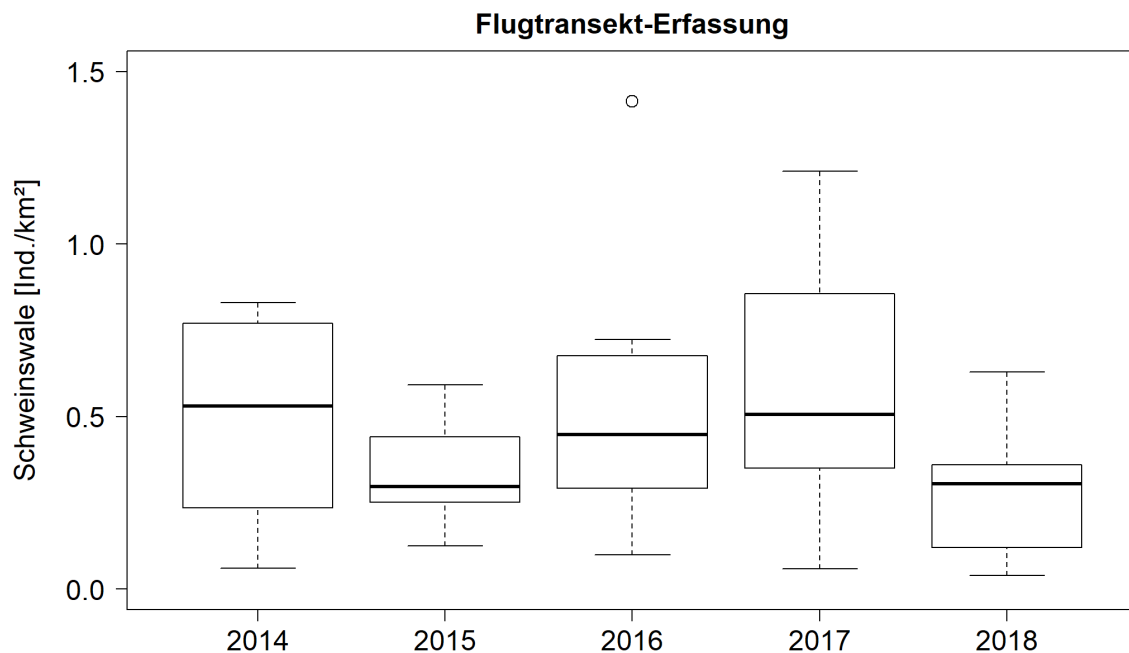


Abb. 5.17 Schweinswaldichte im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie), basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen.

Die Ergebnisse der Flugtransekt-Erfassung werden, wie zum Teil im vorherigen Abschnitt schon beschrieben, durch die Daten der Schiffstransekt-Erfassung und C-POD-Untersuchungen bestätigt, wenngleich, methodisch und durch die Größe des Untersuchungsgebietes bedingt, immer wieder Unterschiede feststellbar waren. Im akustischen Monitoring wurden in Übereinstimmung mit den Flug- und Schiffstransekt-Erfassungen, an den drei POD-Stationen im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ BR1, BR2 und BR8 hohe Detektionsraten von 23–35 % DP10M/Tag im Jahresmittel nachgewiesen. Diese hohen Werte der akustischen Aktivität im FFH-Gebiet wurden über alle fünf Jahre nachgewiesen. An den Einzel-PODs wurden die höchsten Jahresmittelwerte mit ca. 24 bis 26,5 % DP10M/Tag an den Stationen BKR1 und BKR3 im Südwesten detektiert. In 2018 wurden im Vergleich der POD-Stationen untereinander, im Gegensatz zu den Vorjahren, die dritthöchsten Jahresmittelwerte der Detektionsraten, nach den beiden im Westen gelegenen POD-Stationen BR2 und BR8, an der Station BR6, im Südosten des Untersuchungsgebietes, nachgewiesen (ca. 24 % DP10M/Tag). Der in den Vorjahren beschriebene Ost-West-Gradient in den Detektionsraten mit hohen Werten im Westen des Gebietes wurde in 2018 nur im Sommer vorgefunden. Die Station BR2 im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ wies für das Erfassungsjahr 2018 die höchsten Detektionsraten (insgesamt ca. 35 % DP10M/Tag) und die am deutlichsten ausgeprägte Saisonalität mit hohen Detektionsraten im Sommer (57 % DP10M/Tag) und Winter (>40 % DP10M/Tag) sowie niedrigen Werten im Frühjahr (ca. 18,5 % DP10M/Tag) auf. An BR8, ebenfalls im FFH-Gebiet, und an BKR1 und BKR3, die auch im Südwesten liegen, wurde ein ähnlicher saisonaler Verlauf festgestellt. Die hohen Sommerpeaks wurden für andere Stationen nicht nachgewiesen. Auch im Zuge der Flug- und Schiffstransekt-Erfassungen wurden hohe Werte im Sommer ermittelt, wobei sich eine deutliche, räumliche Konzentration auf den westlichen Teil des Untersuchungsgebietes ergab. Im Winter fanden sich hohe Detektionsraten (meist zwischen 25 und 45 % DP10M/Tag) an diversen Stationen sowohl im (Süd-)Westen als auch im (Süd-)Osten des Untersuchungsgebietes. Obwohl zum Teil im Februar 2018 erhöhte Sichtungsraten vom Schiff aus festgestellt wurden,

konnte die beschriebene Verteilung für 2018 durch die Flug- und Schiffsuntersuchungen nicht nachgewiesen werden. (Tab. 4.7). Insgesamt deuten die Ergebnisse der Schiffstransekt-Erfassung über die verschiedenen Jahre hinweg dennoch auf ein erhöhtes Wintervorkommen hin (BioConsult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017). Und auch die Flugdaten zeigen im Durchschnitt über die Jahre zumindest erhöhte Dichten für Februar für das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ auf (Abb. 4.46). Im Frühjahr 2018 wurden die höchsten Detektionsraten hingegen im Osten des Gebietes an der Station BR6 vorgefunden (31,9 % DP10M/Tag), aber auch an GW1 und GW4 (24,9 und 22,2 % DP10M/Tag). Dieses Ergebnis wird durch die Schiffstransekt-Erfassung bestätigt, da sich auch dort im Frühjahr im Osten Schweinswalsichtungen häuften (Abb. 4.28). Die Flugdaten zeigen auch auf, dass im Frühling im Westen die Dichten gering waren, allerdings konnten insgesamt keine auffällig gesteigerten Dichten im Osten festgestellt werden, wobei die Dichten im Osten trotzdem noch höher waren als jene im FFH-Gebiet (Abb. 4.5, Abb. A.8, Abb. A.9). Die Flugdaten der letzten Jahre zeigen auf, dass die Saisonalität für das Gesamtgebiet recht variabel ist, mit Dichtepeaks in verschiedenen Jahreszeiten im Frühjahr, im Sommer, aber zum Teil auch im Winter (BioConsult SH et al. 2014, IfAÖ et al. 2015, 2016b, 2017). Langzeituntersuchungen im Bereich von ‚alpha ventus‘ zeigten ebenfalls jährliche Verschiebungen bezüglich der Phänologie in einzelnen Jahren (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Verschiedene Studien (z.B. im Zuge der Befliegungen durch das BfN) im Bereich der südlichen Nordsee in den vergangenen Jahren zeigten Dichtepeaks im Frühjahr und/oder Sommer auf (vgl. Kapitel 5.1), wobei für Herbst und Winter nur sehr wenige Daten vorliegen und ein Vergleich der Jahreszeiten deshalb nur schwer möglich ist. Die Bedeutung und das hohe Vorkommen im FFH-Gebiet werden allerdings durch alle Studien bestätigt.

Im Vergleich zum Vorjahr waren die durchschnittlichen Detektionsraten in 2018 an der Station BR7 deutlich geringer (2018: 14,0 % DP10M/Tag, 2017: 21,5 % DP10M/Tag) und auch die Werte an den Einzel-PODs TWB1 und 2 waren gering. Diese C-PODs liegen alle in den Flächen der OWPs ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, wobei in 2018 im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ gerammt wurde. Allerdings wurden auch schon in 2014 und 2015 ähnliche, in 2015 sogar niedrigere, Werte an der Station BR7 detektiert (2014: 15,7 % DP10M/Tag, 2015: 13,3 % DP10M/Tag). Daher ist es wahrscheinlich, dass der Rückgang der Detektionsraten an BR7 im Vergleich zum Vorjahr auf natürliche interannuelle Schwankungen zurückzuführen ist. Allerdings können temporären Meidereaktionen im Zuge der Rammungen diesen Effekt verstärkt haben. Im Allgemeinen waren nicht nur an BR7, sondern auch über alle POD-Stationen gemittelt die Detektionsraten in 2018 (22,8 % DP10M/Tag) etwas geringer als im Vorjahr (24,5 % DP10M/Tag), lagen aber noch über den Werten von 2014 und 2015 (19,2 % DP10M/Tag und 21,5 % DP10M/Tag). Dieses Bild wird auch durch die Flugdaten wiedergegeben. Die Sichtungsraten im Zuge der Schifferfassungen waren hingegen in 2017 und 2018 deutlich höher als noch in den Vorjahren, was aber vor allem mit vereinzelt hohe Werte im Winter (2017) bzw. im Sommer (2018) zusammenhängt. Sowohl im Rahmen der Trendanalyse der akustischen Daten (Abb. 4.44), als auch im Zuge der Auswertung der Dichten während der Flug-Erfassung zwischen 2014 und 2018 (vgl. Abb. 5.17), konnte keine generelle Trendentwicklung, also Ab- oder Zunahme im Schweinswalvorkommen im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Das Untersuchungsgebiet scheint insgesamt von einer gewissen jährlichen Variabilität geprägt zu sein, wobei das erhöhte Vorkommen und die Bedeutung des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ im Zuge aller fünf Untersuchungsjahre durch alle drei Erfassungsmethoden bestätigt wird. Im Gegensatz zu BR7 wurde an der POD-Station BR6, im Südosten des Gebietes, im Laufe der fünf Jahre eine starke Zunahme der Detektionsraten beobachtet. Diese lagen

in 2014 noch bei durchschnittlich 13,2 % DP10M/Tag und in 2017 bei 16,8 % DP10M/Tag. In 2018 ergab sich dann die größte Steigerung auf durchschnittlich 24,3 % DP10M/Tag.

Diverse Studien zeigen auf, dass sich das Vorkommen der Schweinswale in der südlichen Nordsee seit den 90er-Jahren stark erhöhte (Thomsen et al. 2006, Gilles et al. 2009, Haelters et al. 2010, Camphuysen 2011). Im Zeitraum von 2002 bis 2013 wurde im ‚Stratum D‘, in dem das Untersuchungsgebiet liegt, eine generelle Bestandszunahme festgestellt (Peschko et al. 2016). Auch an der niederländischen Küste kam es bis 2011 zu einer deutlichen Zunahme im Schweinswalvorkommen (Camphuysen 2011, Galatius et al. 2015). Zwischen 2012 und 2018 war für die niederländischen Gewässer, die im Westen an das Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ anschließen, weder ein positiver noch negativer Trend festzustellen (ICES 2019). Gilles et al. (2019) beschreiben ab 2012 ebenfalls schwankende Werte für den westlichen Teil der südlichen Nordsee, wobei ebenfalls kein eindeutiger Trend mehr auszumachen ist. Für das östliche Gebiet der südlichen Nordsee entwickelte sich in den letzten Jahren jedoch ein positiver Trend. Die Ergebnisse des Umweltmonitorings im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ der letzten fünf Jahre spiegeln einen ähnlichen Verlauf wider. Auch hier wurde kein genereller Trend (weder für die akustischen noch für die Flug-Daten) über die Jahre festgestellt. Allerdings stiegen die Detektionsraten an BR6 im Südosten des Untersuchungsgebietes bis 2018 deutlich an. Die Ergebnisse der BfN-Befliegungen in der südlichen Nordsee der letzten Jahre bestätigen die niedrigeren Werte (Dichte und Detektionsraten) für das Jahr 2015 (Fais et al. 2016). Im Jahr 2016 stiegen die Werte wieder an (ICES 2018), was auch das Umweltmonitoring zeigte. Die Daten der BfN-Befliegungen in 2018 zeigten keine Abnahme der Dichten. Den Daten zufolge waren die Dichten in 2016 und 2018 vergleichbar hoch (ICES 2019).

Die Analyse der Tagesrhythmik der Detektionsraten mittels C-PODs ergab über alle acht POD-Stationen und neun Einzel-PODs im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ keinen besonders deutlichen Unterschied zwischen der Hell- und Dunkelphase, wobei insgesamt ein leicht höherer Wert in der Nacht festgestellt wurde (Tab. 4.11). Im Vergleich der einzelnen POD-Stationen und Einzel-PODs untereinander ergaben sich aber zum Teil deutlichere Unterschiede zwischen den Phasen. Insgesamt wurden an den C-PODs außerhalb des FFH-Gebietes höhere Werte im Laufe der Nacht im Vergleich zum Tag (vor allem im Winter) festgestellt. Die POD-Stationen im Bereich des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘, vor allem an BR1 und BR2, zeigten hingegen vor allem höhere Werte während des Tages, was vor allem im Sommer und Herbst deutlich ausgeprägt war. Verschiedene akustische Studien mit PODs wiesen eine erhöhte Detektionsrate von Schweinswalen während der Nacht nach: So stellten Todd et al. (2009) und Brandt et al. (2014) nachts eine gesteigerte akustische Aktivität im Bereich von anthropogenen Strukturen (Brücken und Offshore-Gasanlagen) fest, die mit einem vermehrten Vorkommen von Beuteorganismen im Bereich dieser Strukturen zusammenhängen könnte. Brandt et al. (2014) und Williamson et al. (2016) stellten dabei vor allem einen Zusammenhang von größerer Wassertiefe sowie der Bodenbeschaffenheit mit der nächtlich gesteigerten Schweinswalpräsenz fest.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich trotz methodischer Unterschiede und Einschränkungen der einzelnen Erfassungsmethoden in der Synthese ein charakteristisches Gesamtbild ergibt. Das Untersuchungsgebiet des Umweltmonitorings im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ wies in 2018, wie auch in den Vorjahren, ein erhöhtes Schweinswalvorkommen im Bereich des FFH-Gebietes ‚Borkum-Riffgrund‘ auf. Der beschriebene Ost-West-Gradient war in 2018 dabei vor allem im Sommer und teilweise auch im Winter deutlicher ausgeprägt. Zum Teil ergab sich aber

auch ein erhöhtes Vorkommen im Osten des Gebietes, z.B. im Frühjahr. Die Schweinswalverteilung im Frühjahr spiegelte auch einen Nord-Süd-Gradienten wider, der in umgekehrter Richtung auch schon im Jahr 2016 auftauchte. Dadurch wird deutlich, dass temporäre Faktoren die Schweinswalverteilung im Untersuchungsgebiet beeinflussen können, der über Jahre konstante durchschnittliche Ost-West-Gradient davon jedoch nicht beeinflusst wird. Die Dichten lagen insgesamt im niedrigen bis mittleren Bereich. Die mittlere Dichte und die Detektionsraten für das Gebiet waren 2018 geringer als 2017, wobei sich über die fünf Jahre kein Trend (weder positiv noch negativ) ergab. Das Gebiet unterliegt insgesamt natürlichen, interannuellen Schwankungen, wobei die Phänologie innerhalb des FFH-Gebietes eine hohe Konstanz aufweist.

5.3.3 Robben

Robben wurden in 2018 sowohl im Zuge der Schiffstransekt-Erfassungen (163 Individuen), als auch im Rahmen der Flugtransekt-Erfassungen (192 Individuen) gesichtet. Damit lag das Niveau im Jahr 2018 wie auch 2015 unter dem der Jahre 2016 und 2017. Mit 35,9 % konnte ein geringerer Anteil an Robben auf Artniveau bestimmt werden als in den Vorjahren. Die Verteilung innerhalb der bei Flugtransekt-Erfassungen auf Artniveau bestimmten Robben wich 2018 im Vergleich zu den Vorjahren leicht ab. So lag der relative Anteil der Kegelrobben mit 11,6 % ca. doppelt so hoch wie in den Jahren 2013 bis 2017. Seehunde machten nur 88,4 % der Robben aus. Allerdings konnte nur ein relativ geringer Anteil der Robben auf Artniveau bestimmt und somit das wirkliche Verhältnis zwischen Seehunden und Kegelrobben nur schwer erfasst werden. Abgesehen davon, dass die Veränderung des Verhältnisses der beiden Arten vermutlich methodisch bedingt ist, kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass an dieser Stelle eine Veränderung der Artzusammensetzung beobachtet wird. So ist die Gesamtzahl der Seehunde seit 2012 im Wattenmeer nahezu konstant geblieben (Galatius et al. 2018) während die Anzahl der Kegelrobben seit 2013 kontinuierlich ansteigt (Cremer et al. 2019). Bei den Schiffserfassungen wurden in 2018 etwa dreimal so viele Robben gesichtet wie im Jahr 2017, wo bereits eine etwa 1,5fache erhöhte Robbensichtungsrate wie 2015 und 2014 registriert wurde. Seehunde machten auch hier mit ca. 72 % den höchsten Anteil aus, während 15,3 % auf Kegelrobben entfielen. Der relativ hohe Anteil der Kegelrobben bei den Schiffstransekt-Erfassungen spricht dafür, dass auch der Anteil der Kegelrobben bei den Flugtransekt-Erfassungen, trotz der hohen Anzahl an nicht auf Artniveau bestimmter Robben, die Wirklichkeit gut widerspiegelt und der Kegelrobbe eine immer wichtigere Bedeutung in der deutschen Nordsee zukommt.

Robben wurden während des ganzen Untersuchungsjahres 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet beobachtet und verteilten sich, wie auch schon 2016 und 2017, etwas weiträumiger als es noch 2014 und 2015 der Fall war. Ein deutliches saisonales Muster lässt sich bei den Robben nicht erkennen. Die Muster im saisonalen Vorkommen von Robben sind im Vergleich zwischen Flug- und Schiffstransekt-Erfassungen sowie zwischen den Jahren 2013 bis 2018 nicht einheitlich (vgl. Abb. 5.18 und Abb. 5.19). Die Flugdaten schwankten im Jahr 2018 in den einzelnen Monaten mit etwas höheren Werten im Februar. Ein Frühjahrs- und Sommerpeak wie 2016 wird ebenso wenig deutlich wie der Frühjahrs- und Spätsommerpeak im Jahr 2015. Ein Sommerpeak wird allerdings im Rahmen der Schiffstransekt-Erfassung deutlich. Auch die Phänologie auf Basis der Schiffstransekt-Erfassungen schwankte stark zwischen den Jahren. Die im Jahr 2018 im August festgestellte Sichtungsrate übersteigt das bisherige Maximum um über das Dreifache. Der in 2018 bei den Flugtransekt-Erfassungen festgestellte ausgeprägte Nord-Süd-Gradient mit den meisten Robben-

sichtungen im Süden des Untersuchungsgebietes in der Nähe zu den Ostfriesischen Inseln wurde auch schon in den vier Vorjahren nachgewiesen, wobei sich das Bild aufgrund des abgeänderten Untersuchungsgebietes etwas verändert hat. Das Untersuchungsgebiet reichte 2018 nicht mehr so nahe an die Ostfriesischen Inseln heran. Beim aktuellen Design wurden die meisten Robben im Südwesten im FFH-Gebiet ‚Borkum-Riffgrund‘ erfasst. Da vor allem Seehunde, die den Großteil der Robbensichtungen ausmachen, die Ostfriesischen Inseln als Rast- und Wurfplätze nutzen, war eine entsprechende Verteilung mit Nord-Süd-Gradienten auch zu erwarten gewesen. Die Verteilung und das Vorkommen von Robben entsprechen somit sehr gut den bis dahin bekannten Verteilungsmustern in diesem Seegebiet. Das Robbenmonitoring des CWSS (Common Wadden Sea Secretariat) zeigte eine kontinuierliche Zunahme an Seehunden im Bereich des niederländisch/deutschen/dänischen Wattenmeers seit 2003, wobei die Zahlen seit 2012/2013 mit leichten Schwankungen auf einem ähnlichen Niveau geblieben sind (Abb. 5.6). Genauso ist das Robbenvorkommen im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ mit leichten Schwankungen seit 2014 relativ konstant (Abb. 5.20), wobei der Rückgang der ermittelten Gesamtdichten in 2018 vermutlich mit der Anpassung des Untersuchungsgebietes zusammenhängt.

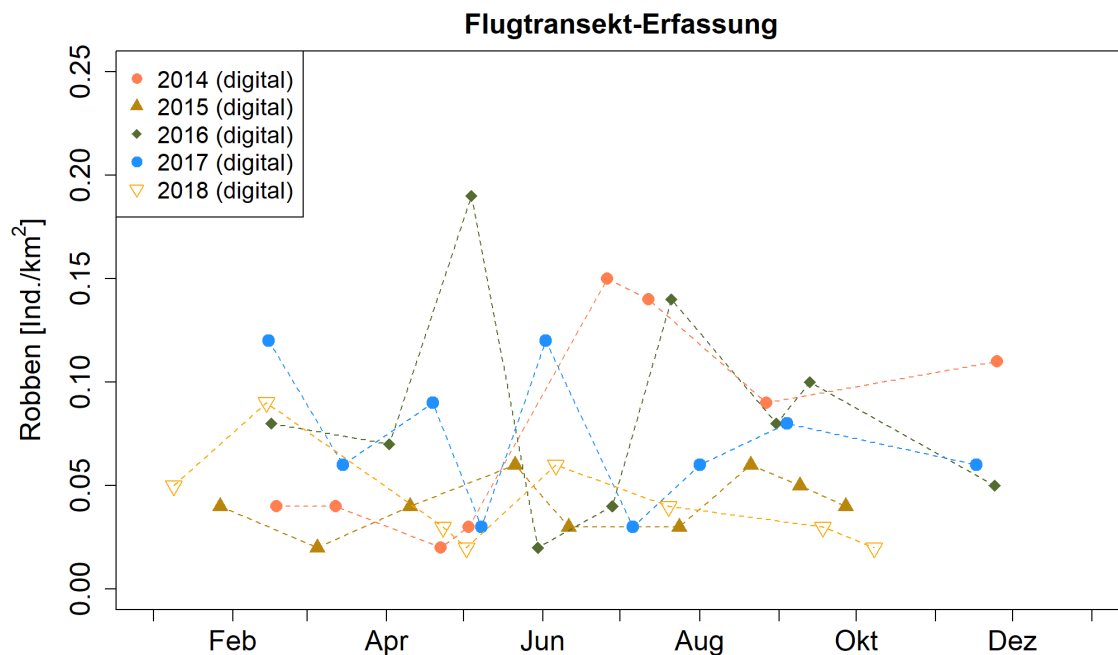


Abb. 5.18 Robbenphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b) 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie); Dichte aus Flugtransekt-Erfassungen.

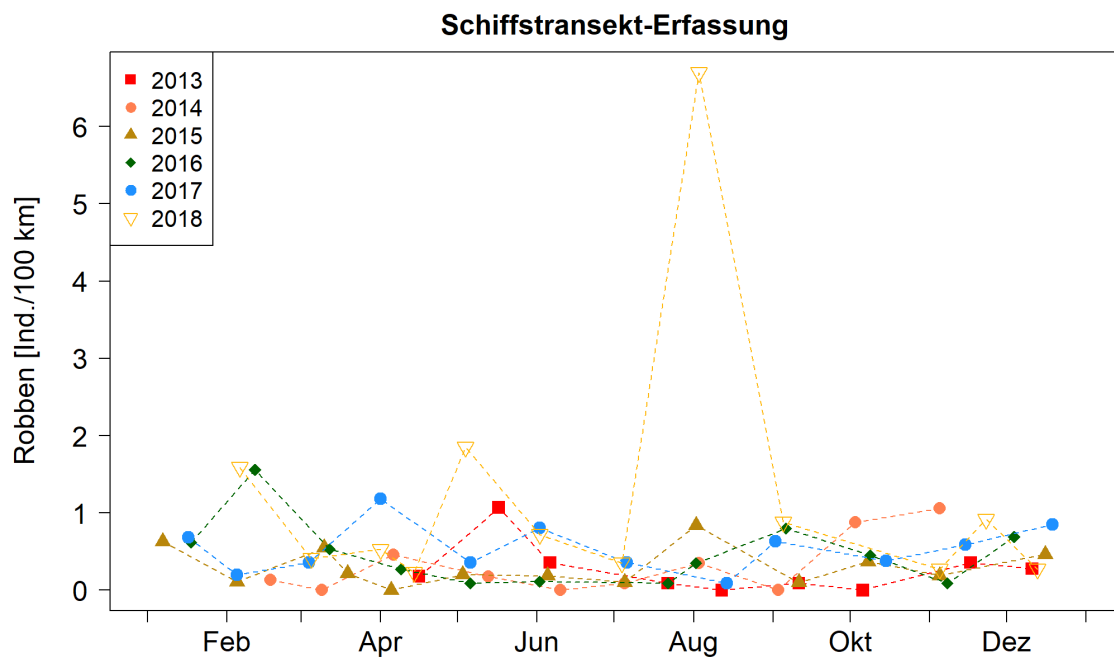


Abb. 5.19 Robbenphänologie im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ aus den Jahren 2013 (BioConsult SH et al. 2014), 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie) anhand der aus den Schiffstransekt-Erfassungen berechneten Sichtungsraten.

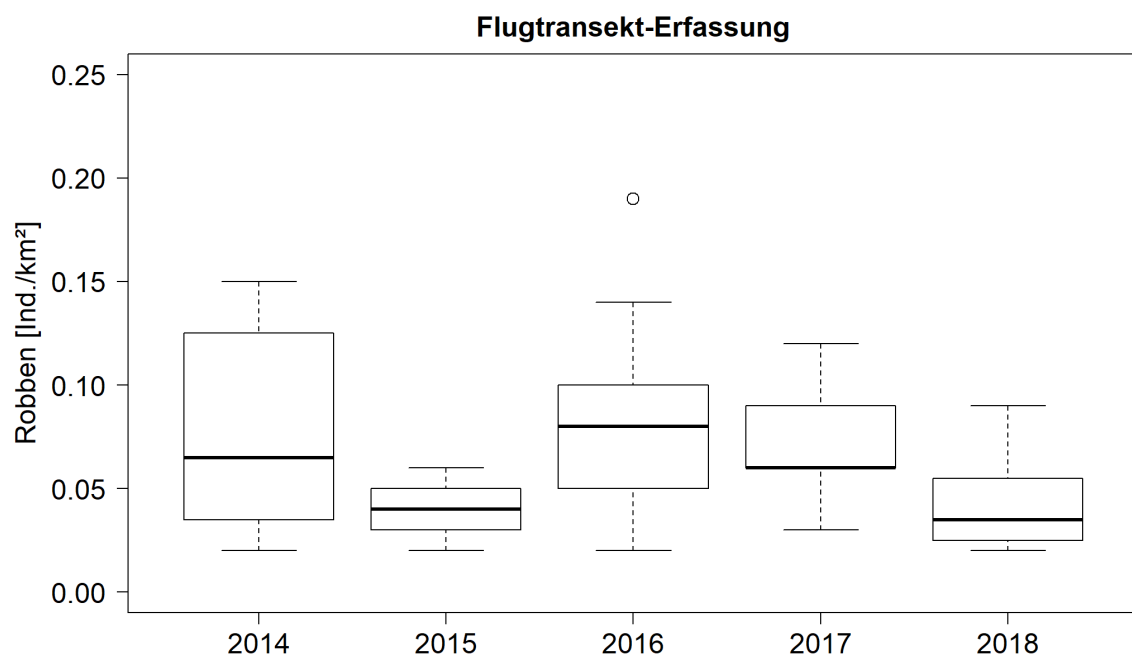


Abb. 5.20 Robbendichte im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 (IfAÖ et al. 2015), 2015 (IfAÖ et al. 2016b), 2016 (IfAÖ et al. 2017), 2017 (IfAÖ et al. 2018) und 2018 (diese Studie), basierend auf den Flugtransekt-Erfassungen.

5.3.4 Sonstige Meeressäuger

Bei den Meeressäugern, die nicht den Schweinswalen oder Robben zugeordnet wurden, handelte es sich bei den Flugtransekt-Erfassungen ausschließlich um nicht genauer bestimmbare Tiere der Kategorie ‚Robbe/Delfinartige‘. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei diesen Tieren nahezu ausschließlich um Schweinswale, Seehunde und Kegelrobben handelt. Da eine genaue Zuordnung jedoch nicht möglich ist, wurden diese nicht mit in die Auswertung genommen. Je nachdem welcher Anteil aus der Kategorie ‚Robbe/Delfinartig‘ den Schweinswalen bzw. den Robben zugerechnet wird, desto höher ist der Einfluss auf die jeweils berechneten Dichten. Dabei ergibt sich eine maximale Abweichung der Gesamtdichte der Schweinswale von 4,5 %. Bei den einzelnen Flugtransekt-Erfassungen schwankt die maximale Abweichung der Dichte zwischen 0 und 13,6 %. Bei den Robben ist die maximale Abweichung aufgrund der geringeren Dichten deutlich höher. So beträgt die maximale Abweichung der Gesamtdichte der Robben 17,7 % und die der einzelnen Flugtransekt-Erfassungen zwischen 0 und 45,5 %. Im Jahr 2018 wurden bei den Schiffstransekt-Erfassungen im Untersuchungsgebiet keine weiteren Meeressäugetiere festgestellt.

5.4 Potenzielle Auswirkungen durch den Bau/Betrieb der Windparks und weiterer Lärmquellen im Cluster ‚Nördlich Borkum‘

Bau von OWPs

Die hohen Schalldrücke in Verbindung mit Schallemissionen in einem breiten Frequenzband, die bei der Rammung von Windpark-Fundamenten entstehen, bergen in Abhängigkeit der Empfangspegel und Expositionsdauer das Risiko temporärer oder dauerhafter Schädigung des Gehörs und/oder aufgrund der Überlagerung mit Teilen des Hörvermögens von Meeressäugern ausgeprägter Verhaltensbeeinflussung der Tiere (Richardson et al. 1995). Daher werden von Seiten der Genehmigungsbehörde Nebenbestimmungen festgesetzt, die eine Vertreibung der Schweinswale aus dem Gefährdungsbereich sicherstellen sollen (BSH 2012b).

Im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ wurden in 2018 Rammungen mit Hilfe eines Impulsrammverfahrens in zwei Windpark-Flächen durchgeführt, zum einen im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ vom 05.03. bis 25.05.2018 sowie im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ zwischen dem 28.06. und 26.11.2018. Die Rammarbeiten wurden von Vergrämnungs- und Schallminderungsmaßnahmen begleitet, um Meeressäuger vor Verletzungen oder weiteren nachhaltigen Beeinträchtigungen zu schützen. Diese Maßnahmen wurden innerhalb einer speziell darauf ausgerichteten Effizienzkontrolle überwacht und der Erfolg dieser Maßnahmen daraufhin bewertet. Dies wurde in den Abschlussberichten zur Effizienzkontrolle ausführlich beschrieben (BioConsult SH 2018a, 2018b).

Bei Schweinswalen sind in der Nordsee ohne Einsatz von Schallminderungstechniken Fluchtreaktionen und Meideverhalten bis in über 20 km Entfernung von der Rammung nachgewiesen worden (Tougaard et al. 2006, Lucke et al. 2011). Diverse weitere Untersuchungen beschreiben eine Vertreibungswirkung von Rammarbeiten auf Schweinswale (u.a. Brandt et al. 2011, Dähne et al. 2013a, Diederichs et al. 2015, BioConsult SH et al. 2016, 2019). Dabei zeigten Diederichs et al. (2014) am Beispiel des Windparks ‚Trianel Windpark Borkum - Phase I‘, dass bei schallgeschützten Rammarbeiten ein Meideverhalten der Schweinswale bis in eine Entfernung von maximal 8 km zur Schallquelle nachweisbar war. Dähne et al. (2013a) wiesen für den Windpark ‚alpha ventus‘ einen negativen Einfluss der Rammarbeiten bis zu einer Distanz von 10,8 km nach. Bei dem OWP ‚Nysted‘ in der Ostsee wurden im Vergleich zur Basisaufnahme auch noch 10 Jahre nach Beendigung der Rammarbeiten weniger Schweinswale detektiert als zuvor (Teilmann & Carstensen 2012). Im Gegensatz dazu zeigen jedoch die meisten Studien einen nur kurzfristigen Meideeffekt von wenigen Stunden bis Tagen (BioConsult SH & IfAÖ 2010, Brandt et al. 2011 etc. Diederichs et al. 2014, BioConsult SH et al. 2019). Im Rahmen der Gescha 1-Studie (Gesamtstudie Schallauswirkungen 1; BioConsult SH et al. 2016, Brandt et al. 2018) wurden die Auswirkungen des Baus von 8 Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee mittels C-POD, Flug- und Rammdaten von 2009 bis 2013 ausgewertet. Schallminderungsmaßnahmen, die damals noch in der Entwicklungsphase steckten, führten zu einer durchschnittlich Lärmreduktion von 10 dB, wenngleich es bei den verschiedenen OWPs dabei eine hohe Variabilität gab. Bei Lärmwerten von über 170 dB_{SEL} kam es im Durchschnitt zu einer über 90 %-igen Reduktion in den Schweinswal-Detektionen, bei Werten zwischen 145-150 dB nur zu einer 25 %-igen. Der mittlere Effektradius betrug 17 km und hielt im Nahbereich bis 2 km für 20-31 Stunden an. Es gab keine Anzeichen für kumulative Effekte noch für Auswirkungen auf Populationslevel. Die Folgestudie Gescha 2 beinhaltet Daten für die Jahre

2014 bis 2016 und beschreibt die Effekte des Baus von 11 OWPs in der deutschen Nordsee (BioConsult SH et al. 2019). Dabei wurde festgestellt, dass sich im Vergleich zu Gescha 1 die Schallschutzmaßnahmen stark verbessert haben. So waren die Lärmpegel in 750 m Entfernung zur Rammung im Durchschnitt um 9 dB leiser als noch bei Gescha 1 und das Schallschutzkriterium von 160 dB wurde größtenteils eingehalten. Dennoch belief sich der Effektradius, der im Zuge der C-POD-Untersuchungen ausgewertet wurde, immer noch auf 17 km (im Rahmen der Flugdaten-Auswertung 11,4 bis 19,5 km). Bei Lärmwerten unter 165 dB wurde keine Korrelation zwischen Lärmpegel und Effektradius mehr festgestellt. Dies könnte mit verschiedenen Faktoren zusammenhängen, wie z.B. einem stereotypen Fluchtverhalten/Fluchtdistanz, einer Vertreibungsreaktion durch Seal Scarer, Effekten durch gesteigerten Schiffsverkehr und/oder kummulative Effekte durch, im Vergleich zu Gescha 1, deutlich verkürzte Abstände zwischen den Rammungen. Insgesamt bestätigen die Ergebnisse von Gescha 2 die von Gescha 1; es kommt im Zuge der Rammungen zu kurzfristigen (1-2 Tage) Vertreibungsreaktion, Auswirkungen auf Populationslevel konnte nicht festgestellt werden. Insgesamt war der Trend der Schweinswaldichten/-detektionen in der deutschen Nordsee zwischen 2010 und 2016 positiv (BioConsult SH et al. 2019).

Bei den Analysen der C-PODs, die in die Auswertung der Rammeffekte im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ einfließen (BR2, BR3, BR7, TWB1, TWB2), zeigte sich insgesamt (alle sechs Distanzklassen zusammen betrachtet) eine signifikante Reduktion der Detektionsraten von Schweinswalen 24-13 Stunden vor sowie 13-24 Stunden nach der Rammung im Vergleich zum Zeitraum der Vergrämung/Rammung. Im Zeitraum 12-1 Stunden vor bzw. 1-12 Stunden nach der Rammung wurde insgesamt kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt (Tab. 4.12). Für die Analysen bei ‚Borkum Riffgrund 2‘ wurden die Daten der POD-Stationen BR2, BR4, BR7 sowie der Einzel-PODs BKR1-3 berücksichtigt. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Detektionsraten während der Vergrämung/Rammung und 1-12 Stunden nach Rammende wurde nur in Distanzklasse 1 (1,7-4 km Entfernung) und 5 (>16-18,4 km) festgestellt (Tab. 4.13). Da das Schallschutzkriterium von 160 dB re 1 μ Pa in 750 m Entfernung stets (bis auf eine Ausnahme mit 160,4 dB re 1 μ Pa) eingehalten wurde (BioConsult SH 2018a) und zudem keine Effekte in Distanzklasse 2-4 aufgezeigt werden konnten, ist es eher unwahrscheinlich, dass die Abnahme der akustischen Aktivität während der Rammung in Distanzklasse 5 einen Rammeffekt darstellt, als wahrscheinlicher gelten methodische Restriktionen. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf kurzfristige Meidereaktionen.

Während der Bauarbeiten der beiden OWPs ‚Borkum Riffgrund 2‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ wurde jeweils ein Flug während bzw. bis 24 Stunden nach der Rammung durchgeführt. Die zwei Flugtransekt-Erfassungen, die während oder in einem Zeitraum bis 24 Stunden nach einer Rammung in den beiden OWPs durchgeführt wurden, deuten lediglich auf eine relativ kleinskalige und kurzfristige Meidung hin. So wurden auf beiden Flugtransekt-Erfassungen Schweinswale bereits wenige Stunden nach der Rammung innerhalb des 8-km-Radius gesichtet. Auch die Ergebnisse der Effizienzkontrolle zeigen nur relativ kleinskalige Effekt (BioConsult SH 2018a, 2019). So wurden mittels C-PODs teilweise noch während der Rammung Schweinswale in 750 m Entfernung zur Rammstelle detektiert.

Trendanalysen der Detektionsraten an den POD-Stationen BR1 bis BR8 der Jahre 2014 bis 2018 ergaben z.T. ein Absinken der Detektionsraten zu Beginn der Rammphasen, z.B. bei ‚Merkur Offshore‘. Innerhalb der Rammphase stiegen die Detektionsraten aber wieder an. Im Zuge der Rammphase im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ kam es wiederum zu einem Anstieg der Detektionsraten. Eine

grundsätzliche Trendbeeinflussung durch die Fundamenttrammungen der OWPs, ‚Borkum Riffgrund 1‘ (21.01 bis 28.07.2014), ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ (14.04. bis 13.09.2015), ‚Nordsee One‘ (14.12.2015 bis 19.05.2016), ‚Merkur Offshore‘ (24.04.2017 bis 07.07.2017), ‚Borkum Riffgrund 2‘ (05.03.2018 bis 25.05.2018) sowie ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ (28.06.2018 bis 26.11.2018) innerhalb dieser Zeitspanne zeigte sich nicht (Abb. 4.44).

Basierend auf den C-POD-Daten des Umweltmonitorings liegen derzeit keine Hinweise auf eine dauerhafte Trendbeeinflussung durch den Bau der OWPs zwischen 2014 und 2018 im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ vor. Nabe-Nielsen et al. (2017) gehen davon aus, dass dauerhafte Effekte auf die Population nur erkennbar sind, wenn Meideffekte über mehrere Jahre und über 20 bis 50 km Entfernung nachgewiesen werden.

Betrieb von OWPs

Mit den Daten der Flugtransekt-Erfassungen aus den Jahren 2014 bis 2018 wurde mit Hilfe einer Gradientenanalyse untersucht, ob sich die Schweinswal- und Robbensichtungsraten in Abhängigkeit der Distanz zu den sechs bestehenden Windparks ‚alpha ventus‘, ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘, ‚Nordsee One‘ und teilweise ‚Merkur Offshore‘ änderten.

In die Gradientenanalyse bezüglich der Auswirkungen der Betriebsphase flossen 1.164 Schweinswalsichtungen ein. Mit insgesamt 230 Robbensichtungen, die im Rahmen der Gradientenanalyse berücksichtigt werden konnten, liegt für diese Artengruppe ein deutlich geringerer Datensatz vor und die Ergebnisse sind dadurch weniger aussagekräftig. In die Gradientenanalyse flossen hinsichtlich der Basisphase, die sich ausschließlich auf die OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ bezieht, 366 Schweinswalsichtungen und 56 Robbensichtungen ein. Neben einer generell geringeren Sichtungsraten von Robben im Vergleich zu Schweinswalen spielt auch die Tatsache eine Rolle auf die Aussagekraft der Gradientenanalyse der Robben, dass im Bereich der Windparks und damit im Bereich der Fläche, die in die Gradientenanalyse einbezogen wurde, nur ein geringes Robbenvorkommen festgestellt wurde. Die Mehrzahl dieser Tiere kommt eher küstennah im Einzugsbereich der Liegeplätze vor.

Das Ergebnis der Gradientenanalyse zeigt für Schweinswale eine etwas geringere Sichtungsraten innerhalb der Windparkflächen sowie in den Distanzklassen 0-2 km und 2-4 km in der Betriebsphase im Vergleich zur 10-12 km entfernten Referenzklasse. Das GAM zeigt einen leichten Anstieg der Sichtungsraten mit zunehmender Entfernung. Allerdings zeigte sich auch in der Basisphase ein natürlicher und windparkunabhängiger Gradient mit signifikant geringeren Sichtungsraten innerhalb der zu diesem Zeitpunkt noch nicht existierenden OWP-Flächen und zunehmenden Sichtungsraten mit zunehmender Distanz zu den zu diesem Zeitpunkt noch nicht existierenden OWPs. Die Ergebnisse der Basisphase deuten also auf eine inhomogene Verteilung der Tiere mit einem natürlichen Gradienten in Abhängigkeit zu den geplanten Windparkflächen hin. Die Analyse der Basisphase begrenzt sich aufgrund der Datenlage allerdings nur auf die drei OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ im östlichen Untersuchungsgebiet.

Für die Analyse eines Effektes der Betriebsphase konnten die Daten von drei weiteren OWPs mitbezogen werden, für die es allerdings keine Basisdaten gibt (‚alpha ventus‘, ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘). Daher ist der während der Basisphase nachgewie-

sene windparkunabhängige Gradient nur mit Einschränkung als generelles Verteilungsmuster zu bewerten. Andererseits spricht der deutliche Ost-West-Gradient im Vorkommen von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet dafür, dass sich bei allen OWPs im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ ein ähnliches Verteilungsmuster darstellen lässt wie für die drei OWPs (‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘) beschrieben wurde. So ist anzunehmen, dass die Schweinswaldichten innerhalb der Flächen zumindest einiger OWPs im mittleren Eignungsgebiet (‚alpha ventus‘, ‚Borkum Riffgrund 1‘, ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘) bereits vor dem Bau der jeweiligen OWPs bereits geringer war als im angrenzenden FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘. Dafür sprechen auch die Ergebnisse der C-POD-Auswertung, bei der sich anhand der Phänologien die POD-Stationen BR1, BR2 und BR8 von den beiden POD-Stationen BR3 und BR7 sowie der POD-Station BR4 deutlich unterscheiden.

Die Gradientenanalyse für die Betriebsphase zeigt ebenfalls eine geringere Sichtungsrates innerhalb der Windparks und das GAM ergibt eine mit zunehmender Entfernung zum Windpark ansteigende Zahl an Schweinswalsichtungen. Dieser scheinbare Vertreibungseffekt muss aber im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Basisdaten bewertet werden: Möglicherweise liegt im Untersuchungsgebiet ein natürlicher Gradient vor mit geringen Sichtungsrates im Bereich der Windparkareale, unabhängig davon, ob dort ein Windpark steht oder nicht.

Trotz einer signifikant geringeren Sichtungsrates von Schweinswalen innerhalb der Windparks wurden während der acht Flüge im Jahr 2018 insgesamt 45 Schweinswale innerhalb eines OWPs in Betrieb gesichtet. Dabei wurden Schweinswale in allen der sechs OWPs gesichtet. Daraus wird ersichtlich, dass Schweinswale die OWP-Flächen aktiv nutzen. Auch die C-POD-Untersuchungen zeigen, dass innerhalb der Windparkflächen hohe Detektionsraten erreicht werden. So wurden an den Einzel-PODs BKR1 und BKR3 im OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ ähnliche Detektionsraten und Phänologien festgestellt wie an den POD-Stationen BR2 und BR8 im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘. Diese Stationen wurden auch innerhalb der Clusteranalyse zu einem signifikanten Cluster zusammengefasst, welches jene Stationen mit den höchsten Detektionsraten umfasst (Abb. 4.36). An den Einzel-PODs innerhalb der OWPs ‚Godewind 01 und 02‘ wurden ebenfalls ähnliche Phänologien aufgezeigt wie an den nahe gelegenen POD-Stationen. Im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ wurden an den Einzel-PODs TWB1 und TWB2 und der POD-Station BR7 wiederum nur geringe Detektionsraten verzeichnet (Tab. 4.9). In 2018 wurde im benachbarten OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘ gerammt, daher könnte es sich um einen Meideffekt im Zuge der Rammungen und/oder des Betriebs von ‚Trianel Windpark Borkum - Phase I‘ handeln. Allerdings wurden auch schon in 2014 und 2015 ähnliche, in 2015 sogar niedrigere, Werte an der Station BR7 detektiert. Daher könnten die geringen Detektionsraten an BR7 auch auf natürliche interannuelle Schwankungen zurückzuführen sein.

Eine weitreichende Meidung über mehrere Kilometer ist grundsätzlich nicht zu erwarten, da der betriebsbedingte Schalleintrag von Windturbinen für Schweinswale nur wenige hundert Meter weit hörbar sein sollte (Madsen et al. 2006). Tougaard et al. (2009) wiesen bei drei verschiedenen WEA-Typen eine Hörbarkeit bis in 20-70 m Entfernung nach. Somit sollten Betriebsgeräusche kaum zu einer weiträumigen Vertreibung führen. Scheidat et al. (2011) wiesen anhand von C-PODs in der Betriebsphase des niederländischen Windparks ‚Egmond an Zee‘ sogar ein erhöhtes Schweinswalvorkommen innerhalb des Windparks nach. Die Autoren diskutieren, dass das erhöhte Schweinswalvorkommen mit höherer Nahrungsverfügbarkeit aufgrund des Ausschlusses von Fischerei innerhalb und in einer 500-m-Pufferzone eines Windparks („shelterings effect“) zusammen-

menhängen könnte. Zusätzlich kann der Aufwuchs an Pfählen der Windenergieanlagen eine Änderung der Artenzusammensetzung des ansonsten ausschließlich sandigen Bodens mit sich bringen (Pedersen et al. 2006) und so zu einem geänderten verfügbaren Beutefischspektrum für Schweinswale führen. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Scheidat et al. (2011) wurde bei dem OWP ‚Nysted‘ in der Ostsee nachgewiesen, dass auch zehn Jahre nach Betriebsbeginn noch weniger Schweinswale im Windparkgebiet vorkamen als vor Baubeginn (Teilmann & Carstensen 2012). Die Autoren erklären den langanhaltenden Vertreibungseffekt im Bereich des OWP ‚Nysted‘ damit, dass negative Effekte in Gebieten mit geringer Bedeutung für Schweinswale ausgeprägter sein können, da die Tiere keine Motivation haben, das Gebiet wieder zu besiedeln. Die beiden Gebiete lassen sich allerdings aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage und Bedeutung für Schweinswale nur schwer miteinander vergleichen. Bei beiden Studien wurde kein Gradient im Vorkommen ermittelt, sondern der OWP wurde jeweils mit einem oder mehreren Referenzgebieten verglichen. Des Weiteren wurden bei den beiden Projekten Daten der Basisphase in die Analyse mit einbezogen, was einen direkten Vergleich mit der aktuellen Studie erschwert.

Das geringere Vorkommen von Schweinswalen in den Windparkflächen kann eventuell mit einem erhöhten Schiffsvorkommen zusammenhängen. Dyndo et al. (2015) weisen darauf hin, dass der Einfluss von Schiffslärm auf Schweinswale häufig unterschätzt wird und zu Meidungseffekten bis in über 1 km Distanz führen kann. Eine neuere Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Schiffslärm und dem Jagdverhalten von Schweinswalen und beschrieb erste Hinweise auf eine signifikante kurzfristige Verhaltensänderung unter dem Einfluss von Schiffslärm (Wisniewska et al. 2018). Solche Effekte könnten auch bei Offshore-Windparks relevant sein, da vor allem in den ersten Monaten nach Betriebsbeginn in den einzelnen OWPs mit erhöhtem Schiffsverkehr zu rechnen ist. Und auch während der regulären Betriebsphase kann bei bestehenden OWPs von einem beständigen Wartungsverkehr ausgegangen werden. Abb. 5.21 zeigt beispielhaft den über das Jahr 2017 akkumulierten Schiffsverkehr im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ auf Basis von AIS-Signalen. Bei der Interpretation der Karte ist einschränkend anzumerken, dass die Intensität des Schiffsverkehrs auch abhängig von der Anzahl an Signal-Empfängern ist und dass durch den hier herangezogenen Kartenanbieter Marine Traffic keine flächendeckende Signalabdeckung sichergestellt werden kann. Trotz dieser Einschränkungen gibt die Karte wichtige Hinweise darauf, dass neben den Hauptschifffahrtsrouten die Windparkflächen die Bereiche mit den höchsten Schiffsaufkommen sind. Das gilt im Jahr 2017 besonders für die OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘, ‚Gode Wind 02‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘. Für das Jahr 2018 bietet Marine Traffic aktuell keine entsprechende Karte an. Es ist aber anzunehmen, dass der Schiffsverkehr vor allem in den beiden sich im Bau befindeten OWPs ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ und ‚Borkum Riffgrund 2‘ deutlich erhöht sein wird und die drei OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ mehrere Jahre nach ihrem Bau nicht mehr so stark von Schiffen frequentiert sein werden wie am Anfang der Betriebsphase. Dies bestätigen die C-POD-Untersuchungen des Umweltmonitorings in 2018. Dabei wurden die Detektionen von Boots/Schiffs-Sonaren mitausgewertet (4.3.6). Die Analyse ergab signifikant höhere Detektionsraten für Sonare an jenen C-PODs, die sich innerhalb eines OWPs in der Betriebsphase befanden, im Gegensatz zu den POD-Stationen außerhalb der Windparkflächen. War zudem noch ein weiterer OWP in räumlicher Nähe, in dem in 2018 gebaut wurde (‚Borkum Riffgrund 2‘ und ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘), waren die Detektionen von Sonaren nochmals höher (Tab. 4.14). Die Detektionen von Sonaren an den Einzel-PODs innerhalb der Windparkflächen von ‚Godewind 01 und 02‘ waren geringer als jene in den Flächen von ‚Trianel Windpark Borkum – Phase I‘ und ‚Borkum Riffgrund 1‘. Diese Ergebnisse verdeutlichen

den gesteigerten Schiffsverkehr (Wartungs- und Bauschiffe etc.) innerhalb der OWPs, vor allem jenen in der Bauphase.

Insgesamt weisen die Ergebnisse der aktuellen Analyse keinen deutlichen Meideeffekt der Windparkflächen auf Schweinswale nach. Die statistisch nachweisbar geringere Sichtungswahrscheinlichkeit von Schweinswalen innerhalb der OWPs ist möglicherweise auf einen natürlichen Gradienten zurückzuführen, der auch bereits vor Baubeginn existierte. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass ein schwacher Meideeffekt zusätzlich eine Rolle spielte. In dem Fall könnte der windpark-assoziierte Schiffsverkehr die wahrscheinlichste Erklärungsvariable sein.

Obwohl die angewendete Analyse für den Umstand, dass ein geringerer Erfassungsaufwand innerhalb der OWPs erfolgte, korrigierte, kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass der geringe Erfassungsaufwand innerhalb der OWPs zu einer methodisch bedingten Verzerrung führte. Um diesen Umstand auszuschließen, wurde Anfang 2018 das Flugtransektdesign angepasst und der Flugaufwand innerhalb der OWP-Flächen erhöht. Dadurch wurde die Datengrundlage in diesen Arealen verbessert. Da bisher nur ein Jahr mit erhöhtem Effort innerhalb der OWP-Flächen mehreren Jahren mit niedrigerem Effort gegenübersteht, wird die Ungleichverteilung des Efforts im nächsten Jahr weiter abnehmen.

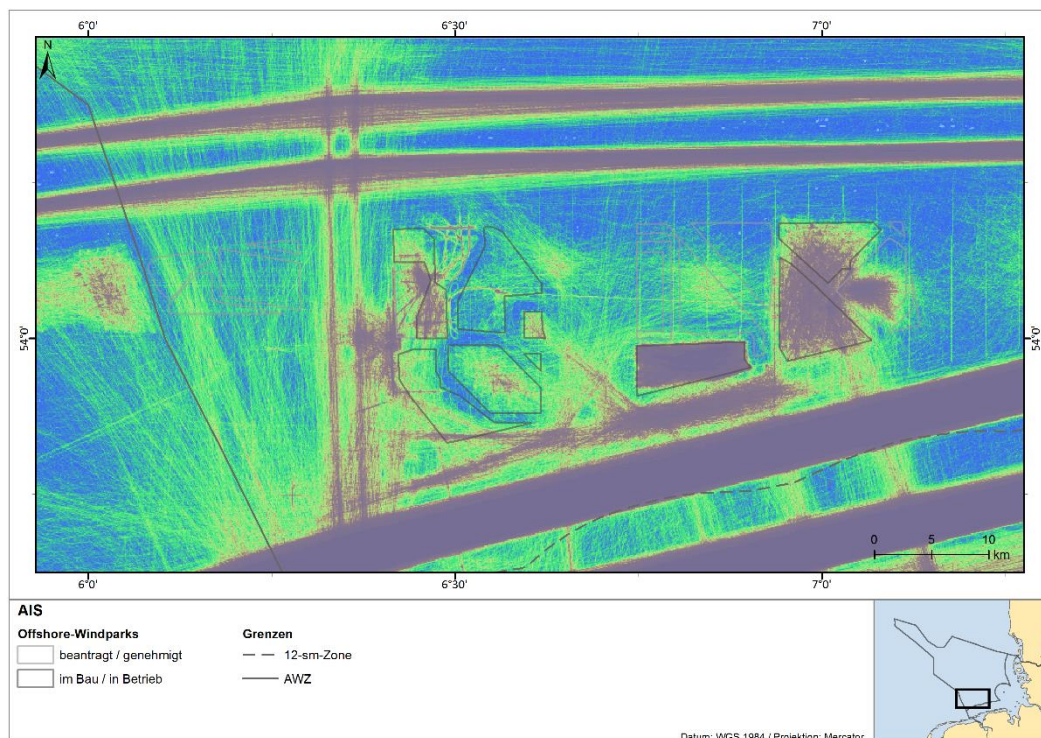


Abb. 5.21 Schiffsverkehr im Jahr 2017 im Cluster „Nördlich Borkum“ (kumulierte AIS-Daten; <http://www.marinetraffic.com> vom 23.05.2018). Der Gradient des Schiffsaufkommens ist mit den Farben blau (=wenig), gelb-grün (=mittel) und rot-braun (=hoch) gekennzeichnet.

Hinsichtlich der Robben muss die Gradientenanalyse aufgrund der deutlich geringeren Anzahl registrierter Individuen als weniger robust gewertet werden als die der Schweinswale. Es gab während der Betriebsphase wie bei den Schweinswalen geringere Sichtungsraten der Robben in den Windparkflächen im Vergleich zur Referenzklasse in 10-12 km Entfernung, aber keinen Gradienten mit zunehmender Entfernung zum OWP. So ähnlich verhielt es sich bereits während der Basisun-

tersuchung der OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘, und ‚Gode Wind 02‘, was eher auf einen natürlichen Gradienten als auf einen Meideeffekt schließen lässt. Im Jahr 2018 wurden insgesamt 13 Robben auf den neun Flügen innerhalb der OWPs in Betrieb gesichtet. Nur im OWP ‚alpha ventus‘, der sehr klein ist und vom Idealtransekt nur angeschnitten wird, sowie im OWP ‚Gode Wind 02‘ wurden keine Robben gesichtet, die nächste Robbe aber bereits in weniger als 100 m Entfernung der beiden OWPs. Außerhalb der OWPs ist in Bezug auf die Abstandsklassen kein Effekt mehr zu beobachten.

So weisen sowohl die Verteilung der Robben als auch die bisher veröffentlichten Ergebnisse von besenderten Tieren darauf hin, dass von OWPs in der Betriebsphase keine störenden Effekte ausgehen, sondern im Gegenteil die anthropogenen Strukturen von den Tieren als Nahrungshabitat genutzt werden können (Russell et al. 2016). Insgesamt bleibt die Aussage eines (schwachen) Meideeffektes der Windparks im Betrieb auf Robben nicht abgesichert, da nur wenige Robben gesichtet wurden und in die Analyse einfließen. Und bereits in der Basisphase wurden kaum Robben innerhalb der zukünftigen Windparkflächen gesichtet, wobei diese Phase allerdings aufgrund der insgesamt wenigen Sichtungen und nur drei einfließenden OWPs nur bedingt zum Vergleich herangezogen werden kann. Schließlich ist für die Bewertung relevant, dass innerhalb des Untersuchungsgebietes die OWPs nördlich des eigentlichen Hauptverbreitungsgebietes der Robben liegen und ein potenzieller Effekt der Windparks auf die Tiere aufgrund der im nördlichen Teilgebiet allgemein geringeren Robbendichte nur schwer zu erkennen wäre.

Weitere Lärmquellen

Als weitere lärmintensive Schallquelle sind neben den Rammarbeiten an den OWPs Blindgänger-Sprengungen zu nennen. Insgesamt wurden zwölf gezielte UXO-Sprengungen (UXO - Unexploded Ordnance) im Zeitraum zwischen dem 11. Januar und dem 12. März 2018 durchgeführt, um nicht explodierte Munition bzw. Kampfmittelaltlasten aus dem zweiten Weltkrieg kontrolliert zur Detonation zu bringen und damit zu entfernen. Die Sprengpositionen lagen im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘. Die gemessenen Detektionsraten im Rahmen der C-POD-Untersuchungen in 2018 schwankten 24 Stunden vor und nach den UXO-Sprengungen zum Teil stark. Häufig lagen wenige Stunden vor und während der Sprengungen allerdings geringe Werte vor als noch zuvor und nach der Sprengung (4.3.4.3). Daher könnte es sich um einen kurzfristigen Meideeffekt handeln, der mit dem erhöhten Schiffsverkehr im Rahmen der Vorbereitung der Sprengarbeiten und mit den Sprengungen selbst zu tun hat. Unterwasser-Explosionen gehören zu den lautesten anthropogenen Lärmquellen und haben das Potential für physische Verletzungen wie auch Verhaltensänderungen bei Schweinswalen auch noch in höheren Distanzen zur Schallquelle (von Benda-Beckmann et al. 2015). Deshalb kommen bei kontrollierten UXO-Sprengungen innerhalb von OWPs standardmäßig Schallminderungsmaßnahmen (Blasenschleier), die den Radius der Gefährdung massiv reduzieren, sowie Vergrämuungsmaßnahmen zum Einsatz, um die Auswirkungen auf marine Säuger zu verringern (Böttcher et al. 2016).

5.5 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des Umweltmonitorings 2018 im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ zeigen übereinstimmend für alle drei Erfassungsmethoden, dass Schweinswale im gesamten Untersuchungsgebiet und -zeitraum vorkommen. Der Bereich des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘ im Westen des Untersuchungsgebietes sowie seine nähere Umgebung hat eine hohe Bedeutung für Schweinswale, da in diesem Bereich die höchsten Dichten sowie die höchsten Schweinswaldetektionen im Verlauf des Jahres registriert wurden.

Für das Gesamtgebiet wurden in 2018 geringe bis mittlere Dichten bis 0,63 Ind./km² festgestellt. Dabei wurden die höchsten Dichten im Juni 2018 erfasst. Dichten über 1 Ind./km², wie sie im Vorjahr vereinzelt beobachtet wurden, traten 2018 nicht auf. Zwar wurden in 2018 insgesamt geringere Dichten beobachtet, die Entwicklung über die letzten Jahre hinweg lässt jedoch den Schluss zu, dass die geringe Dichte im Jahr 2018 eher ein Ausdruck interannueller Schwankungen ist und es keinen ausgeprägten Trend in der Bestandsentwicklung im Untersuchungsgebiet gibt. Ein Vergleich der Flugdaten der letzten sechs Jahre zeigte dabei, dass kein ausgeprägtes saisonales Vorkommen der Schweinswale zu erkennen ist. Der Ost-West-Gradient, der auch schon in den Untersuchungsjahren davor beobachtet wurde, blieb bestehen, war aber vor allem im Sommer und Winter deutlich ausgeprägt. Nachdem der Kälberanteil in den Jahren 2014 bis 2017 rückläufig war, stieg der Wert im Jahr 2018 mit 11,6 % wieder an und lag wieder auf dem Niveau von 2013.

Auch wenn die Meeressäugersichtungen der Schiffstransekt-Erfassungen allgemein nicht sehr aussagekräftig sind und stark von der Verteilung von Ausfahrten mit sehr geringem Seastate abhängig sind, ergaben die Schweinswalsichtungsdaten vom Schiff im Jahr 2018 eine zum Teil ähnliche Phänologie wie bei den Flugtransekt- und POD-Erfassungen, u. A. mit höchsten Werten im Sommer (August) im Westen des Untersuchungsgebietes. Zudem deutet sich über die Jahre ein stärkeres Wintervorkommen in Dezember (2015 und 2016) und besonders Januar (2015 bis 2017) und Februar (2018) an.

Im akustischen Monitoring wurden an den drei POD-Stationen im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ BR1, BR2 und BR8 hohe Detektionsraten von 23 bis 35 % DP10M/Tag im Jahresmittel nachgewiesen. Diese hohen Werte der akustischen Aktivität gepaart mit einem deutlichen Peak im Sommer wurden über alle fünf Jahre im FFH-Gebiet nachgewiesen. Auch an den Einzel-PODs BKR1 und BKR3 in den Flächen des OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ wurden hohe Jahresmittelwerte mit ca. 24 bis 26,5 % DP10M/Tag detektiert. Insgesamt waren die Werte im Winter am höchsten. Im Gegensatz zu den Vorjahren wurden hohe Jahresmittelwerte (ca. 24 % DP10M/Tag) in 2018 auch im Osten des Untersuchungsgebietes an der POD-Station BR6 erfasst, vor allem im Frühjahr. Der in den Vorjahren beschriebene Ost-West-Gradient in den Detektionsraten mit hohen Werten im Westen des Gebietes wurde in 2018 nur im Sommer vorgefunden. Insgesamt waren die Detektionsraten geringer als im Vorjahr, wobei die Trendanalyse keine generelle Trendentwicklung ergeben hat.

Robben wurden während des ganzen Untersuchungsjahres 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet beobachtet und verteilten sich, wie auch schon 2016 und 2017, etwas weiträumiger als es noch 2014 und 2015 der Fall war. Ein deutliches saisonales Muster lässt sich bei den Robben nicht erkennen. Seehunde wurden weitaus häufiger bestimmt als Kegelrobben, wobei der Anteil der Kegelrobben wesentlich höher als noch in den Jahren 2013 bis 2017 war.

Bei den Meeressäugern, die nicht den Schweinswalen oder Robben zugeordnet wurden, handelte es sich in 2018 ausschließlich um nicht genauer bestimmbare Tiere der Kategorie ‚Robbe/Delfinartige‘. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei diesen Tieren nahezu ausschließlich um Schweinswale, Seehunde und Kegelrobben handelte.

Im Untersuchungsgebiet wurden in 2018 Rammungen mit Hilfe eines Impulsrammverfahrens in zwei Windpark-Flächen durchgeführt, zum einen im OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ und zum anderen im OWP ‚Trianel Windpark Borkum - Phase II‘. Die Analysen der Daten der nahegelegenen C-PODs und auch die der Flugtransekt-Erfassung deuteten dabei lediglich auf eine relativ kleinskalige und kurzfristige Meidreaktion hin. Basierend auf den C-POD-Daten des Umweltmonitorings liegen derzeit keine Hinweise auf eine dauerhafte Trendbeeinflussung durch den Bau der OWPs zwischen 2014 und 2018 im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ vor. Als weitere lärmintensive Schallquelle sind für 2018 zwölf gezielte UXO-Sprengungen (UXO - Unexploded Ordnance) im OWP ‚Trianel Windpark Borkum – Phase II‘ zu nennen, wobei nicht explodierte Munition bzw. Kampfmittelaltlasten aus dem zweiten Weltkrieg kontrolliert zur Detonation gebracht und damit entfernt wurden. Häufig lagen dabei wenige Stunden vor und während der Sprengungen geringe Detektionsraten an den nahegelegenen C-PODs vor. Daher könnte es sich um einen kurzfristigen Meideffekt handeln, der mit dem erhöhten Schiffsverkehr im Rahmen der Vorbereitung der Sprengarbeiten und mit den Sprengungen selbst zu tun hat.

Die mit Hilfe der Gradientenanalyse gezeigten niedrigeren Sichtungsraten von Schweinswalen und Robben innerhalb der bestehenden OWPs in Betrieb wurden auch schon während der Basisphase der drei OWPs ‚Nordsee One‘, ‚Gode Wind 01‘ und ‚Gode Wind 02‘ gezeigt. Das deutet darauf hin, dass es sich hierbei nicht um einen Vertreibungseffekt handelt, sondern vielmehr mit einem natürlichen Gradienten im Untersuchungsgebiet zusammenhängt, der auch bereits vor Baubeginn existierte. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass ein schwacher Meideffekt zusätzlich eine Rolle spielte. In dem Fall könnte der windpark-assoziierte Schiffsverkehr die wahrscheinlichste Erklärungsvariable sein. Die C-POD-Untersuchungen zeigen, dass auch innerhalb der Windparkflächen zum Teil hohe Detektionsraten erreicht werden. Die Clusteranalyse zeigt, dass die Einzel-PODs BKR1 und BKR3 im OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ ähnliche Detektionsraten und Phänologien aufweisen wie die POD-Stationen BR2 und BR8 im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘.

6 LITERATUR

- ADELUNG, D., LIEBSCH, N. & WILSON, R. P. 2004. Telemetrische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres und des angrenzenden Seegebietes durch Seehunde (*Phoca vitulina*) in Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windparks. Pp. 335–418. Endbericht, Tönning.
- ADELUNG, D., MÜLLER, LIEBSCH, N. & WILSON, R. P. 2007. Telemetrische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres und des angrenzenden Seegebietes durch Seehunde (*Phoca vitulina vitulina*) in Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windparks. Forschungsverbund MINOSplus- Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen – Endbericht, Teilprojekt 6. Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Tönning.
- AKAMATSU, T., TEILMANN, J., MILLER, L. A., TOUGAARD, J., DIETZ, R., WANG, D., WANG, K., SIEBERT, U. & NAITO, Y. 2007. Comparison of echolocation behaviour between coastal and riverine porpoises. *Deep Sea Research Part II: Topical studies in Oceanography* 54:290–297.
- ASCOBANS. 2009. ASCOBANS conservation plan for harbour porpoise (*Phocoena phocoena* L.) in the North Sea. MOP6/Doc.7-02 (AC). ASCOBANS secretariat. P. 31. ASCOBANS secretariat, Bonn, Germany.
- AU, W. W. L., KASTELEIN, R. A., RIPPE, T. & SCHOONEMAN, N. M. 1999. Transmission beam pattern and echolocation signals of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). *The Journal of the Acoustical Society of America* 106:3699–3705.
- VON BENDA-BECKMANN, A. M., AARTS, G., SERTLEK, H. Ö., LUCKE, K., VERBOOM, W. C., KASTELEIN, R. A., KETTEN, D. R., VAN BEMMELEN, R., LAM, F. P. A., KIRKWOOD, R. J. & AINSLIE, M. A. 2015. Assessing the Impact of Underwater Clearance of Unexploded Ordnance on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Southern North Sea. *Aquatic Mammals* 41:503–523.
- BFN. 2015. Liste der in Deutschland vorkommenden Arten der Anhänge II, IV, V der FFH-Richtlinie (92/43/EWG). Bundesamt für Naturschutz. P. 8. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- BIOCONSULT SH. 2018a. OWP „Borkum Riffgrund 2“: Abschlussbericht zur Effizienzkontrolle Effektivität der Vergrämung von Schweinswalen während der Fundamentgründungen. Husum.
- BIOCONSULT SH. 2018b. Trianel Windpark Borkum Errichtungsphase 2. Effizienzkontrollbericht Nr. 01 bis 08. Husum.
- BIOCONSULT SH. 2019. Trianel Windpark Borkum Errichtungsphase 2: Abschlussbericht zur Effizienzkontrolle Effektivität der Vergrämung von Schweinswalen während der Fundamentgründungen. Husum.
- BIOCONSULT SH & IBL UMWELTPLANUNG. 2017. Effektmonitoring während der Gründung der Offshore Windparks ‚Nordsee One‘ – Marine Säuger. Hamburg.
- BIOCONSULT SH, IBL UMWELTPLANUNG & INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG. 2016. Effects of offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight - Assessment of Noise Effects. P. 246. Abschlussbericht für das Offshore Forum Windenergie, Husum.
- BIOCONSULT SH, IBL UMWELTPLANUNG & INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOSYSTEMFORSCHUNG. 2019. Effects of noise-mitigated offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight 2014-2016 (Gescha 2) - Assessment of Noise Effects. Husum, Oldenburg, Hamburg.
- BIOCONSULT SH & IfAO. 2010. Auswirkungen des Baus des Offshore-Testfelds „alpha ventus“ auf marine Säugetiere. IfAO, Bioconsult SH.

- BIOCONSULT SH & IFAÖ. 2014. Offshore Test Site Alpha Ventus, Expert Report: Marine Mammals. Final Report: From baseline to wind farm operation, Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH, BioConsult SH GmbH & Co. KG, Hamburg, Husum, Germany.
- BIOCONSULT SH, IFAÖ & IBL UMWELTPLANUNG GMBH. 2014. Cluster ‚Nördlich Borkum‘ Fachgutachten Marine Säugetiere Untersuchungsjahr 2013 (März – Dezember 2013). Im Auftrag der UMBO GmbH. Husum.
- BIOCONSULT SH & UNIVERSITÄT HAMBURG. 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 II: Harbour porpoises. Universität Hamburg & BioConsult SH, Husum.
- BORCHERS, D. L. 2003. Estimation with incomplete detection at distance zero ' $g(0) < 1$ '. St. Andrews, Scotland.
- BÖTTCHER, C., KNOBLAUCH, T., STERNHEIM, J., WEINBERG, I., WICHERT, U. & WÖHLER, J. 2016. Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer – Entwicklungen und Fortschritt (Jahr 2015). P. 80 pp. Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee – Expertenkreis Munition im Meer, .
- BOWEN, D. 2016. *Halichoerus grypus*. P. In: IUCN. 2017. *Red List of Threatened Species. Version 2017.3*. www.iucnredlist.org. Downloaded on 12th June 2018.
- BRANDT, M. J., DIEDERICH, A., BETKE, K. & NEHLS, G. 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 421:205–216.
- BRANDT, M. J., DRAGON, A.-C., DIEDERICH, A., BELLMANN, M. A., WAHL, V., PIPER, W., NABENIELSEN, J. & NEHLS, G. 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series* 596:213–232.
- BRANDT, M. J., HANSEN, S., DIEDERICH, A. & NEHLS, G. 2014. Do man-made structures and water depth affect the diel rhythms in click recordings of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*)? *Marine Mammal Science* 30:1109–1121.
- BRUNDIERS, K., KOST, M., BURT, L., THOMAS, L., MAC AULAY, J. & TIBERI LINQUIST, C. 2014. Detection functions of C-PODs: determining the probability of detecting harbor porpoises using a large hydrophone array. Poster Liege, Belgique 28th annual conference of the ECS. Liège, Belgium.
- BSH. 2004a. Genehmigungsbescheid OWP 'Borkum Riffgrund'. P. 85. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2004b. Genehmigung des Windparks 'Borkum Riffgrund West'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2005. Genehmigungsbescheid Offshore Windenergiepark 'Delta Nordsee 1'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2006. Genehmigungsbescheid Offshore Windenergiepark 'Gode Wind 01'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2008. Genehmigung Offshore-Windenergiepark „Borkum West II". Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2009a. Genehmigungsbescheid OWP 'MEG offshore I'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2009b. Genehmigungsbescheid Offshore Windenergiepark 'Gode Wind 02'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2009c. Genehmigungsbescheid Offshore Windenergiepark 'Gode Wind 04' (Gode Wind 02). Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2009d. Genehmigungsbescheid Offshore Windenergiepark 'Delta Nordsee 2'. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2010. Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH – StUKplus.

- BSH. 2011. Genehmigungsbescheid „Borkum Riffgrund II“. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2012a. Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben „alpha ventus“ zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH –StUKplus.
- BSH. 2012b. Genehmigungsbescheid OWP ‘Innogy Nordsee 1’. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2013a. Ergänzende Untersuchungen zum Effekt der Bau- und Betriebsphase im Offshore-Testfeld „alpha ventus“ auf marine Säugetiere.
- BSH. 2013b. Standard - Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4). P. 86. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg & Rostock.
- BSH. 2014. Genehmigungsbescheid für den Windpark ‘OWP West’. Hamburg.
- BSH. 2016a. Plangenehmigung Offshore-Windenergiepark „Trianel Windpark Borkum, Bauphase 2“. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- BSH. 2016b. Planfeststellungsbeschluss Gode Wind III. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg.
- CAMPHUYSEN, K. C. J. 2004. The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch costal waters. *Lutra* 47:113–122.
- CAMPHUYSEN, K. C. J. 2011. Recent trends and spatial patterns in nearshore sightings of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Netherlands (Southern Bight, North Sea), 1990-2010. *Lutra* 54:39–47.
- CARSTENSEN, J., HENRIKSEN, O. D. & TEILMANN, J. 2006. Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). *Marine Ecology Progress Series* 321:295–308.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, K. N. 2006. Primer v6: User Manual / Tutorial. Primer-E, Plymouth. 190 pp.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (2nd edition). Plymouth Marine Laboratory. 172 pp.
- CLEVELAND, R. B., CLEVELAND, W. S. & TERPENNING, I. 1990. STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *Journal of Official Statistics* 6.1:3.
- CMS. 2015. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals – Appendix I and II. CMS Sec-retariat. Bonn, Germany. Effective 8 February 2015. Version posted on 5 June 2015: http://www.cms.int/manage/sites/default/files/document/Appendices_COP11_E_version_5June2015.pdf.
- COE. 2002. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats – Appendix II and III. Council of Europe. Strasbourg. Accessible via: <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-2.htm> and <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-3.htm>.
- CREMER, J., BRASSEUR, S., CZECK, R., GALATIUS, A., JESS, A., KÖRBER, P., PUND, R., SIEBERT, U., TEILMANN, J., THØSTENSEN, C. B. & BUSCH, J. A. 2019. EG-Seals grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2018-2019. P. 4. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven (DEU).
- CUNNINGHAM, L., BAXTER, J. M., BOYD, I. L., DUCK, C. D., LONERGAN, M., MOSS, S. E. & MCCONNELL, B. 2009. Harbour seal movements and haul-out patterns: implications for monitoring and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19:398–407.
- DÄHNE, M., GILLES, A., LUCKE, K., PESCHKO, V., ADLER, S., KRÜGEL, K., SUNDERMEYER, J. & SIEBERT, U. 2013a. Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters* 8.

- DÄHNE, M., KRÜGEL, K., VERFUSS, U., BRANDECKER, A., SUBKLEW, J., GALLUS, A., JABBUSCH, M., HONNEF, C. & HERRMANN, A. 2011. Kalibrierung der C-PODs. *Kalibrierungsworkshop Stralsund, Meeresmuseum 21.02.2011, Stralsund, Germany*.
- DÄHNE, M., VERFUß, U., BRANDECKER, A., SIEBERT, U. & BENKE, H. 2013b. Methodology and results of calibration of tonal click detectors for small odontocetes (C-PODs). *The Journal of the Acoustical Society of America* 134:2514.
- DIEDERICH, A., HÖSCHLE, C., SCHUBERT, A., ROSE, A., WEIß, F. & NEHLS, G. 2015. OWP „Butendiek“. Abschlussbericht Baumonitring. Marine Säugetiere. BioConsult SH, Husum.
- DIEDERICH, A., PEHLKE, H., NEHLS, G., BELLMANN, M., GERKE, P., OLDELAND, J., GRUNAU, C., WITTE, S. & ROSE, A. 2014. Entwicklung und Erprobung des Großen Blasenschleiers zur Minderung der Hydroschallemissionen bei Offshore-Rammarbeit. Projektkurztitel: HYDROSCHALL-OFFBW II. Schlussbericht zum Forschungsprojekt gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), FKZ 0325309A/B/C. *BioConsult SH, itap, HTL, Husum, Oldenburg, Lübeck*:250.
- DYND, M., WIŚNIEWSKA, D. M., ROJANO-DOÑATE, L. & MADSEN, P. T. 2015. Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific reports* 5.
- FAIS, A., VIQUERAT, S., UNGER, B., HERR, H. & SIEBERT, U. 2016. Monitoring von marinen Säugetieren 2015 in der deutschen Nord - und Ostsee. P. 18. Unveröffentlichte Monitoringdaten, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz.
- GALATIUS, A., BRASSEUR, S., CREMER, J., CZECK, R., JEB, A., KÖRBER, P., PUND, R., SIEBERT, U., TEILMANN, J. & KLÖPPER, S. 2018. Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2018. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- GALATIUS, A., BRASSEUR, S., CZECK, R., JENSEN, L. F., JEB, A., KÖRBER, P., PUND, R., SIEBERT, U., TEILMANN, J. & KLÖPPER, S. 2015. Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2015. P. 4. Trilateral Seal Expert Group (TSEG).
- GEELHOED, S. C. V., LAGERVELD, S. & VERDAAT, J. P. 2015. Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2015 C189.
- GEELHOED, S. C. V. & SCHEIDAT, M. 2018. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017. *Lutra* 61:127-136.
- GEELHOED, S. C. V., SCHEIDAT, M. & BEMMELEN, R. S. A. VAN. 2014. Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. *IMARES* No. C027/14.
- GEELHOED, S. C. V., SCHEIDAT, M., VAN BEMMELEN, R. S. A. & AARTS, G. 2013. Abundance of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010-March 2011. *Lutra*:45-57.
- GILLES, A., DÄHNE, M., RONNENBERG, K., VIQUERAT, S., ADLER, S., MEYER-KLAEDEN, O., PESCHKO, V. & SIEBERT, U. 2014a. Ergänzende Untersuchungen zum Effekt der Bau- und Betriebsphase im Offshore-Testfeld „alpha ventus“ auf marine Säugetiere. Schlussbericht zum Projekt Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus), Im Auftrag des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).
- GILLES, A., HERR, H., LEHNERT, K., SCHEIDAT, M., KASCHNER, K., SUNDERMEYER, J., WESTERBERG, U. & SIEBERT, U. 2007a. Schlussbericht- Teilvorhaben 2 – „Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen“. P. 67. Schlussbericht, FTZ, Büsum.
- GILLES, A., HERR, H., LEHNERT, K., SCHEIDAT, M., KASCHNER, K., SUNDERMEYER, J., WESTERBERG, U. & SIEBERT, U. 2007b. Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee. P. 160. FTZ im Auftrag des BMU, Kiel.
- GILLES, A., PESCHKO, V. & SIEBERT, U. 2011. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere. Teil A: Visuelle Erfassung von Schweinswalen und akustische Erfassung im Seegebiet Doggerbank. Pp. 12-74. Monito-

- ringbericht 2010-2011, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover & Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Büsum (DEU).
- GILLES, A., PESCHKO, V. & SIEBERT, U. 2013. Monitoring von marinen Säugetieren 2012 in der deutschen Nord- und Ostsee. Teil A: Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Pp. 11–51. Endbericht, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover & Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Büsum (DEU).
- GILLES, A., SCHEIDAT, M. & SIEBERT, U. 2009. Seasonal distribution of harbour porpoises and possible interference of offshore wind farms in the German North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 383:295–307.
- GILLES, A. & SIEBERT, U. 2008. Schweinswalerfassung im Bereich des niedersächsischen Wattenmeeres im Rahmen eines Monitorings. Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer, Wilhelmshaven.
- GILLES, A. & SIEBERT, U. 2010. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere. Teil A: Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Pp. 4–34. Monitoringbericht 2009-2010, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ), Büsum, Stralsund.
- GILLES, A., VIQUERAT, S., BECKER, E. A., FORNEY, K. A., GEELHOOD, S. C. V., HAELTERS, J., NABENIELSEN, J., SCHEIDAT, M., SIEBERT, U., SVEEGAARD, S., VAN BEEST, F. M., VAN BEMMELEN, R. & AARTS, G. 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbour porpoise, in a dynamic environment. *Ecosphere* 7(6).
- GILLES, A., VIQUERAT, S., NACHTSHEIM, D., UNGER, B. & SIEBERT, U. 2019. Wie geht es unseren Schweinswalen? Entwicklung der Schweinswalbestände vor dem Hintergrund aktueller Belastungen. Hamburg.
- GILLES, A., VIQUERAT, S. & SIEBERT, U. 2014b. Monitoring von marinen Säugetieren 2013 in der deutschen Nord - und Ostsee. A. Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Pp. 14–47. Endbericht, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz.
- HAELTERS, J., JACQUES, T. G., KERCKHOF, F. & DEGRAER, S. 2010. Spatio-temporal patterns of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea. Pp. 153–163 *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability*.
- HAMMOND, P. S., BEARZI, G., BJØRGE, A., FORNEY, K., KARCMARSKI, L., KASUYA, T., PERRIN, W. F., SCOTT, M. D., WANG, J. Y., WELLS, R. S. & WILSON, B. 2008. *Phocoena phocoena*. P. In: IUCN. 2017. *Red List of Threatened Species. Version 2017.3*. www.iucnredlist.org. Downloaded on 12th June 2018.
- HAMMOND, P. S., BERGGREN, P., BENKE, H., BORCHERS, D. L., COLLET, A., HEIDE-JØRGENSEN, M. P., HEIMLICH, S., HIBY, A. R., LEOPOLD, M. F. & ØIEN, N. 2002. Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. *Journal of Applied Ecology* 39:361–376.
- HAMMOND, P. S., LACEY, C., GILLES, A., VIQUERAT, S., BOERJESSON, P., HERR, H., MACLEOD, K., RIDOUX, V., SANTOS, M., SCHEIDAT, M. & OTHERS. 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and ship-board surveys. Wageningen Marine Research.
- HAMMOND, P. S., MACLEOD, K., BERGGREN, P., BORCHERS, D. L., BURT, L., CAÑADAS, A., DESPORTES, G., DONOVAN, G. P., GILLES, A., GILLESPIE, D., GORDON, J., HIBY, L., KUKLIK, I., LEAPER, R., LEHNERT, K., MARDIK, L., LOVELL, P., ØIEN, N., PAXTON, C. G. M., RIDOUX, V., ROGAN, E., SAMARRA FILIPA, SCHEIDAT, M., SEQUEIRA, M., SIEBERT, U., SKOV, H., SWIFT, R., TASKER, M. L., TEILMANN, J., VAN CANNEYT, O. & VÁZQUEZ, J. A. 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation* 164:107–122.

- HÄRKÖNEN, T., BRASSEUR, S., TEILMANN, J., VINCENT, C., DIETZ, R., ABT, K. & REIJNDERS, P. 2007. Status of grey seals along mainland Europe from the southwestern Baltic to France. Pp. 57–68 *Grey seals in the North Atlantic and the Baltic*.
- HERR, H., SCHEIDAT, M., LEHNERT, K. & SIEBERT, U. 2009. Seals at sea: modelling seal distribution in the German bight based on aerial survey data. *Marine Biology* 156:811–820.
- IBL UMWELTPLANUNG. 2009. Antrag auf Errichtungsgenehmigung für den Offshore-Windpark 'Borkum Riffgrund West - Ausbauphase' - Umweltverträglichkeitsstudie (UVS). P. 476. IBL Umweltplanung GmbH, Oldenburg.
- IBL UMWELTPLANUNG, BIOCONSULT SH & IFAÖ. 2015. Cluster Nördlich Borkum, Fachgutachten Methodenvergleich Flugerfassungen, Untersuchungsjahr 2013 (März - Dezember 2013). Unveröffentlichtes Gutachten, Oldenburg, Germany.
- ICES. 2018. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME), 19-22 February 2018. *ICES CM 2018/ACOM 28:120*.
- ICES. 2019. Working Group on Marine Mammals Ecology (WGMME). *ICES Scientific Reports* 1:131.
- IFAÖ. 2017. Akustische Messungen bei den Rammungen im Offshore-Windpark 'Nordsee One'. Hamburg.
- IFAÖ, BIOCONSULT SH & IBL UMWELTPLANUNG. 2014. Effektmonitoring während der Gründung des Offshore Windparks 'Borkum Riffgrund I' - Marine Säuger. IFAÖ.
- IFAÖ, BIOCONSULT SH & IBL UMWELTPLANUNG. 2015. Cluster 'Nördlich Borkum' Ergebnisbericht Umweltmonitoring Marine Säugetiere Untersuchungsjahr 2014 (Januar – Dezember 2014). Im Auftrag der UMBO GmbH. P. 84. Hamburg.
- IFAÖ, BIOCONSULT SH & IBL UMWELTPLANUNG. 2016a. Effektmonitoring während der Gründung der Offshore Windparks 'Gode Wind 01 und 02' – Marine Säuger. P. 98. Hamburg.
- IFAÖ, BIOCONSULT SH & IBL UMWELTPLANUNG. 2016b. Cluster 'Nördlich Borkum' Ergebnisbericht Umweltmonitoring Marine Säugetiere Untersuchungsjahr 2015 (Januar – Dezember 2015). Im Auftrag der UMBO GmbH. P. 138. Jahresbericht, Hamburg.
- IFAÖ, IBL UMWELTPLANUNG & BIOCONSULT SH. 2017. Cluster 'Nördlich Borkum' Ergebnisbericht Umweltmonitoring Marine Säugetiere. Untersuchungsjahr 2016 (Januar - Dezember). Im Auftrag der UMBO GmbH. P. 198. Jahresbericht, Hamburg.
- IFAÖ, IBL UMWELTPLANUNG & BIOCONSULT SH. 2018. Cluster 'Nördlich Borkum' Ergebnisbericht Umweltmonitoring Marine Säugetiere. Untersuchungsjahr 2017 (Januar - Dezember). Im Auftrag der UMBO GmbH. P. 198. Jahresbericht, Hamburg.
- ITAP. 2017. Messung der Hydroschallimmissionen während der Rammarbeiten zur Gründung der OSS Borkum Riffgrund 2.
- IUCN. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. www.iucnredlist.org. Downloaded on 12 June 2018.
- JACOBSON, E. K., FORNEY, K. A. & BARLOW, J. 2017. Using paired visual and passive acoustic surveys to estimate passive acoustic detection parameters for harbor porpoise abundance estimates. *The Journal of the Acoustical Society of America* 141:219–230.
- KASTELEIN, R., HOEK, L., JENNINGS, N., DE JONG, C. A. F., TERHUNE, J. M. & DIELEMAN, M. 2010. Acoustic mitigation devices (AMDs) to deter marine mammals from pile driving areas at sea: audibility & behavioural response of a harbor porpoises & harbour seals. P. 68. Technical Report, SEAMARCO, Harderwijk.
- KEELE, L. J. 2008. Semiparametric Regression for the Social Sciences. Wiley. John Wiley & Sons Ltd., Chichester (UK). 230 pp.
- KLÜVER, R. & IFAÖ GMBH. 2011. PODIS. Wollert Information Technology, Hamburg.
- KOBLITZ, J. C., WAHLBERG, M., STILZ, P., MADSEN, P. T., BEEDHOLM, K. & SCHNITZLER, H.-U. 2012. Asymmetry and dynamics of a narrow sonar beam in an echolocating harbor porpoise. *The Journal of the Acoustical Society of America* 131:2315–2324.
- KOSCHINSKI, S., DIEDERICH, A. & AMUNDIN, M. 2008. Click train patterns of free-ranging harbour porpoises acquired using T-PODs may be useful as indicators of their behaviour. *Journal of Cetacean Research and Management* 10:147–155.

- KYHN, L. A., TOUGAARD, J., THOMAS, L., DUVE, L. R., STENBACK, J., AMUNDIN, M., DESPORTES, G. & TEILMANN, J. 2012. From echolocation clicks to animal density—Acoustic sampling of harbor porpoises with static dataloggers. *The Journal of the Acoustical Society of America* 131:550–560.
- LOWRY, L. 2016. *Phoca vitulina*. P. In: IUCN. 2017. *Red List of Threatened Species. Version 2017.3*. www.iucnredlist.org. Downloaded on 12th June 2018.
- LUCKE, K., LEPPER, P. A., BLANCHET, M.-A. & SIEBERT, U. 2011. The use of an air bubble curtain to reduce the received sound levels for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *J Acoust. Soc. Am.* 130:3406–3412.
- MADSEN, P. T., WAHLBERG, M., TOUGAARD, J., LUCKE, K. & TYACK, P. L. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine Ecology Progress Series* Vol. 309:279–295.
- MEINIG, H., BOYE, P. & HUTTERER, R. 2009. Rote Liste und Gesamtartenlisten der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. Pp. 115–154 in BfN (ed.). *Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere*. Landwirtschaftsverlag Münster, Bonn-Bad Godesberg.
- NABE- NIELSEN, J., VAN BEEST, F. M., GRIMM, V., SIBLY, R. M., TEILMANN, J. & THOMPSON, P. M. 2017. Predicting the impacts of anthropogenic disturbances on marine populations.
- VAN NEER, A., VIQUERAT, S., HERR, H. & SIEBERT, U. 2016. Flugbasierte Bestabdsaufnahme der kegelrobberpopulation in Niedersachsen 2015/2016.
- NLPV. 2011. Kegelrobber im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 14.04.2011.
- NLPV. 2012. Kegelrobber im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 01. / 05.04.2012.
- NLPV. 2013. Kegelrobber im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 19.04.2013.
- NLPV. 2015. Seehunde im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 10.08.2015.
- NLPV. 2016. Kegelrobber im Wattenmeer - Ergebnis der Flugzählung am 01.04.2016.
- PEDERSEN, J., LEONHARD, S. B., KLAUSTRUP, M. & HVIDT, C. B. 2006. Benthic Communities at Horns Rev Before, During and After Construction of Horns Rev Offshore Wind Farm. Abschlussbericht, Vattenfall.
- PESCHKO, V., RONNENBERG, K., SIEBERT, U. & GILLES, A. 2016. Trends of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) density in the southern North Sea. *Ecological Indicators* 60:174–183.
- R CORE TEAM. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing.
- REIJNDERS, P. J. H. & BRASSEUR, S. M. J. M. 2003. Veränderungen in Vorkommen und Status der Bestände von Seehunden und Kegelrobber in der Nordsee – Mit Anmerkungen zum Robbersterben 2002. Pp. 330–339 *Warnsignale aus der Nordsee: Neue Folge. Vom Wattenmeer bis zur offenen See. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg (ISSN 3-00-010166-7), in Kooperation mit GEO. Hamburg (DEU)*.
- RICHARDSON, W. J., GREENE JR, C. R., MALME, C. I. & THOMSON, D. H. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, CA.
- RUSSELL, D. J., BRASSEUR, S. M., THOMPSON, D., HASTIE, G. D., JANIK, V. M., AARTS, G., MCCLINTOCK, B. T., MATTHIOPOULOS, J., MOSS, S. E. & MCCONNELL, B. 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology* 24:R638–R639.
- RUSSELL, D. J. F., HASTIE, G. D., THOMPSON, D., JANIK, V. M., HAMMOND, P. S., SCOTT-HAYWARD, L. A. S., MATTHIOPOULOS, J., JONES, E. L. & MCCONNELL, B. J. 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology* 53:1642–1652.
- SCHEIDAT, M., TOUGAARD, J., BRASSEUR, S., CARSTENSEN, J., VAN POLANEN PETEL, T., TEILMANN, J. & REIJNDERS, P. 2011. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6:025102.
- TEILMANN, J. & CARSTENSEN, J. 2012. Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic—evidence of slow recovery. *Environmental Research Letters* 7:045101.

- TEILMANN, J., CHRISTIANSEN, C. T., KJELLERUP, S., DIETZ, R. & NACHMAN, G. 2013. Geographic, seasonal, and diurnal surface behavior of harbor porpoises. *Marine Mammal Science* 29:E60–E76.
- TEILMANN, J., HENRIKSEN, O. D., CARSTENSEN, J. & SKOV, H. 2002. Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors). P. 41. Technical report, Ministry of the Environment Denmark, Denmark (DNK).
- THOMPSON, P. M., MCCONNELL, B. J., TOLLIT, D. J., MACKAY, A., HUNTER, C. & RACEY, P. A. 1996. Comparative Distribution, Movements and Diet of Harbour and Grey Seals from Moray Firth, N. E. Scotland. *The Journal of Applied Ecology* 33:1572.
- THOMSEN, F., LACZNY, M. & PIPER, W. 2006. A recovery of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the southern North Sea? A case study off Eastern Frisia, Germany. *Helgoland marine research* 60:189–195.
- TODD, V. L., PEARSE, W. D., TREGENZA, N. C., LEPPER, P. A. & TODD, I. B. 2009. Diel echolocation activity of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) around North Sea offshore gas installations. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*.
- TOLLIT, D. J., BLACK, A. D., THOMPSON, P. M., MACKAY, A., CORPE, H. M., WILSON, B., PARIJS, S. M., GRELLIER, K. & PARLANE, S. 1998. Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology* 244:209–222.
- TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., WISZ, M. S., JESPERSEN, M., TEILMANN, J., BECH, N. I. & SKOV, H. 2006. Harbour porpoises on Horns Reef. Effects of the Horns Reef Wind Farm. Final Report to Vattenfall A/S. NERI Commissioned Report. 111 pp.
- TOUGAARD, J., HENRIKSEN, O. D. & MILLER, L. A. 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *The Journal of the Acoustical Society of America* 125:3766–3773.
- TREGENZA, N. C. 2012. CPOD. exe: a guide for users. Chelonia Ltd.
- TSEG. 2017a. Aerial surveys of harbour seals in the Wadden Sea in 2017.
- TSEG. 2017b. Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2016–2017.
- TUBBERT-CLAUSEN, K., WAHLBERG, M., BEEDHOLM, K., DERUITER, S. & MADSEN, P. T. 2010. Click communication in harbour porpoises *Phocoena phocoena*. *Bioacoustics* 20:1–28.
- VERFUß, U., ADLER, S., BRANDECKER, A., DÄHNE, M. & BENKE, H. 2010. AMPOD Applications and analysis methods for the deployment of T-PODs in environmental impact studies for wind farms: Comparability and development of standard methods. P. 116. Final Report, Deutsches Meeresmuseum Stralsund, Stralsund (DEU).
- VERFUSS, U., HONNEF, C. G., MEDING, A., DÄHNE, M., MUNDRY, R. & BENKE, H. 2007. Geographical and seasonal variation of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) presence in the German Baltic Sea revealed by passive acoustic monitoring. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 87:165.
- VILLADSGAARD, A., WAHLBERG, M. & TOUGAARD, J. 2007. Echolocation signals of wild harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Journal of Experimental Biology* 210:56–64.
- VIQUERAT, S., GILLES, A., HERR, H. & SIEBERT, U. 2015. Monitoring von marinen Säugetieren 2014 in der deutschen Nord - und Ostsee. A. Visuelle Erfassung von Schweinswalen. Pp. 17–58. Endbericht, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW), Auftraggeber: Bundesamt für Naturschutz.
- WAHL, V., BRAASCH, A., GAUGER, M., DIEDERICH, A., ROSE, A. & DÄHNE, M. 2013. Kalibrierung von C-PODs: Evaluierung von Kalibrierungsdaten und Einbindung in statistische Auswertungen.
- WEIß, F., BÜTTGER, H., JULIA BAER, JORG WELCKER & GEORG NEHLS. 2016. Erfassung von Seevögeln und Meeressäugern mit dem HiDef-Kamerasystem aus der Luft. *Seevögel* 37.
- WILLIAMSON, L. D., BROOKES, K. L., SCOTT, B. E., GRAHAM, I. M., BRADBURY, G., HAMMOND, P. S. & THOMPSON, P. M. 2016. Echolocation detections and digital video surveys provide reliable estimates of the relative density of harbour porpoises. *Methods in Ecology and Evolution*.

- WISNIEWSKA, D. M., JOHNSON, M., TEILMANN, J., SIEBERT, U., GALATIUS, A., DIETZ, R. & MADSEN, P. T. 2018. High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285:20172314.
- WOOD, S. 2006. Generalized additive models: an introduction with R. CRC press.
- ZUUR, A. F. (Ed.). 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer, New York, NY. 574 pp.

A ANHANG

A.1 Offshore-Windparks im Cluster ‚Nördlich Borkum‘

Die Reihenfolge der OWPs entspricht der Nummerierung in Abb. 2.2.

Für jeden OWP im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ wurde ein Vergleich der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides mit den Ergebnissen des aktuellen Cluster-Monitorings durchgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass die Größe und Lage der Untersuchungsgebiete der einzelnen OWPs mit denen des Clusters nicht übereinstimmen (vgl. Kap. 3.1.1 und 3.2.1).

Während sich die OWPs Nr. 1 bis 17 in den Gebieten für die schiff- und flugzeugbasierten Untersuchungen befinden, lag der OWP ‚Riffgat‘, der außerhalb des Clusters liegt, bisher nur im Gebiet für die flugbasierten Untersuchungen. Im Februar 2018 wurde das Fluggebiet verändert, um eine größere Fläche innerhalb der Windparks des UMBO-Clusters abzudecken, so dass der OWP ‚Riffgat‘ seitdem nicht mehr im Untersuchungsgebiet liegt und im Folgenden nicht berücksichtigt wird.

Zwar liegen die OWP Projekte ‚alpha ventus‘ (Nr. 6), ‚Nordsee Two‘ (Nr. 9) und ‚Nordsee Three‘ (Nr. 13) im Cluster ‚Nördlich Borkum‘, sind aber nicht Teil der UMBO GmbH. Aus diesem Grund wird für diese Projekte keine Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides vorgenommen.

A.1.1 Borkum Riffgrund West II (Nr. 1)

Historie und Koordinaten

Der OWP „Borkum Riffgrund West II“ (Größe: 16 km²) befindet sich derzeit mit 43 Windenergieanlagen in Planung.

Tab. A.1 Koordinaten der Eckpunkte des OWP „Borkum Riffgrund West II“ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
16 km ²	westliche Teilfläche	
	54°03'40,23" N	6°05'0,73" E
	54°03'54,90" N	6°05'42,99" E
	54° 04'10,02" N	6°09'17,27" E
	54°04'05,27" N	6°10'00,51" E
	54°03'45,88" N	6°10'01,47" E
	54°03'16,57" N	6°08'36,92" E
	54°02'08,65" N	6°07'14,34" E
	54°01'53,98" N	6°06'32,11" E
	54°02'18,11" N	6°05'47,91" E
	54°03'21,72" N	6°04'53,59" E
	östliche Teilfläche	
	54°04'31,75" N	6°12'53,90" E
	54°04'43,36" N	6°16'25,75" E
	54°04'38,63" N	6°17'11,74" E
	54°04'03,06" N	6°17'13,32" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Da der OWP „Borkum Riffgrund West II“ noch in Planung ist, liegt noch kein Genehmigungsbescheid vor. Daher wird die Auswirkungsprognose der Umweltverträglichkeitsstudie (IBL Umweltplanung 2009) in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

In der Umweltverträglichkeitsstudie wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet „Borkum Riffgrund West II“ eine mittlere, gegebenenfalls im Frühjahr auch hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl und in den Monaten März bis Mai (Frühjahr) in gesteigerten Dichten vor (IBL Umweltplanung 2009).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters „Nördlich Borkum“ gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die

höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ‚Borkum Riffgrund West II‘ erfasst, wobei die Dichten hier im jahreszeitlichen Vergleich im Sommer mit > 3 bis 4 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen im Bereich des Windparks am höchsten waren (Abb. 4.5). Der Windpark ‚Borkum Riffgrund West II‘ grenzt direkt an das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘, in dem ebenfalls im Winter höhere Dichten vorkamen, die mit bis zu $> 3 - 4 \text{ Ind./km}^2$ in einer einzelnen Gitterzelle gleich hoch war. Hohe Detektionsraten im Winter und Sommer zeigten sich 2018 auch an der POD-Station BR8, die ca. 6 km südlich des Windparks ‚Borkum Riffgrund West II‘ liegt (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine höhere Schweinswalpräsenz im Sommer und Winter zu verzeichnen. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung, in der die Dichten im jahreszeitlichen Vergleich im Winter und Sommer im Bereich des Windparks am höchsten waren, stehen allerdings nicht im generellen Widerspruch zu den Ergebnissen der Umweltverträglichkeitsstudie, die im Frühjahr die höchsten Schweinswaldichten nachwies. Verschiebungen in der Phänologie in einzelnen Jahren können vorkommen und wurden auch bereits in Langzeituntersuchungen festgestellt (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

In der Umweltverträglichkeitsstudie wurde vermerkt, dass durch den Baulärm eine temporäre Störwirkung eintritt, die im weiträumigen Umfeld der Baustelle zu Meidungsreaktionen führen kann. Mit Errichtung und Betrieb des Vorhabens ‚Borkum Riffgrund West II‘ sind unter Einhaltung schallmindernder Maßnahmen und Vergrämnungsmaßnahmen im Hinblick auf das Schutzgut marine Säuger keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten. Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose der Umweltverträglichkeitsstudie revidiert werden muss.

Robben wurden laut Umweltverträglichkeitsstudie nur vereinzelt im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ‚Borkum Riffgrund West II‘ keine besondere Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat (IBL Umweltplanung 2009). Sie haben ihre Liege- und Wurfplätze an der Küste bei Helgoland und vor den Ostfriesischen Inseln und suchen den Hochseebereich zur Nahrungssuche auf.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose der Umweltverträglichkeitsstudie weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Borkum Riffgrund West II‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zur Umweltverträglichkeitsstudie von 2009 nicht geändert.

A.1.2 OWP West (Nr. 2)

Historie und Koordinaten

Der Windpark ‚OWP West‘ (Abb. 2.2) wurde am 15.04.2014 genehmigt. Auf dem 14 km² großen Gebiet sollen 41 Windenergieanlagen errichtet werden. Spätester Beginn für die Bauarbeiten ist der 31.12.2020.

Tab. A.2 Koordinaten der Eckpunkte des Windparks ‚OWP West‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
14 km ²	54°03'07,08" N	6°10'03,36" E
	54°01'49,68" N	6°10'07,20" E
	54°01'44,94" N	6°10'50,40" E
	54°01'30,66" N	6°12'59,94" E
	54°01'21,12" N	6°14'26,34" E
	54°01'11,52" N	6°15'52,74" E
	54°01'10,44" N	6°07'17,28" E
	54°01'15,18" N	6°06'34,08" E
	54°01'34,56" N	6°06'33,06" E
	54°02'57,18" N	6°08'37,86" E
	54°03'11,82" N	6°09'20,16" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2014) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ‚OWP West‘ eine mittlere, gegebenenfalls im Frühjahr auch hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl und im Frühjahr und den ersten Sommermonate in gestiegenen Dichten vor (BSH 2014).

Auch in der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ‚OWP West‘ erfasst, wobei die Dichten hier im jahreszeitlichen Vergleich im Winter und Sommer mit > 3 - 4, bzw. > 1 - 2 Ind./km² in einer einzelnen Gitterzelle im Windpark am höchsten waren (Abb. 4.5). Der Windpark ‚OWP West‘ grenzt direkt an das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘, in dem ebenfalls im Winter höhere Dichten vorkamen,

die mit bis zu $> 3 - 4 \text{ Ind./km}^2$ in einer einzelnen Gitterzelle gleich hoch war. Hohe Detektionsraten im Sommer zeigten sich 2018 auch an der POD-Station BR8, die ca. 2 km südlich des Windparks ‚OWP West‘ liegt (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine höhere Schweinswalpräsenz im Sommer und Winter zu verzeichnen. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung, in der die Dichten im jahreszeitlichen Vergleich im Sommer im Bereich des Windparks am höchsten waren, stehen allerdings nicht im generellen Widerspruch zu den Ergebnissen des Genehmigungsbescheides, die im Frühjahr die höchsten Schweinswaldichten nachwies. Verschiebungen in der Phänologie in einzelnen Jahren können vorkommen und wurden auch bereits in Langzeituntersuchungen festgestellt (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb des Vorhabens ‚OWP West‘ unter Einhaltung der angeordneten schallschützenden und schallminimierenden Maßnahmen und Konstruktionsstandards im Hinblick auf das Schutzgut marine Säuger keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten sind. Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid sporadisch im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ‚OWP West‘ keine besondere Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat (BSH 2014). Die nächsten häufig frequentierten Wurf- und Liegeplätze liegen in einer Entfernung von circa 61 km (Helgoland) und mehr als 35 km (Ostfriesische Inseln).

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚OWP West‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2014 nicht geändert.

A.1.3 Borkum Riffgrund West I (Nr. 3)

Historie und Koordinaten

Am 25.02.2004 wurde der OWP ,Borkum Riffgrund West I' (Abb. 2.2) genehmigt. Die Fertigstellung des OWPs ist für 2024/2025 geplant. Es sollen Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 420 MW in dem 30 km² großen Gebiet errichtet werden.

Tab. A.3 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ,Borkum Riffgrund West I' (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
30 km ²	54° 04' 19,74" N	6° 10' 44,52" E
	54° 03' 37,20" N	6° 17' 15,12" E
	54° 01' 21,00" N	6° 17' 21,72" E
	54° 02' 04,14" N	6° 10' 51,12" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2004b) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Genehmigungsbescheid anhand der Daten aus der Basisaufnahme im Vorhabensgebiet ,Borkum Riffgrund West I' nur in relativ geringer Anzahl festgestellt. Weder wurde durch die Untersuchungen eine spezielle habitatgebundene Funktion erkennbar, noch wurden jahreszeitliche Ansammlungen von Säugern, wie sie etwa im Bereich 30-70 km westlich Sylt festgestellt worden sind, gesichtet (BSH 2004b).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale allerdings zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ,Nördlich Borkum' gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ,Borkum Riffgrund West I' erfasst, wobei die Dichten im Sommer mit >1 bis 2 Ind./km² in einer einzelnen Gitterzelle im Windpark am höchsten waren (Abb. 4.5). Der Windpark ,Borkum Riffgrund West I' grenzt im Süden direkt an das FFH-Gebiet ,Borkum Riffgrund', in dem auf einem Flug im Sommer höhere Dichten vorkamen, die mit bis zu > 3 bis 4 Ind./km² in einer einzelnen Gitterzelle noch höher waren. Hohe Detektionsraten im Winter und Sommer zeigten sich 2018 auch an der POD-Station BR8, die ca. 3,5 km südlich des Windparks ,Borkum Riffgrund West I' liegt (Tab. 4.10, Abb. 4.34).

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA nach den angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards allenfalls minimierte und nicht erheblich nachteilige Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Unter Einhaltung der ange-

ordneten Ausführungen zur Auswirkungsminimierung bezüglich Lärm bei Bau und Betrieb sind keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten. Auch wenn anhand der aktuellen Untersuchungen höhere Dichten im Untersuchungsgebiet festgestellt wurden, ergeben diese keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid in geringer Anzahl (Seehunde) oder gar nicht (Kegelrobber) im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (BSH 2004b). Es wurde, wie für die Schweinswale, durch die Untersuchung keine spezielle habitatgebundene Funktion erkennbar.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Borkum Riffgrund West I‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Beschreibung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich bezüglich der Schweinswale im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2004 von einem geringen Vorkommen ohne jahreszeitliche Ansammlungen zu einem geringen bis saisonal hohen Vorkommen geändert. Es ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides jedoch weiterhin Bestand hat.

A.1.4 Trianel Windpark Borkum (Nr. 4a und 4b)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Trianel Windpark Borkum‘ (Abb. 2.2) hat eine Fläche von ca. 56 km². Am 03.09.2011 startete die 1. Ausbauphase (4a) mit der Errichtung von 40 WEA. Im April 2012 (05.04.2012) fand die letzte Rammung statt. Während alle Turbinen am 01.06.2014 installiert waren, war der offizielle Betriebsbeginn am 17.05.2015. Die 2. Ausbauphase (4b) beinhaltet die Installation von weiteren 40 WEA. Mit der Errichtung der WEA wurde am 28.06.2018 begonnen. Die Rammungen waren am 26.11.2018 abgeschlossen.

Tab. A.4 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Trianel Windpark Borkum‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe: ca. 56 km ²	Latitude	Longitude
1. Ausbauphase im Betrieb	54°00'00,13" N	6°27'11,84" E
	54°00'45,83" N	6°27'13,17" E
	54°02'35,04" N	6°28'14,10" E
	54°03'42,56" N	6°27'45,40" E
	54°03'41,49" N	6°25'01,59" E
	54°05'15,22" N	6°24'56,16" E
	54°05'17,12" N	6°27'25,34" E
	54°05'09,63" N	6°27'28,80" E
	54°04'44,73" N	6°28'17,49" E
	54°02'36,03" N	6°28'32,48" E
	54°02'17,12" N	6°29'19,72" E
	54°01'58,79" N	6°29'22,56" E
	54°01'53,11" N	6°29'16,15" E
	54°00'00,11" N	6°29'22,45" E

Tab. A.4 Fortsetzung Tabelle Tab. A.4 (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe: ca. 56 km ²	Latitude	Longitude
2. Ausbauphase im Bau	54°01'58,79" N	6°29'22,56" E
	54°02'17,12" N	6°29'19,72" E
	54°02'36,03" N	6°28'32,48" E
	54°04'44,73" N	6°28'17,49" E
	54°05'09,63" N	6°27'28,80" E
	54°05'17,12" N	6°27'25,34" E
	54°05'20,11" N	6°31'28,42" E
	54°04'16,75" N	6°31'32,09" E
	54°03'12,78" N	6°30'46,08" E
	54°00'00,13" N	6°27'11,84" E
	54°00'00,11" N	6°25'14,38" E
	54°03'41,49" N	6°25'01,59" E
	54°03'42,56" N	6°27'45,40" E
	54°02'35,04" N	6°28'14,10" E
	54°00'45,83" N	6°27'13,17" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2008) und die Anpassungen der Plangenehmigung (BSH 2016a, gilt nur für die Ausbauphase 2) werden in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen nach Realisierung (gilt nur für Ausbauphase 1) der Vorhaben und entsprechend erweiterter Datengrundlage des Betriebsmonitorings (bei Ausbauphase 1) auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Ausbauphase 1:

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ eine mittlere bis saisonbedingt im Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor, die meisten Sichtungen erfolgten im Winter und Frühjahr (BSH 2008).

Auch in der aktuellen Untersuchung kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ vor und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ erfasst. Betrachtet man die Jahreszeiten einzeln, waren die Dichten im Frühjahr mit bis zu > 1-2 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen im Bereich des Windparks am höchsten (Abb. 4.5). Im Winter und Sommer lagen die Dichten in den einzelnen Gitterzellen bei < 1 Ind./km² im Bereich

des Windparks, während im Herbst keine Schweinswale nachgewiesen wurden (Abb. 4.5). Der Windpark ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ liegt in der Nähe des FFH-Gebiets ,Borkum Riffgrund‘, in dem auf einem Flug im Sommer höhere Dichten vorkamen. Hohe Detektionsraten im November und Dezember 2018 zeigten sich auch an der POD-Station BR7, die bis zum 19.04.2017 innerhalb des Projektgebietes der 2. Ausbauphase lag und anschließend in die bereits bestehende 1. Ausbauphase verlegt wurde (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine höhere Schweinswalpräsenz im Winter, gefolgt vom Frühjahr zu verzeichnen, die über den Sommer zum Herbst sinkt. Die POD-Daten wiesen für die Station BR8 im FFH-Gebiet ,Borkum Riffgrund‘ jedoch auch über die Jahre stabile maximale Detektionsraten in den Sommermonaten nach. Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Betriebsbedingt sind keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale bekannt (vgl. Kap. 5.4). Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Inbetriebnahme der WEA des Windparks ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards im Hinblick auf das Schutzgut marine Säuger keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen zu erwarten sind. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ,Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Schweinswalbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid sporadisch im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (BSH 2008). Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ keine besondere Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ,Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Robbenbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist somit anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 1‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere festgestellt werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im OWP hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2008 nicht geändert.

Ausbauphase 2:

Im Genehmigungsbescheid und der Plangenehmigung wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ eine mittlere bis saisonabhängig im

Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor, gesteigerte Dichten erfolgten im Frühjahr und den ersten Sommermonaten (BSH 2016a).

Auch in der aktuellen Untersuchung kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet vor und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet Cluster ‚Nördlich Borkum‘ die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ erfasst. Betrachtet man die Jahreszeiten einzeln, waren die Dichten im Frühjahr mit bis zu $> 1\text{--}2 \text{ Ind./km}^2$ in den einzelnen Gitterzellen im Bereich des Windparks am höchsten (Abb. 4.5). Im Winter und Sommer lagen die Dichten in den einzelnen Gitterzellen bei $< 1 \text{ Ind./km}^2$ im Bereich des Windparks, während im Herbst keine Schweinswale nachgewiesen wurden (Abb. 4.5). Der Windpark ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ liegt in der Nähe des FFH-Gebietes ‚Borkum Riffgrund‘, in dem auf einem Flug im Sommer höhere Dichten vorkamen. Hohe Detektionsraten im November und Dezember zeigten sich 2018 auch an der POD-Station BR7 (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine höhere Schweinswalpräsenz im Winter, gefolgt vom Frühjahr zu verzeichnen, die über den Sommer zum Herbst sinkt. Die POD-Daten wiesen für die Stationen im FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘ jedoch auch eine über die Jahre stabile maximale akustische Aktivität in den Sommermonaten nach. Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchungen, in der die Dichten im jahreszeitlichen Vergleich im Frühjahr und Sommer im Bereich des Windparks am höchsten waren, entsprechen den Ergebnissen der Umweltverträglichkeitsstudie, die im Frühjahr und den ersten Sommermonaten die höchsten Schweinswaldichten nachwies. Verschiebungen in der Phänologie in einzelnen Jahren können vorkommen und wurden auch bereits in Langzeituntersuchungen festgestellt (BioConsult SH & IfAÖ 2014). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid sowie in der Plangenehmigung wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb des Vorhabens ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ unter Einhaltung der angeordneten schallschützenden und schallminimierenden Maßnahmen und Konstruktionsstandards im Hinblick auf das Schutzgut marine Säuger keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten sind. Das Vorhaben genügt den artenschutzrechtlichen Vorgaben. Die aktuellen Untersuchungen zeigen, dass die Bauarbeiten nur zu einer relativ kleinskaligen und kurzfristigen Meidung durch Schweinswale führten. Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides hat weiterhin Bestand.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid und Plangenehmigung sporadisch im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (BSH 2016a). Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ‚Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ keine besondere Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ,Trianel Windpark Borkum, Ausbauphase 2‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere durch die Bauarbeiten, die nur eine relativ kleinskalige und kurzfristige Meidung verursachten, festgestellt werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2008 und der Plangenehmigung von 2016 nicht geändert.

A.1.5 Merkur Offshore (Nr. 5)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Merkur Offshore‘ (Abb. 2.2) wurde am 31.08.2009 mit 80 Windenergieanlagen auf einer Fläche von 47 km² genehmigt. Mit der Plangenehmigung vom 20.04.2016 wurde die Anzahl der Windenergieanlagen auf 66 reduziert. Die Größe des Windparkgebietes beträgt nun 39 km². Mit dem Bau wurde am 20.04.2017 begonnen. Die Rammphase endete mit der letzten Rammung am 07.07.2017. Die Errichtung der Turbinen dauerte bis zum 13.09.2018. Seit August 2018 befanden sich ein Drittel der Anlagen bereits im Probebetrieb.

Tab. A.5 *Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Merkur Offshore‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).*

Größe	Latitude	Longitude
39 km ²	54° 05' 20,67"	6° 32' 22,36"
	54° 05' 21,27"	6° 33' 06,44"
	54° 05' 08,89"	6° 33' 51,86"
	54° 02' 36,62"	6° 37' 07,74"
	54° 02' 10,91"	6° 37' 07,64"
	54° 02' 02,19"	6° 34' 01,66"
	54° 00' 15,50"	6° 34' 07,24"
	54° 00' 27,04"	6° 30' 15,95"
	54° 01' 47,49"	6° 30' 12,09"

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2009a) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Baubmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ‚Merkur Offshore‘ eine mittlere bis saisonbedingt im Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor, die meisten Sichtungen erfolgten im Winter und Frühjahr. Im Frühjahr war die Nutzung intensiv (BSH 2009a).

In der aktuellen Untersuchung, in der sich der OWP ‚Merkur Offshore‘ bis zum 13.09.2018 im Bau befindet (Errichtung der Turbinen), kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ vor und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Merkur Offshore‘ erfasst. Betrachtet man die Jahreszeiten einzeln, waren die Dichten im Sommer und Frühjahr mit < 1 Ind./km² in den einzel-

nen Gitterzellen im Bereich des Windparks am höchsten (Abb. 4.5). Im Winter und besonders im Herbst wurden dieselben Dichten in weniger Rasterzellen festgestellt (Abb. 4.5). Hohe Detektionsraten im November und Dezember 2018 zeigten sich an der POD-Station BR7, die ca. 4,5 km westlich des Windparks ‚Merkur Offshore‘ liegt (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine höhere Schweinswalpräsenz im November und Dezember, gefolgt vom Frühjahr zu verzeichnen, die über den Sommer zum Herbst sinkt. Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA nach den angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards keine erheblich nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Bei Einhaltung der Nebenbestimmungen zur Schallminderung wird davon ausgegangen, dass keine erheblichen Auswirkungen für marine Säugetiere zu erwarten sind. Es ergeben sich keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid in kleiner Anzahl im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (BSH 2009a). Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ‚Merkur Offshore‘ keine besondere Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es werden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Merkur Offshore‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im OWP hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2009 nicht geändert.

A.1.6 alpha ventus (Nr. 6)

Historie und Koordinaten

„alpha ventus“ (Abb. 2.2) ist der erste deutsche Offshore-Windpark in der AWZ der Nordsee. Auf einem 6,5 km² großen Gebiet wurden 12 Windenergieanlagen errichtet. Ab Juli 2008 erfolgte der Aufbau der Plattform „alpha ventus“, wobei die Gründungsarbeiten für das Umspannwerk im September 2008 begannen. Ab April 2009 wurden die Gründungsarbeiten der 12 WEA durchgeführt. Die Errichtung der WEA war im November 2009 abgeschlossen. Die offizielle Inbetriebnahme des OWP „alpha ventus“ erfolgte am 27. April 2010.

Tab. A.6 Koordinaten der Eckpunkte des OWP „alpha ventus“ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
6,5 km ²	54°00'00,00" N	6°35'24,00" E
	54°01'36,00" N	6°35'18,00" E
	54°01'36,00" N	6°37'18,00" E
	54°00'00,00" N	6°37'24,00" E

A.1.7 Borkum Riffgrund 1 (Nr. 7)

Historie und Koordinaten

Der OWP ,Borkum Riffgrund 1' (Abb. 2.2) (Größe: 36 km²) umfasst 78 Windenergieanlagen des Typs Siemens 3.6-120 und ein Umspannwerk (Offshore-Substation).

Baubeginn im OWP ,Borkum Riffgrund 1', zunächst mit der Installation der Offshore Substation, war im August 2013. Die Offshore-Substation besteht aus einer Jacket-Gründung mit acht Gründungspfählen sowie einer Topside. Im Oktober 2013 wurde mit dem Ausbringen der Filterschicht für den Kolkchutz der Fundamente begonnen. Die eigentlichen Bauarbeiten mit der Gründung von insgesamt 77 Monopiles und Transition Pieces begannen am 21.01.2014. Die Rammungen wurden am 28.07.2014 abgeschlossen. Die Turbinen waren am 22.05.2015 komplett installiert. Seit dem 14.06.2015 ist der OWP offiziell in Betrieb.

Tab. A.7 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ,Borkum Riffgrund 1' (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
ca. 36 km ²	53° 59' 40,00" N	6° 29' 28,00" E
	53° 59' 40,00" N	6° 33' 36,00" E
	53° 57' 39,00" N	6° 37' 01,00" E
	53° 56' 25,00" N	6° 37' 01,00" E
	53° 56' 25,00" N	6° 32' 54,00" E
	53° 58' 26,00" N	6° 29' 29,00" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2004a) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen nach Realisierung des Vorhabens und nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Betriebsmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Genehmigungsbescheid anhand der Daten aus der Basisaufnahme im Vorhabensgebiet ,Borkum Riffgrund 1' nur in relativ geringer Anzahl festgestellt und das Vorkommen mariner Säugetiere als eher unterdurchschnittlich beschrieben. Es waren weder spezielle Gebietsfunktionen erkennbar, noch sind jahreszeitliche Ansammlungen von Säugern, wie sie etwa im Bereich 30-70 km westlich von Sylt festgestellt worden sind, gesichtet worden (BSH 2004a).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale allerdings zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ,Nördlich Borkum' gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ,Borkum Riffgrund 1' erfasst. Betrachtet man die Jahreszeiten einzeln, waren die Dichten im Sommer mit >1 bis 2 Ind./km² in einer

einzelnen Gitterzelle im Windpark am höchsten (Abb. 4.5). In den anderen Jahreszeiten lagen die Dichten in den einzelnen Gitterzellen bei $< 1 \text{ Ind./km}^2$ im Bereich des Windparks. Der Windpark ‚Borkum Riffgrund 1‘ liegt in der Nähe des FFH-Gebiets ‚Borkum Riffgrund‘, in dem auf einem Flug im Sommer höhere Dichten vorkamen, die bis zu $> 2 - 3 \text{ Ind./km}^2$ in einer einzelnen Gitterzelle erreichten. An der POD-Station BR2, welche im FFH-Gebiet ca. 6 km südwestlich des OWP ‚Borkum Riffgrund 1‘ liegt, wurden ebenfalls maximalen Detektionsraten im Sommer (und Winter) und geringere Werte im Frühjahr und Herbst beobachtet (Abb. 4.34). An der POD-Station BR4, die ca. 4 km östlich des OWP lag, waren die Detektionsraten saisonal ähnlich verteilt, erreichten aber nur geringere Werte (Abb. 4.34). Anhand der Daten des akustischen Monitorings ist eine deutlich höhere Schweinswalpräsenz im Sommer und Winter zu verzeichnen. Die aktuellen Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen des Genehmigungsbescheides, in dem nur ein geringes Schweinswalvorkommen ohne jahreszeitliche Ansammlungen festgestellt wurde.

Betriebsbedingt sind keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale bekannt (vgl. Kap. 5.4). Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA nach den angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards allenfalls minimierte und nicht erheblich nachteilige Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Schweinswalbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Auch wenn anhand der aktuellen Untersuchungen auch höhere Dichten im Untersuchungsgebiet festgestellt wurden, ergeben diese keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid in geringer Anzahl (Seehunde) oder gar nicht (Kegelrobber) im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (BSH 2004a). Es wurde, wie für die Schweinswale, durch die Untersuchung keine spezielle Gebietsfunktion erkennbar.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Im Gegensatz zum Genehmigungsbescheid wurden neben Seehunden und unbestimmte Robben auch Kegelrobber in der Nähe des OWP beobachtet. Es wurden keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Robbenbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Borkum Riffgrund 1‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Beschreibung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich bezüglich der Schweinswale im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2004 von einem geringen Vorkommen ohne jahreszeitliche Ansammlungen zu einem geringen bis saisonal hohen Vorkommen geändert. Es ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides jedoch weiterhin Bestand hat.

A.1.8 Borkum Riffgrund 2 (Nr. 8)

Historie und Koordinaten

Der OWP ,Borkum Riffgrund 2' (Abb. 2.2) wurde am 30.12.2011 genehmigt. Im OWP, der aus zwei Teilflächen besteht (Größe insgesamt: ca. 35 km²), sollen 56 Windenergieanlagen stehen. Mit dem Bau des Umspannwerks wurde am 17.07.2017 begonnen. Die Fundamente wurden zwischen dem 05.03.2018 und 25.05.2018 errichtet.

Tab. A.8 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ,Borkum Riffgrund 2' (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
35 km ²	östliche Teilfläche	
	53° 59' 15,45"	6° 35' 38,94"
	53° 59' 15,44"	6° 37' 01,28"
	53° 58' 26,92"	6° 37' 01,25"
	westliche Teilfläche	
	53° 55' 55,77"	6° 36' 14,07"
	53° 55' 03,16"	6° 30' 04,18"
	53° 54' 59,09"	6° 29' 20,66"
	53° 57' 11,86"	6° 26' 21,05"
	53° 57' 38,16"	6° 25' 52,22"
	53° 58' 02,15"	6° 25' 26,95"
	53° 59' 14,22"	6° 25' 21,48"
	53° 59' 27,77"	6° 26' 29,30"
	53° 59' 27,76"	6° 28' 25,31"
	53° 58' 26,31"	6° 28' 25,49"
	53° 58' 02,27"	6° 28' 47,50"
	53° 57' 40,00"	6° 28' 47,56"
	53° 57' 12,25"	6° 30' 30,50"
	53° 56' 24,32"	6° 32' 13,36"
	53° 55' 58,03"	6° 33' 11,93"

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2011) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Baubmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ,Borkum Riffgrund 2' eine mittlere bis saisonbedingt im Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der

Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor, das höchste Vorkommen erfolgte stets im Frühjahr und in den ersten Sommermonaten (BSH 2011).

In der aktuellen Untersuchung, in der die Fundamente des OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ vom 05.03.2018 bis zum 25.05.2018 gerammt wurden, kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ vor. Sie traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Borkum Riffgrund 2‘ erfasst. Betrachtet man die Jahreszeiten einzeln, waren die Dichten im Sommer mit >1 bis 2 Ind./km^2 in einzelnen Gitterzellen im Windpark am höchsten (Abb. 4.5). In den anderen Jahreszeiten lagen die Dichten in den einzelnen Gitterzellen bei $< 1 \text{ Ind./km}^2$ im Bereich des Windparks. Der Windpark ‚Borkum Riffgrund 2‘ grenzt direkt an das FFH-Gebiet ‚Borkum Riffgrund‘, in dem im Sommer und Winter höhere Dichten vorkamen. An der POD-Station BR2, welche im FFH-Gebiet ca. 2 km südlich des OWP ‚Borkum Riffgrund 2‘ liegt, wurden 2018 ebenfalls maximalen Detektionsraten im Sommer (und Winter) und geringere Werte im Frühjahr und Herbst beobachtet (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb des Vorhabens ‚Borkum Riffgrund 2‘ unter Einhaltung der angeordneten schallschützenden und schallminimierenden Maßnahmen und Konstruktionsstandards im Hinblick auf das Schutzgut marine Säuger keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten sind (BSH 2011). Die aktuellen Untersuchungen ergeben keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid nur gelegentlich im Untersuchungsgebiet gesichtet (BSH 2011). Für die Bewertung des Vorkommens wurde festgestellt, dass die Umgebung des Vorhabensgebietes ‚Borkum Riffgrund 2‘ keine Bedeutung für Seehunde und Kegelrobben hat.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km^2 in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Borkum Riffgrund 2‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2011 nicht geändert.

A.1.9 Nordsee Two (Nr. 9)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Nordsee Two‘ (Abb. 2.2) wurde am 26.08.2013 genehmigt und hat eine Größe von 36 km². Es sollen 48 Windenergieanlagen errichtet werden.

Tab. A.9 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee Two‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
36 km ²	54°05'33,13" N	6°49'17,29" E
	54°05'33,01" N	6°55'42,78" E
	54°05'17,35" N	6°55'55,47" E
	54°02'40,57" N	6°55'55,48" E
	54°01'19,38" N	6°55'41,39" E
	54°01'38,31" N	6°55'12,46" E
	54°05'17,84" N	6°49'40,02" E
	54°05'33,13" N	6°49'17,29" E

A.1.10 OWP Delta Nordsee I (Nr. 10)

Historie und Koordinaten

Am 11.02.2005 wurde der Windpark ,OWP Delta Nordsee I' (Abb. 2.2) genehmigt. In dem 17 km² großen Gebiet sollen 47 Windenergieanlagen errichtet werden. Für den Baubeginn besteht eine Fristverlängerung bis zum 30.06.2020.

Tab. A.10 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ,OWP Delta Nordsee I' (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
17 km ²	54°04'09,00" N	6°44'51,60" E
	54°04'09,00" N	6°47'03,00" E
	54°00'22,20" N	6°47'03,00" E
	54°00'22,20" N	6°44'51,60" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2005) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ,OWP Delta Nordsee I' eine mittlere bis saisonbedingt im Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor. Im Sommer und Herbst waren die Dichten eher gering, während höhere Dichten im Winter und Frühjahr, insbesondere in den Monaten März und Mai auftraten. Akustische Erfassungen mit Hilfe von Klickdetektoren ergaben, dass sich im März, Mai und Juni die meisten Tiere im Untersuchungsgebiet aufhielten und bestätigten daher die Ergebnisse der Flugzeug- und Schiffserfassungen (BSH 2005).

In der aktuellen Untersuchung kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ,Nördlich Borkum' vor und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ,OWP Delta Nordsee I' erfasst, wobei hier in allen Jahreszeiten eher geringere Dichten (unter 1 Ind./km²) in den einzelnen Gitterzellen nahe dem OWP festgestellt wurden (Abb. 4.5). Insgesamt etwas niedrigere Detektionsraten zeigten sich auch an den POD-Stationen BR3 und BR4, die dem Windpark ,OWP Delta Nordsee I' am nächsten liegen (Abb. 4.34). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA im Vorhaben ,OWP Delta Nordsee I' nach den angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards allenfalls minimierte und nicht erheblich nachteilige Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten

sind (BSH 2005). Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben hielten sich laut Genehmigungsbescheid seltener im Untersuchungsgebiet auf. Für Seehunde gehört der Windpark ,OWP Delta Nordsee I' zu den regelmäßig mit geringer bis mittlerer Häufigkeit aufgesuchten Gebieten. Die Bedeutung des Gebietes für Seehunde wurde als durchschnittlich bezeichnet, für Kegelrobben wurde das Gebiet mit einer geringen Bedeutung eingeschätzt. Die im Umfeld des Vorhabens gelegenen Wurf- und Liegeplätze befinden sich in ca. 40 km Entfernung vor den Ostfriesischen Inseln (BSH 2005).

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist trotz der geringeren Robbendichten aus der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es werden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ,OWP Delta Nordsee I' keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2005 nicht geändert.

A.1.11 OWP Delta Nordsee II (Nr. 11)

Historie und Koordinaten

Der Windpark ,OWP Delta Nordsee II' (Abb. 2.2) wurde am 31.08.2009 genehmigt. Das Gebiet hat eine Größe von 10 km². Es sollen 32 Windenergieanlagen errichtet werden. Für den Baubeginn besteht ebenfalls eine Fristverlängerung bis zum 30.06.2020.

Tab. A.11 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ,OWP Delta Nordsee II' (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
10 km ²	54°04'39,67" N	6°44'51,60" E
	54°04'39,61" N	6°47'39,38" E
	53°59'59,15" N	6°47'38,93" E
	53°59'59,21" N	6°44'51,47" E
	54°04'09,25" N	6°44'51,48" E
	54°04'09,23" N	6°47'03,47" E
	54°00'22,15" N	6°47'03,26" E
	54°00'22,17" N	6°44'51,47" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2009d) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ,OWP Delta Nordsee II' eine mittlere bis saisonbedingt im Frühjahr hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor. Die akustische Erfassung mit Hilfe von Klickdetektoren ergab, dass Klicks fast immer aufgezeichnet werden konnten. Dies deutet darauf hin, dass fast kontinuierlich Schweinswale das Untersuchungsgebiet durchquerten oder sich im Gebiet aufhielten. Der Anteil schweinswalpositiver Minuten war im September am höchsten, gefolgt vom März (BSH 2009d).

Auch in der aktuellen Untersuchung kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ,Nördlich Borkum' vor und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ,OWP Delta Nordsee II' erfasst, wobei hier in allen Jahreszeiten eher geringere Dichten (unter 1 Ind./km²) in den einzelnen Gitterzellen nahe des OWPs festgestellt wurden (Abb. 4.5). Insgesamt etwas niedrigere Detektionsraten zeigten sich auch an den POD-Stationen BR3 und BR4, die dem Windpark ,OWP Delta Nordsee II' am nächsten

liegen (Abb. 4.34). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA im Vorhaben ‚OWP Delta Nordsee II‘ nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger zu erwarten sind (BSH 2009d). Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben hielten sich laut Genehmigungsbescheid seltener im Vorhabensgebiet auf (BSH 2009d). Seehunde wurden in kleiner Anzahl und Kegelrobben nur sporadisch angetroffen. Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es werden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚OWP Delta Nordsee II‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2009 nicht geändert.

A.1.12 Nordsee One (Nr. 12)

Historie und Koordinaten

Auf einer Fläche von ca. 41 km² wurden im OWP ‚Nordsee One‘ (Abb. 2.2) 54 Windenergieanlagen errichtet. Der OWP wurde am 04.04.2012 genehmigt. Der Bau begann am 14.12.2015. Die letzte Rammung fand am 07.05.2016 statt. Seit dem 20.12.2017 ist der OWP ‚Nordsee One‘ offiziell in Betrieb.

Tab. A.12 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee One‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
ca. 41 km ²	53°57'14,42" N	6°44'51,61" E
	53°59'38,09" N	6°44'51,61" E
	53°59'50,73" N	6°53'40,22" E
	53°58'58,07" N	6°53'40,43" E
	53°58'36,69" N	6°54'11,07" E
	53°58'15,22" N	6°51'53,78" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2012b) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Bau- und Betriebsmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Im Genehmigungsbescheid wurde dem **Schweinswal**vorkommen im Vorhabensgebiet ‚Nordsee One‘ eine mittlere, gegebenenfalls im Frühjahr auch hohe Bedeutung zugewiesen. Der Schweinswal kam ganzjährig in variierender Anzahl vor. Die akustische Erfassung mit Hilfe von Klickdetektoren ergab, dass Klicks fast immer aufgezeichnet werden konnten. Dies deutet darauf hin, dass fast kontinuierlich Schweinswale das Untersuchungsgebiet durchquerten oder sich im Gebiet aufhielten. Der Anteil schweinswalpositiver Minuten war im September am höchsten, gefolgt vom März (BSH 2012b).

In der aktuellen Untersuchung, in der sich der OWP ‚Nordsee One‘ im Betrieb befand, kamen Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ vor und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch in der näheren Umgebung des Windparks ‚Nordsee One‘ erfasst, wobei die Dichten hier im jahreszeitlichen Vergleich zu allen Jahreszeiten < 1 Ind./km² waren (Abb. 4.5). Insgesamt etwas niedrigere Detektionsraten zeigten sich auch an

der POD-Station BR4, die ca. 5 km südwestlich des Windparks ‚Nordsee One‘ liegt (Abb. 4.34). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA im Vorhaben ‚Nordsee One‘ unter Berücksichtigung der schallschützenden und schallminimierenden Maßnahmen und Koordinierung von Bauarbeiten verschiedener Windparks schallbedingte erhebliche Beeinträchtigung mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann (BSH 2012b). Betriebsbedingt sind keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale bekannt (vgl. Kap. 5.4). Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA nach den angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards allenfalls minimierte und nicht erheblich nachteilige Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Schweinswalbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Es ergeben sich keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben hielten sich laut Genehmigungsbescheid seltener im Vorhabensgebiet auf (BSH 2012b). Seehunde wurden in kleiner Anzahl und Kegelrobben nur sporadisch angetroffen. Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es werden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen schallminimierenden Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Robbenbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Nordsee One‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2012 nicht geändert.

A.1.13 Nordsee Three (Nr. 13)

Historie und Koordinaten

Am 26.08.2013 wurde der OWP ‚Nordsee Three‘ (Abb. 2.2) genehmigt. Auf der 37 km² großen Fläche sollen 60 Windenergieanlagen errichtet werden.

Tab. A.13 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Nordsee Three‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
29 km ²	54°04'49,94" N	6°48'19,92" E
	54°05'04,18" N	6°47'05,47" E
	54°05'02,31" N	6°44'51,61" E
	54°05'29,77" N	6°44'51,61" E
	54°05'31,72" N	6°47'15,40" E
	54°05'11,57" N	6°47'48,14" E
	54°00'31,74" N	6°48'24,26" E
	54°04'49,94" N	6°48'19,92" E
	54°02'51,35" N	6°51'22,64" E
	54°01'56,99" N	6°52'45,58" E
	54°00'26,15" N	6°55'02,50" E
	54°00'04,08" N	6°55'15,91" E
	53°59'37,43" N	6°55'15,26" E
	53°59'12,58" N	6°55'13,83" E
	53°59'08,77" N	6°54'29,40" E
	53°59'30,67" N	6°54'27,04" E
	53°59'57,18" N	6°54'27,03" E
	54°00'19,36" N	6°54'07,51" E
	54°00'15,89" N	6°52'58,80" E
	54°00'12,12" N	6°49'27,65" E

A.1.14 Gode Wind 01 (Nr. 14)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Gode Wind 01‘ (Abb. 2.2), der eine Größe von 42 km² hat, wurde am 28.06.2006 genehmigt und wurde mit dem Änderungsbescheid vom 31.07.2013 angepasst. Am 09.06.2015 begannen die Rammungen der 55 Windenergieanlagen im OWP ‚Gode Wind 01‘. Während die Rammungen am 13.09.2015 abgeschlossen waren, waren alle Turbinen am 19.05.2016 vollständig installiert. Seit dem 31.07.2016 ist der OWP ‚Gode Wind 01‘ offiziell in Betrieb.

Tab. A.14 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 01‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartdatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
42 km ²	53° 59' 54,86" N	7° 04' 03,30" E
	53° 59' 43,14" N	7° 02' 43,26" E
	53° 58' 54,83" N	6° 57' 10,09" E
	53° 59' 37,73" N	6° 56' 30,04" E
	54° 03' 53,88" N	6° 56' 34,44" E
	54° 03' 35,38" N	6° 57' 28,49" E
	54° 03' 17,89" N	6° 58' 03,62" E
	54° 02' 33,06" N	6° 59' 27,84" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2006) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen nach Realisierung des Vorhabens und nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Betriebsmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Genehmigungsbescheid im Untersuchungsgebiet des Windparks ‚Gode Wind 01‘ ganzjährig, aber unregelmäßig gesichtet. Generell wurde jedoch davon ausgegangen, dass das Gebiet für Schweinswale eine Bedeutung hat. Dem Gebiet wurde im Frühjahr eine hohe Bedeutung zugewiesen (BSH 2006).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Gode Wind 01‘ erfasst, wobei hier in allen Jahreszeiten eher geringere Dichten (unter 1 Ind./km²) in den einzelnen Gitterzellen nahe des OWPs festgestellt wurden (Abb. 4.5). An der POD-Station BR6, welche 6,5 km südöstlich des OWP ‚Gode Wind 01‘ liegt, zeigten die Detektionsraten höchste Werte im Frühjahr, gefolgt von Winter und die

geringsten Detektionsraten im Sommer (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Die aktuellen Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch zu den Ergebnissen des Genehmigungsbescheides.

Betriebsbedingt sind keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale bekannt (vgl. Kap. 5.4). Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Betrieb der WEA nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards allenfalls nicht erhebliche nachteilige Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideeffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Schweinswalbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Die aktuellen Untersuchungen ergeben keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid selten im Vorhabensgebiet des Windparks ‚Gode Wind 01‘ nachgewiesen (BSH 2006). Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideeffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Robbenbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Gode Wind 01‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2006 nicht geändert.

A.1.15 Gode Wind 02 (Nr. 15)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Gode Wind 02‘ (Abb. 2.2) wurde am 27.07.2009 genehmigt. Die Fläche wurde in zwei Flächen aufgeteilt und in ‚Gode Wind 02‘ und ‚Gode Wind 04‘ umbenannt. Mit den Änderungsbescheiden vom 31.07.2013 wurde diese Aufteilung genehmigt. Die OWPs haben jeweils eine Fläche von 29 km². Eine genau Beschreibung zu ‚Gode Wind 04‘ findet sich in Kapitel A.1.17. Die Rammungen der 42 Windenergieanlagen im OWP ‚Gode Wind 02‘ begannen am 14.04.2015. Die letzte Rammung erfolgte am 26.06.2015. Am 12.01.2016 waren alle Turbinen vollständig installiert. Seit dem 28.05.2016 ist der OWP ‚Gode Wind 02‘ offiziell in Betrieb.

Tab. A.15 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 02‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
Gode Wind 02 29 km ²	54°05'12,76" N	7°04'50,42" E
	54°03'44,17" N	7°02'19,36" E
	54°03'20,14" N	7°02'18,10" E
	54°03'22,73" N	7°01'42,79" E
	54°02'39,87" N	7°00'29,59" E
	54°04'47,42" N	6°56'29,95" E
	54°05'32,25" N	6°56'29,84" E
	54°05'35,23" N	7°04'12,23" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2009b) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen nach Realisierung des Vorhabens und nach entsprechend erweiterter Datengrundlage des Betriebsmonitorings auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Genehmigungsbescheid im Untersuchungsgebiet des Windparks ‚Gode Wind 02‘ ganzjährig gesichtet. Das Gebiet hat im Frühjahr eine hohe und in den restlichen Jahreszeiten eine mittlere Bedeutung für Schweinswale (BSH 2009b).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ gesichtet und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Gode Wind 02‘ erfasst, wobei die Dichten in allen Jahreszeiten unter 1 Ind./km² lagen (Abb. 4.5). An der POD-Station BR5, welche ca. 5 km östlich des OWP ‚Gode Wind 02‘ liegt, waren die Detektionsraten im Winter und Frühjahr am höchst-

ten (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Es wurden im Januar und April die höchsten monatlichen Mittelwerte detektiert. Während der anderen Monate waren die Detektionsraten teilweise deutlich geringer, mit niedrigsten Werten im Juli und September/Oktober (Abb. 4.34). Die aktuellen Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch zu den Ergebnissen des Genehmigungsbescheides.

Betriebsbedingt sind keine negativen Langzeiteffekte durch Lärmimmissionen der Turbinen für Schweinswale bekannt (vgl. Kap. 5.4). Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichten und Betrieb der WEA nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Schweinswalbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Die aktuellen Untersuchungen ergeben keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid selten im Vorhabensgebiet des Windparks ‚Gode Wind 02‘ nachgewiesen (BSH 2009b). Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Basierend auf der Gradientenanalyse, die keinen abgesicherten Meideffekt der OWPs in Betrieb im Cluster ‚Nördlich Borkum‘ in den Jahren 2014 bis 2018 nachweisen konnte, kann aktuell nicht von einer nachteiligen Auswirkung des Windparkbetriebes auf den Robbenbestand im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Gode Wind 02‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2009 nicht geändert.

A.1.16 Gode Wind 03 (Nr. 16)

Historie und Koordinaten

Dem OWP ‚Gode Wind 03‘ (Abb. 2.2) wurde am 22.12.2016 der Planfeststellungsbeschluss erteilt. Auf einer Fläche von 4 km² sollen 14 Windenergieanlagen errichtet werden.

Tab. A.16 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 03‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
4 km ²	südliche Teilfläche	
	54° 03' 04,20"	7° 07' 19,05"
	54° 00' 39,84"	7° 08' 02,99"
	54° 00' 16,49"	7° 05' 22,92"
	54° 00' 40,91"	7° 06' 03,48"
	54° 01' 25,69"	7° 07' 29,50"
	nördliche Teilfläche	
	54° 05' 35,66"	7° 05' 29,28"
	54° 05' 36,66"	7° 06' 32,54"
	54° 04' 55,73"	7° 06' 45,04"
	54° 05' 14,14"	7° 06' 0,30"

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Planfeststellungsbeschlusses (BSH 2016b) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Planfeststellungsbeschluss im Untersuchungsgebiet des Windparks ‚Gode Wind 03‘ ganzjährig in variierender Anzahl gesichtet. Die höchsten Schweinswaldichten wurden stets im Frühjahr und in den ersten Sommermonaten ermittelt. Das Gebiet hat im Frühjahr eine hohe und in den restlichen Jahreszeiten eine mittlere Bedeutung für Schweinswale (BSH 2016b).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ gesichtet und kamen in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten vor. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Gode Wind 03‘ erfasst, wobei die Dichten in allen Jahreszeiten unter 1 Ind./km² lagen (Abb. 4.5). An der POD-Station BR5, welche ca. 3,5 km östlich des OWP ‚Gode Wind 03‘ liegt, waren die Detektionsraten im Winter und Frühjahr am höchsten (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Es wurden im Januar und April die höchsten monatlichen Mittelwerte detektiert. Während der anderen Monate waren die Detektionsraten teilweise deutlich geringer, mit niedrigsten Werten im Juli und September/Oktober (Abb. 4.34). An der POD-Station

BR6, welche ca. 6 km südöstlich des OWP ‚Gode Wind 03‘ liegt, zeigten die Detektionsraten höchste Werte im Frühjahr, gefolgt von Winter und die geringsten Werte im Sommer (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Die aktuellen Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch zu den Ergebnissen des Planfeststellungsbeschlusses.

Im Planfeststellungsbeschluss wurde vermerkt, dass mit Errichtung und Betrieb der WEA nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden (BSH 2016b). Die aktuellen Untersuchungen ergeben keinerlei Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Planfeststellungsbeschluss sporadisch im Vorhabensgebiet des Windparks ‚Gode Wind 03‘ nachgewiesen (BSH 2016b). Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Gode Wind 03‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Planfeststellungsbeschluss von 2016 nicht geändert.

A.1.17 Gode Wind 04 (Nr. 17)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Gode Wind 04‘ (Abb. 2.2) wurde als OWP ‚Gode Wind 02‘ am 27.07.2009 genehmigt. Die Fläche wurde während der weiteren Projektplanung in zwei Flächen aufgeteilt, woraus die beiden OWPs ‚Gode Wind 02‘ und ‚Gode Wind 04‘ entstanden. Mit den Änderungsbescheiden vom 31.07.2013 wurde diese Aufteilung genehmigt. Die OWPs haben jeweils eine Fläche von 29 km². Im OWP ‚Gode Wind 04‘ sollen Windenergieanlagen mit einer Kapazität von 131,75 MW errichtet werden. Die Fertigstellung ist für 2024/25 geplant.

Tab. A.17 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Gode Wind 04‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
Gode Wind 04 29 km ²	54°02'18,34" N	7°01'09,97" E
	54°04'50,37" N	7°05'28,46" E
	54°04'33,91" N	7°06'16,73" E
	54°04'11,45" N	7°06'54,86" E
	54°01'56,96" N	7°06'54,60" E
	54°00'27,36" N	7°04'22,21" E

Überprüfung der Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides

Die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides (BSH 2009c) wird in Bezug auf marine Säugetiere mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung abgeglichen. Es wird geprüft, ob die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens nach entsprechend erweiterter Datengrundlage auch weiterhin Bestand hat. Der Abgleich erfolgt im Folgenden für Schweinswale und Robben.

Schweinswale wurden laut Genehmigungsbescheid im Untersuchungsgebiet des Windparks ‚Gode Wind 04‘ ganzjährig gesichtet. Im Frühjahr war die Nutzung durch Schweinswale sehr intensiv. Das Gebiet hat im Frühjahr eine hohe und in den restlichen Jahreszeiten eine mittlere Bedeutung für Schweinswale (BSH 2009c).

In der aktuellen Untersuchung wurden Schweinswale zu allen Jahreszeiten im Untersuchungsgebiet des Clusters ‚Nördlich Borkum‘ gesichtet und traten in fast allen Monaten sowohl in niedrigeren als auch höheren Dichten auf. Insgesamt wurden 2018 im gesamten Untersuchungsgebiet die höchsten Dichten auf einem Flug im Sommer festgestellt (Tab. 4.2). Schweinswale wurden auch im und in der näheren Umgebung des Windparks ‚Gode Wind 04‘ erfasst, wobei die Dichten in allen Jahreszeiten unter 1 Ind./km² lagen (Abb. 4.5). An der POD-Station BR5, welche ca. 3,5 km nordöstlich des OWP ‚Gode Wind 04‘ liegt, waren die Detektionsraten im Winter und Frühjahr am höchsten (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Es wurden im Januar und April die höchsten monatlichen Mittelwerte detektiert. Während der anderen Monate waren die Detektionsraten teilweise deutlich geringer, mit niedrigsten Werten im Juli und September/Oktober (Abb. 4.34). An der POD-Station

BR6, welche ca. 6 km südöstlich des OWP ‚Gode Wind 04‘ liegt, zeigten die Detektionsraten höchste Werte im Frühjahr, gefolgt von Winter und die geringsten Detektionsraten im Sommer (Tab. 4.10, Abb. 4.34). Die aktuellen Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch zu den Ergebnissen des Genehmigungsbescheides.

Im Genehmigungsbescheid wurde vermerkt, dass mit Errichten und Betrieb der WEA nach Umsetzung der angeordneten Maßnahmen und Konstruktionsstandards keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf marine Säuger verbunden sein werden (BSH 2009c). Die aktuellen Untersuchungen ergeben keine Hinweise darauf, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides revidiert werden muss.

Robben wurden laut Genehmigungsbescheid selten im Vorhabensgebiet des Windparks ‚Gode Wind 04‘ nachgewiesen (BSH 2009c). Das Vorhaben hat für Seehunde und Kegelrobben keine besondere Bedeutung.

In der aktuellen Untersuchung kamen Robben über alle Jahreszeiten nur in geringen Dichten unter 1 Ind./km² in den einzelnen Gitterzellen vor (Abb. 4.17). Die Bewertung des Gebietes ist auch nach der aktuellen Untersuchung weiterhin gültig. Es wurden unter Berücksichtigung der bereits für Schweinswale vorgeschlagenen Maßnahmen keine Auswirkungen des Vorhabens auf Robben erwartet. Anhand der aktuellen Untersuchungen ist anzunehmen, dass die Auswirkungsprognose des Genehmigungsbescheides weiterhin Bestand hat.

Es kann für den Windpark ‚Gode Wind 04‘ keine Gefährdung für das Schutzgut marine Säugetiere prognostiziert werden. Die Bewertung des Vorkommens mariner Säugetiere im Vorhabensgebiet hat sich somit im Vergleich zum Genehmigungsbescheid von 2009 nicht geändert.

A.1.18 Riffgat (nicht abgebildet)

Historie und Koordinaten

Der OWP ‚Riffgat‘ befindet sich in der niedersächsischen 12-Seemeilenzone. Die Errichtung der WEA begann im Juni 2012. Im August 2013 wurde die Umspannplattform aufgestellt. Der Windpark wurde nach 14 Monaten Bauzeit im August 2013 fertig errichtet. Der Anschluss ans Stromnetz erfolgte am 12.02.2014. Auf einer Fläche von ca. 6 km² stehen 30 Windenergieanlagen.

Tab. A.18 Koordinaten der Eckpunkte des OWP ‚Riffgat‘ (Grad, Minuten und Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Größe	Latitude	Longitude
6 km ²	53°41'33,00" N	6°26'12,00" E
	53°42'10,20" N	6°30'36,00" E
	53°41'32,40" N	6°30'51,60" E
	53°40'55,20" N	6°26'27,00" E

A.2 Methoden

A.2.1 Koordinaten: Flug- und Schiffstransekte

Tab. A.19 Koordinaten und Strecke der Flugtransekte für die Erfassung von Meeressäugern im Rahmen des Cluster-Monitorings ‚Nördlich Borkum‘ (Grad, Minuten, Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Transekt	Start Breite/Länge	Ende Breite/Länge	Strecke [km]	Summe [km]
1	53° 59' 57" N, 6° 06' 25" E	54° 09' 04" N, 6° 06' 25" E	16,9	16,9
2	54° 10' 60" N, 6° 10' 13" E	53° 55' 38" N, 6° 10' 13" E	28,5	45,4
3	53° 51' 44" N, 6° 13' 39" E	54° 12' 38" N, 6° 13' 39" E	38,8	84,2
4	54° 13' 17" N, 6° 17' 09" E	53° 47' 44" N, 6° 17' 09" E	47,4	131,6
5	53° 43' 39" N, 6° 20' 42" E	54° 13' 20" N, 6° 20' 42" E	55,1	186,7
6	54° 13' 23" N, 6° 23' 52" E	53° 44' 10" N, 6° 23' 52" E	54,2	240,9
6b	53° 55' 22" N, 6° 25' 20" E	54° 06' 53" N, 6° 25' 19" E	21,4	262,2
7	53° 44' 51" N, 6° 27' 04" E	54° 13' 25" N, 6° 27' 04" E	53,0	315,2
7b	53° 53' 24" N, 6° 28' 48" E	54° 06' 55" N, 6° 28' 48" E	25,1	340,3
8	54° 13' 28" N, 6° 30' 33" E	53° 45' 41" N, 6° 30' 33" E	51,5	391,8
8b	53° 53' 42" N, 6° 32' 17" E	54° 06' 58" N, 6° 32' 17" E	24,6	416,4
9	53° 46' 22" N, 6° 34' 01" E	54° 13' 30" N, 6° 34' 01" E	50,3	466,7
9b	53° 54' 12" N, 6° 35' 46" E	54° 06' 19" N, 6° 35' 46" E	22,5	489,2
10	54° 13' 32" N, 6° 37' 16" E	53° 43' 16" N, 6° 37' 16" E	56,2	545,4
11	53° 43' 40" N, 6° 40' 35" E	54° 13' 35" N, 6° 40' 35" E	55,5	600,9
12	54° 13' 37" N, 6° 44' 04" E	53° 44' 05" N, 6° 44' 04" E	54,8	655,6
12b	53° 53' 56" N, 6° 45' 35" E	54° 03' 26" N, 6° 45' 34" E	17,6	673,2
13	53° 44' 29" N, 6° 47' 19" E	54° 13' 39" N, 6° 47' 19" E	54,1	727,3
13b	54° 03' 31" N, 6° 48' 58" E	53° 54' 16" N, 6° 48' 58" E	17,2	744,5
14	54° 13' 41" N, 6° 50' 42" E	53° 44' 54" N, 6° 50' 42" E	53,4	797,9
14b	54° 08' 28" N, 6° 52' 27" E	53° 54' 27" N, 6° 52' 26" E	26,0	823,9
15	53° 45' 18" N, 6° 54' 02" E	54° 13' 42" N, 6° 54' 02" E	52,7	876,6
16	54° 13' 44" N, 6° 57' 27" E	53° 45' 42" N, 6° 57' 27" E	52,0	928,6
16b	53° 55' 18" N, 6° 59' 04" E	54° 09' 20" N, 6° 59' 03" E	26,0	954,6
17	53° 46' 06" N, 7° 00' 48" E	54° 13' 46" N, 7° 00' 48" E	51,3	1.005,9
17b	53° 55' 48" N, 7° 02' 32" E	54° 09' 21" N, 7° 02' 33" E	25,1	1.031,0
18	54° 13' 47" N, 7° 04' 09" E	53° 46' 30" N, 7° 04' 09" E	50,6	1.081,6
19	53° 46' 53" N, 7° 07' 24" E	54° 13' 49" N, 7° 07' 24" E	49,9	1.131,6
20	54° 13' 08" N, 7° 10' 50" E	53° 47' 17" N, 7° 10' 50" E	47,9	1.179,5
21	53° 47' 41" N, 7° 14' 09" E	54° 11' 16" N, 7° 14' 09" E	43,8	1.223,3
22	54° 09' 04" N, 7° 17' 41" E	53° 54' 23" N, 7° 17' 41" E	27,2	1.250,5

Tab. A.20 Koordinaten und Strecke der Schiffstransekte für die Erfassung von Meeressäugern im Rahmen des Cluster-Monitorings ‚Nördlich Borkum‘ (Grad, Minuten, Sekunden, Kartendatum: WGS 84).

Transekt (Name)	Start Breite/Länge	Ende Breite/Länge	Strecke [km]	Summe [km]
1	54° 03' 00" N 006° 04' 00" E	54° 05' 49" N 006° 04' 00" E	5,2	5,2
2	54° 06' 02" N 006° 06' 45" E	53° 59' 57" N 006° 06' 45" E	11,3	16,5
3	53° 59' 57" N 006° 09' 29" E	54° 06' 12" N 006° 09' 29" E	11,6	28,1
4	54° 06' 27" N 006° 12' 14" E	53° 53' 44" N 006° 12' 14" E	23,6	51,6
5	53° 53' 07" N 006° 14' 59" E	54° 06' 39" N 006° 14' 59" E	25,1	76,7
6	54° 06' 50" N 006° 17' 43" E	53° 53' 07" N 006° 17' 43" E	25,4	102,1
7	53° 53' 07" N 006° 20' 28" E	54° 07' 04" N 006° 20' 28" E	25,8	127,9
8	54° 07' 08" N 006° 23' 13" E	53° 53' 07" N 006° 23' 13" E	26,0	153,9
9	53° 53' 07" N 006° 25' 58" E	54° 07' 11" N 006° 25' 58" E	26,1	179,9
10	54° 07' 11" N 006° 28' 42" E	53° 53' 07" N 006° 28' 42" E	26,1	206,0
11	53° 53' 27" N 006° 31' 27" E	54° 07' 15" N 006° 31' 27" E	25,6	231,5
12	54° 07' 15" N 006° 34' 12" E	53° 53' 52" N 006° 34' 12" E	24,8	256,3
13	53° 54' 11" N 006° 36' 56" E	54° 07' 17" N 006° 36' 56" E	24,3	280,6
14	54° 07' 17" N 006° 39' 41" E	53° 54' 34" N 006° 39' 41" E	23,6	304,1
15	53° 54' 56" N 006° 42' 26" E	54° 07' 25" N 006° 42' 26" E	23,1	327,3
16	54° 07' 25" N 006° 45' 10" E	53° 55' 16" N 006° 45' 10" E	22,5	349,8
17	53° 55' 42" N 006° 47' 55" E	54° 07' 27" N 006° 47' 55" E	21,8	371,5
18	54° 07' 27" N 006° 50' 40" E	53° 56' 02" N 006° 50' 40" E	21,1	392,7
19	53° 56' 26" N 006° 53' 24" E	54° 07' 27" N 006° 53' 24" E	20,4	413,1
20	54° 07' 27" N 006° 56' 09" E	53° 56' 50" N 006° 56' 09" E	19,7	432,7
21	53° 57' 17" N 006° 58' 54" E	54° 07' 27" N 006° 58' 54" E	18,8	451,6
22	54° 07' 27" N 007° 01' 39" E	53° 57' 39" N 007° 01' 38" E	18,2	469,7
23	53° 58' 05" N 007° 04' 23" E	54° 07' 29" N 007° 04' 23" E	17,4	487,1
24	54° 07' 29" N 007° 07' 08" E	53° 58' 25" N 007° 07' 08" E	16,8	503,9
25	53° 58' 49" N 007° 10' 35" E	54° 07' 42" N 007° 10' 35" E	16,5	520,4
26	54° 07' 42" N 007° 13' 20" E	53° 59' 11" N 007° 13' 20" E	15,8	536,1
27	53° 59' 37" N 007° 16' 06" E	54° 07' 42" N 007° 16' 06" E	15,0	551,1
28	54° 07' 42" N 007° 18' 51" E	54° 00' 00" N 007° 18' 51" E	14,3	565,4

A.2.2 C-PODs: Wartungsfahrten

Tab. A.21 Untersuchungen zur Habitatnutzung von Schweinswalen mit Hilfe von C-PODs an den POD-Stationen BR1 bis BR8 und den Einzel-PODS BKR1-3, GW1-4 und TWB1-2 im Cluster „Nördlich Borkum“ im Jahr 2018 (Datenverlust¹: Aufzeichnung vorzeitig beendet; Datenverlust²: Fehler bei Speicherung/Fehler der SD-Karte; Datenverlust³: POD defekt; Datenverlust⁴: POD verschleppt).

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR1	BR1a_oben	0690	02.12.2017 15:01	07.02.2018 11:24	66,9	02.12.2017 16:00	07.02.2018 09:59	66.75	ok	10
BR1	BR1a_oben	2224	07.02.2018 12:30	24.03.2018 13:08	45,0	07.02.2018 14:00	24.03.2018 11:59	44.92	ok	10
BR1	BR1a_oben	2224	24.03.2018 13:40	27.04.2018 14:24	34,0	24.03.2018 15:00	27.04.2018 12:59	33.92	ok	10
BR1	BR1a_oben	0877	27.04.2018 14:25	02.07.2018 14:20	66,0	27.04.2018 16:00	02.07.2018 12:59	65.87	ok	10
BR1	BR1a_oben	1393	02.07.2018 14:22	15.08.2018 04:33	43,6	02.07.2018 16:00	15.08.2018 02:59	43.46	ok	10
BR1	BR1a_oben	2169	15.08.2018 05:24	20.10.2018 09:11	66,2	15.08.2018 07:00	20.10.2018 07:59	66.04	ok	10
BR1	BR1a_oben	0204	20.10.2018 09:14	20.01.2019 11:51	92,1				Datenverlust ²	10
BR1	BR1a_unten	2317	02.12.2017 15:01	14.01.2018 20:59	43,3	02.12.2017 16:00	14.01.2018 20:59	43.21	ok	5
BR1	BR1a_unten	2317	14.01.2018 21:00	07.02.2018 11:24	23,6				Datenverlust ¹	5
BR1	BR1a_unten	1392	07.02.2018 12:30	24.03.2018 13:08	45,0				Datenverlust ²	5
BR1	BR1a_unten	0692	24.03.2018 13:40	27.04.2018 14:24	34,0	24.03.2018 15:00	27.04.2018 12:59	33.92	ok	5
BR1	BR1a_unten	2317	27.04.2018 14:25	02.07.2018 14:20	66,0	27.04.2018 16:00	02.07.2018 12:59	65.87	ok	5
BR1	BR1a_unten	2230	02.07.2018 14:22	15.08.2018 04:33	43,6	02.07.2018 16:00	15.08.2018 02:59	43.46	ok	5
BR1	BR1a_unten	0255	15.08.2018 05:24	20.10.2018 09:11	66,2	15.08.2018 07:00	20.10.2018 07:59	66.04	ok	5
BR1	BR1a_unten	0877	20.10.2018 09:14	05.01.2019 13:59	77,2	20.10.2018 11:00	05.01.2019 13:59	77.12	ok	5
BR1	BR1b_unten	1393	02.12.2017 15:23	07.02.2018 12:43	66,9	02.12.2017 17:00	07.02.2018 10:59	66.75	ok	5
BR1	BR1b_unten	2230	07.02.2018 13:44	24.03.2018 13:55	45,0	07.02.2018 15:00	24.03.2018 11:59	44.87	ok	5
BR1	BR1b_unten	0331	24.03.2018 14:16	27.04.2018 14:38	34,0	24.03.2018 15:00	27.04.2018 13:59	33.96	ok	5
BR1	BR1b_unten	0338	27.04.2018 14:38	02.07.2018 14:35	66,0	27.04.2018 16:00	02.07.2018 12:59	65.87	ok	5
BR1	BR1b_unten	2223	02.07.2018 14:35	15.08.2018 05:38	43,6	02.07.2018 16:00	15.08.2018 03:59	43.5	ok	5
BR1	BR1b_unten	1392	15.08.2018 06:08	20.10.2018 08:55	66,1	15.08.2018 08:00	20.10.2018 06:59	65.96	ok	5
BR1	BR1b_unten	0415	20.10.2018 08:55	16.12.2018 09:58	57,0	20.10.2018 10:00	16.12.2018 09:59	57	ok	5
BR1	BR1b_unten	0415	16.12.2018 10:00	23.01.2019 10:37	38,0				Datenverlust ¹	5
BR2	BR2a_oben	0253	02.12.2017 13:33	07.02.2018 08:43	66,8	02.12.2017 15:00	07.02.2018 06:59	66.67	ok	10

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR2	BR2a_oben	2062	07.02.2018 09:34	12.03.2018 07:55	32,9	07.02.2018 11:00	12.03.2018 05:59	32.79	ok	10
BR2	BR2a_oben	0319	12.03.2018 08:32	27.04.2018 11:25	46,1	12.03.2018 10:00	27.04.2018 09:59	46	ok	10
BR2	BR2a_oben	0186	27.04.2018 12:05	02.07.2018 12:58	66,0	27.04.2018 14:00	02.07.2018 10:59	65.87	ok	10
BR2	BR2a_oben	2256	02.07.2018 12:59	15.08.2018 08:10	43,8	02.07.2018 14:00	15.08.2018 06:59	43.71	ok	10
BR2	BR2a_oben	0877	15.08.2018 08:54	20.10.2018 07:40	66,0	15.08.2018 10:00	20.10.2018 05:59	65.83	ok	10
BR2	BR2a_oben	1105	20.10.2018 07:43	23.01.2019 13:48	95,3	20.10.2018 09:00	23.01.2019 11:59	95.12	ok	10
BR2	BR2a_unten	2004	02.12.2017 13:33	07.02.2018 08:43	66,8	02.12.2017 15:00	07.02.2018 06:59	66.67	ok	5
BR2	BR2a_unten	1098	07.02.2018 09:34	12.03.2018 07:55	32,9	07.02.2018 11:00	12.03.2018 05:59	32.79	ok	5
BR2	BR2a_unten	0415	12.03.2018 08:31	27.04.2018 11:26	46,1	12.03.2018 10:00	27.04.2018 09:59	46	ok	5
BR2	BR2a_unten	1966	27.04.2018 12:05	29.04.2018 19:59	2,3				Datenverlust ¹	5
BR2	BR2a_unten	1966	29.04.2018 20:00	02.07.2018 12:58	63,7	29.04.2018 20:00	02.07.2018 10:59	63.62	ok	5
BR2	BR2a_unten	1098	02.07.2018 12:59	15.08.2018 08:11	43,8	02.07.2018 14:00	15.08.2018 06:59	43.71	ok	5
BR2	BR2a_unten	0204	15.08.2018 08:54	20.10.2018 07:41	66,0	15.08.2018 10:00	20.10.2018 05:59	65.83	ok	5
BR2	BR2a_unten	2317	20.10.2018 07:42	23.01.2019 13:49	95,3	20.10.2018 09:00	23.01.2019 11:59	95.12	ok	5
BR2	BR2b_unten	1860	02.12.2017 13:49	05.02.2018 07:59	64,8	02.12.2017 15:00	05.02.2018 07:59	64.71	ok	5
BR2	BR2b_unten	1860	05.02.2018 08:00	07.02.2018 07:05	2,0				Datenverlust ¹	5
BR2	BR2b_unten	1132	07.02.2018 08:29	12.03.2018 09:16	33,0	07.02.2018 10:00	12.03.2018 07:59	32.92	ok	5
BR2	BR2b_unten	0416	12.03.2018 09:18	27.04.2018 12:18	46,1	12.03.2018 11:00	27.04.2018 10:59	46	ok	5
BR2	BR2b_unten	1117	27.04.2018 12:54	02.07.2018 13:11	66,0	27.04.2018 14:00	02.07.2018 11:59	65.92	ok	5
BR2	BR2b_unten	1856	02.07.2018 13:12	15.08.2018 09:10	43,8	02.07.2018 15:00	15.08.2018 07:59	43.71	ok	5
BR2	BR2b_unten	1117	15.08.2018 10:43	20.10.2018 06:17	65,8	15.08.2018 11:00	20.10.2018 05:59	65.79	ok	5
BR2	BR2b_unten	0416	20.10.2018 07:25	23.01.2019 12:53	95,2	20.10.2018 09:00	23.01.2019 10:59	95.08	ok	5
BR3	BR3a_oben	2168	21.12.2017 13:01	08.02.2018 09:31	48,9	21.12.2017 15:00	08.02.2018 07:59	48.71	ok	10
BR3	BR3a_oben	2004	08.02.2018 10:09	24.03.2018 16:44	44,3	08.02.2018 12:00	24.03.2018 14:59	44.12	ok	10
BR3	BR3a_oben	0333	24.03.2018 16:46	29.04.2018 04:56	35,5	24.03.2018 18:00	29.04.2018 02:59	35.37	ok	10
BR3	BR3a_oben	0253	29.04.2018 05:28	03.07.2018 08:42	65,1	29.04.2018 07:00	03.07.2018 06:59	65	ok	10
BR3	BR3a_oben	0087	03.07.2018 08:44	15.08.2018 14:49	43,3	03.07.2018 10:00	15.08.2018 12:59	43.12	ok	10
BR3	BR3a_oben	2224	15.08.2018 15:17	21.10.2018 06:36	66,6	15.08.2018 17:00	21.10.2018 04:59	66.5	ok	10
BR3	BR3a_oben	0319	21.10.2018 06:38	19.01.2019 07:53	90,1	21.10.2018 08:00	19.01.2019 05:59	89.92	ok	10
BR3	BR3a_unten	2255	21.12.2017 13:00	08.02.2018 09:32	48,9	21.12.2017 14:00	08.02.2018 07:59	48.75	ok	5
BR3	BR3a_unten	1860	08.02.2018 10:08	24.03.2018 16:44	44,3	08.02.2018 12:00	24.03.2018 14:59	44.12	ok	5
BR3	BR3a_unten	1132	24.03.2018 16:46	28.03.2018 22:38	4,2	24.03.2018 18:00	28.03.2018 21:59	4.17	ok	5

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR3	BR3a_unten	1132	28.03.2018 22:39	29.04.2018 04:57	31,3				Datenverlust ¹	5
BR3	BR3a_unten	0878	29.04.2018 05:28	03.07.2018 08:42	65,1	29.04.2018 07:00	03.07.2018 06:59	65	ok	5
BR3	BR3a_unten	2136	03.07.2018 08:44	15.08.2018 14:49	43,3	03.07.2018 10:00	15.08.2018 12:59	43.12	ok	5
BR3	BR3a_unten	1393	15.08.2018 15:17	21.10.2018 06:37	66,6	15.08.2018 17:00	21.10.2018 04:59	66.5	ok	5
BR3	BR3a_unten	0319	21.10.2018 06:37	19.01.2019 07:53	90,1				Datenverlust ³	5
BR3	BR3b_unten	0877	21.12.2017 12:48	08.02.2018 09:20	48,9	21.12.2017 14:00	08.02.2018 07:59	48.75	ok	5
BR3	BR3b_unten	1393	08.02.2018 09:21	24.03.2018 17:02	44,3	08.02.2018 11:00	24.03.2018 15:59	44.21	ok	5
BR3	BR3b_unten	1098	24.03.2018 17:26	29.04.2018 05:49	35,5	24.03.2018 19:00	29.04.2018 03:59	35.37	ok	5
BR3	BR3b_unten	0303	29.04.2018 06:15	03.07.2018 08:50	65,1	29.04.2018 08:00	03.07.2018 06:59	64.96	ok	5
BR3	BR3b_unten	1041	03.07.2018 08:52	15.08.2018 15:29	43,3	03.07.2018 10:00	15.08.2018 13:59	43.17	ok	5
BR3	BR3b_unten	1860	15.08.2018 15:56	21.10.2018 06:15	66,6	15.08.2018 17:00	21.10.2018 04:59	66.5	ok	5
BR3	BR3b_unten	0692	21.10.2018 06:16	19.01.2019 08:43	90,1	21.10.2018 08:00	19.01.2019 06:59	89.96	ok	5
BR4	BR4a_oben	1392	02.12.2017 12:17	06.02.2018 15:52	66,2	02.12.2017 14:00	06.02.2018 13:59	66	ok	10
BR4	BR4a_oben	2256	06.02.2018 16:30	11.03.2018 13:25	32,9	06.02.2018 18:00	11.03.2018 11:59	32.75	ok	10
BR4	BR4a_oben	0877	11.03.2018 14:03	27.04.2018 04:51	46,6	11.03.2018 16:00	27.04.2018 02:59	46.46	ok	10
BR4	BR4a_oben	0087	27.04.2018 04:53	02.07.2018 10:50	66,3	27.04.2018 06:00	02.07.2018 08:59	66.12	ok	10
BR4	BR4a_oben	1860	02.07.2018 11:30	15.08.2018 12:59	44,1	02.07.2018 13:00	15.08.2018 10:59	43.92	ok	10
BR4	BR4a_oben	1105	15.08.2018 13:01	19.10.2018 12:28	65,0	15.08.2018 15:00	19.10.2018 10:59	64.83	ok	10
BR4	BR4a_oben	2062	19.10.2018 12:30	18.12.2018 14:12	60,1	19.10.2018 14:00	18.12.2018 12:59	59.96	ok	10
BR4	BR4a_oben	1132	18.12.2018 14:14	23.01.2019 10:59	35,9	18.12.2018 16:00	23.01.2019 10:59	35.79	ok	10
BR4	BR4a_unten	2224	02.12.2017 12:17	06.02.2018 15:52	66,2	02.12.2017 14:00	06.02.2018 13:59	66	ok	5
BR4	BR4a_unten	0878	06.02.2018 16:30	11.03.2018 13:25	32,9	06.02.2018 18:00	11.03.2018 11:59	32.75	ok	5
BR4	BR4a_unten	1117	11.03.2018 14:02	27.04.2018 04:52	46,6	11.03.2018 16:00	27.04.2018 02:59	46.46	ok	5
BR4	BR4a_unten	2136	27.04.2018 04:53	02.07.2018 10:51	66,3	27.04.2018 06:00	02.07.2018 08:59	66.12	ok	5
BR4	BR4a_unten	2224	02.07.2018 11:30	15.08.2018 13:00	44,1	02.07.2018 13:00	15.08.2018 11:59	43.96	ok	5
BR4	BR4a_unten	0186	15.08.2018 13:01	19.10.2018 12:29	65,0	15.08.2018 15:00	19.10.2018 10:59	64.83	ok	5
BR4	BR4a_unten	2168	19.10.2018 12:30	18.12.2018 14:13	60,1	19.10.2018 14:00	18.12.2018 12:59	59.96	ok	5
BR4	BR4a_unten	2136	18.12.2018 14:14	23.01.2019 15:55	36,1	18.12.2018 16:00	23.01.2019 13:59	35.92	ok	5
BR4	BR4b_unten	2062	02.12.2017 12:06	06.02.2018 16:43	66,2	02.12.2017 14:00	06.02.2018 14:59	66.04	ok	5
BR4	BR4b_unten	0692	06.02.2018 16:44	11.03.2018 14:24	32,9	06.02.2018 18:00	11.03.2018 12:59	32.79	ok	5
BR4	BR4b_unten	2317	11.03.2018 14:49	27.04.2018 05:08	46,6	11.03.2018 16:00	27.04.2018 03:59	46.5	ok	5
BR4	BR4b_unten	1041	27.04.2018 05:09	02.07.2018 11:45	66,3	27.04.2018 07:00	02.07.2018 09:59	66.12	ok	5

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR4	BR4b_unten	0209	02.07.2018 11:46	15.08.2018 13:16	44,1	02.07.2018 13:00	15.08.2018 11:59	43.96	ok	5
BR4	BR4b_unten	0187	15.08.2018 13:40	19.10.2018 12:16	64,9	15.08.2018 15:00	19.10.2018 10:59	64.83	ok	5
BR4	BR4b_unten	2255	19.10.2018 12:17	18.12.2018 13:33	60,1	19.10.2018 14:00	18.12.2018 11:59	59.92	ok	5
BR4	BR4b_unten	1041	18.12.2018 13:34	24.01.2019 07:28	36,8	18.12.2018 15:00	24.01.2019 05:59	36.62	ok	5
BR5	BR5a_oben	0675	02.12.2017 07:28	06.02.2018 09:43	66,1	02.12.2017 09:00	06.02.2018 07:59	65.96	ok	10
BR5	BR5a_oben	2165	06.02.2018 09:44	10.03.2018 07:38	31,9	06.02.2018 11:00	10.03.2018 05:59	31.79	ok	10
BR5	BR5a_oben	0087	10.03.2018 08:20	26.04.2018 05:01	46,9	10.03.2018 10:00	26.04.2018 03:59	46.75	ok	10
BR5	BR5a_oben	1393	26.04.2018 05:03	02.07.2018 04:53	67,0	26.04.2018 07:00	02.07.2018 02:59	66.83	ok	10
BR5	BR5a_oben	0713	02.07.2018 04:57	06.09.2018 19:39	66,6	02.07.2018 06:00	06.09.2018 18:59	66.54	ok	10
BR5	BR5a_oben	1098	06.09.2018 19:40	18.10.2018 06:07	41,4	06.09.2018 21:00	18.10.2018 04:59	41.33	ok	10
BR5	BR5a_oben	0209	18.10.2018 13:07	18.12.2018 08:47	60,8	18.10.2018 15:00	18.12.2018 06:59	60.67	ok	10
BR5	BR5a_oben	0331	18.12.2018 08:48	24.01.2019 12:17	37,1	18.12.2018 10:00	24.01.2019 10:59	37.04	ok	10
BR5	BR5a_unten	2223	02.12.2017 07:28	06.02.2018 09:33	66,1	02.12.2017 09:00	06.02.2018 07:59	65.96	ok	5
BR5	BR5a_unten	0415	06.02.2018 09:35	10.03.2018 07:27	31,9	06.02.2018 11:00	10.03.2018 05:59	31.79	ok	5
BR5	BR5a_unten	2328	10.03.2018 08:19	26.04.2018 05:02	46,9	10.03.2018 10:00	26.04.2018 03:59	46.75	ok	5
BR5	BR5a_unten	2230	26.04.2018 05:03	02.07.2018 04:53	67,0	26.04.2018 07:00	02.07.2018 02:59	66.83	ok	5
BR5	BR5a_unten	2255	02.07.2018 04:55	06.09.2018 19:39	66,6	02.07.2018 06:00	06.09.2018 18:59	66.54	ok	5
BR5	BR5a_unten	2168	06.09.2018 19:40	18.10.2018 06:07	41,4	06.09.2018 21:00	18.10.2018 04:59	41.33	ok	5
BR5	BR5a_unten	1041	18.10.2018 13:07	18.12.2018 08:47	60,8	18.10.2018 15:00	18.12.2018 06:59	60.67	ok	5
BR5	BR5a_unten	0333	18.12.2018 08:48	24.01.2019 12:18	37,2				Datenverlust ²	5
BR5	BR5b_unten	0087	02.12.2017 08:10	06.02.2018 08:43	66,0	02.12.2017 10:00	06.02.2018 06:59	65.87	ok	5
BR5	BR5b_unten	0204	06.02.2018 09:19	10.03.2018 09:13	32,0	06.02.2018 11:00	10.03.2018 07:59	31.87	ok	5
BR5	BR5b_unten	2136	10.03.2018 09:58	26.04.2018 06:00	46,8	10.03.2018 11:00	26.04.2018 04:59	46.75	ok	5
BR5	BR5b_unten	2224	26.04.2018 06:23	02.07.2018 05:14	67,0	26.04.2018 08:00	02.07.2018 03:59	66.83	ok	5
BR5	BR5b_unten	0675	02.07.2018 05:58	09.07.2018 07:40	7,1	02.07.2018 06:00	09.07.2018 06:59	7.04	ok	5
BR5	BR5b_unten	0675	09.07.2018 07:41	16.08.2018 06:31	38,0				Datenverlust ¹	5
BR5	BR5b_unten	2062	16.08.2018 06:32	18.10.2018 06:43	63,0	16.08.2018 08:00	06.09.2018 15:59	21.33	ok	5
BR5	BR5b_unten	2062	16.08.2018 06:32	18.10.2018 06:43	63,0	06.09.2018 21:00	18.10.2018 04:59	41.33	ok	5
BR5	BR5b_unten	2136	18.10.2018 12:42	18.12.2018 08:35	60,8	18.10.2018 14:00	18.12.2018 06:59	60.71	ok	5
BR5	BR5b_unten	0303	18.12.2018 08:36	24.01.2019 13:20	37,2	18.12.2018 10:00	24.01.2019 11:59	37.08	ok	5
BR6	BR6a_oben	1105	02.12.2017 09:11	06.02.2018 10:30	66,1	02.12.2017 11:00	06.02.2018 08:59	65.92	ok	10
BR6	BR6a_oben	0416	06.02.2018 11:32	10.03.2018 16:54	32,2	06.02.2018 13:00	10.03.2018 14:59	32.08	ok	10

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR6	BR6a_oben	0186	10.03.2018 16:31	26.04.2018 12:09	46,8	10.03.2018 18:00	26.04.2018 10:59	46.71	ok	10
BR6	BR6a_oben	2166	26.04.2018 12:10	02.07.2018 06:53	66,8	26.04.2018 14:00	02.07.2018 04:59	66.62	ok	10
BR6	BR6a_oben	1132	02.07.2018 07:43	16.08.2018 05:10	44,9	02.07.2018 09:00	16.08.2018 03:59	44.79	ok	10
BR6	BR6a_oben	2256	16.08.2018 05:11	19.10.2018 09:22	64,2	16.08.2018 07:00	19.10.2018 07:59	64.04	ok	10
BR6	BR6a_oben	0087	19.10.2018 09:24	18.12.2018 09:49	60,0	19.10.2018 11:00	18.12.2018 07:59	59.87	ok	10
BR6	BR6a_oben	0690	18.12.2018 10:38	24.01.2019 14:27	37,2	18.12.2018 12:00	24.01.2019 12:59	37.04	ok	10
BR6	BR6a_unten	2166	02.12.2017 09:11	06.02.2018 10:32	66,1	02.12.2017 11:00	06.02.2018 08:59	65.92	ok	5
BR6	BR6a_unten	0187	06.02.2018 11:30	10.03.2018 15:57	32,2	06.02.2018 13:00	10.03.2018 13:59	32.04	ok	5
BR6	BR6a_unten	1966	10.03.2018 16:31	26.04.2018 12:09	46,8	10.03.2018 18:00	26.04.2018 10:59	46.71	ok	5
BR6	BR6a_unten	2223	26.04.2018 12:10	02.07.2018 06:53	66,8	26.04.2018 14:00	02.07.2018 04:59	66.62	ok	5
BR6	BR6a_unten	2004	02.07.2018 07:43	16.08.2018 05:10	44,9	02.07.2018 09:00	16.08.2018 03:59	44.79	ok	5
BR6	BR6a_unten	2223	16.08.2018 05:11	19.10.2018 09:22	64,2	16.08.2018 07:00	19.10.2018 07:59	64.04	ok	5
BR6	BR6a_unten	1132	19.10.2018 09:24	10.12.2018 22:16	52,5	19.10.2018 11:00	10.12.2018 21:59	52.46	ok	5
BR6	BR6a_unten	1132	10.12.2018 22:17	18.12.2018 09:49	7,5				Datenverlust ¹	5
BR6	BR6a_unten	2230	18.12.2018 10:38	24.01.2019 14:28	37,2	18.12.2018 12:00	24.01.2019 12:59	37.04	ok	5
BR6	BR6b_unten	2230	02.12.2017 09:27	06.02.2018 11:45	66,1	02.12.2017 11:00	06.02.2018 09:59	65.96	ok	5
BR6	BR6b_unten	2169	06.02.2018 12:27	10.03.2018 16:54	32,2	06.02.2018 14:00	10.03.2018 14:59	32.04	ok	5
BR6	BR6b_unten	2168	10.03.2018 17:35	26.04.2018 12:34	46,8	10.03.2018 19:00	26.04.2018 10:59	46.67	ok	5
BR6	BR6b_unten	2328	26.04.2018 12:59	02.07.2018 07:56	66,8	26.04.2018 14:00	02.07.2018 05:59	66.67	ok	5
BR6	BR6b_unten	0333	02.07.2018 07:56	16.08.2018 05:27	44,9	02.07.2018 09:00	16.08.2018 03:59	44.79	ok	5
BR6	BR6b_unten	1856	16.08.2018 05:27	19.10.2018 09:40	64,2	16.08.2018 07:00	19.10.2018 07:59	64.04	ok	5
BR6	BR6b_unten	0253	19.10.2018 10:18	18.12.2018 10:53	60,0	19.10.2018 12:00	18.12.2018 08:59	59.87	ok	5
BR6	BR6b_unten	2004	18.12.2018 10:54	24.01.2019 14:16	37,1	18.12.2018 12:00	24.01.2019 12:59	37.04	ok	5
BR7	BR7a_oben	0186	22.12.2017 09:04	08.02.2018 07:04	47,9	22.12.2017 11:00	08.02.2018 05:59	47.79	ok	10
BR7	BR7a_oben	0255	08.02.2018 07:07	24.03.2018 08:40	44,1				Datenverlust ²	10
BR7	BR7a_oben	0204	24.03.2018 08:43	22.04.2018 15:58	29,3	24.03.2018 10:00	22.04.2018 14:59	29.21	ok	10
BR7	BR7a_oben	0204	22.04.2018 15:59	28.04.2018 11:04	5,8				Datenverlust ¹	10
BR7	BR7a_oben	0319	28.04.2018 11:52	03.07.2018 07:06	65,8	28.04.2018 13:00	03.07.2018 05:59	65.71	ok	10
BR7	BR7a_oben	1966	03.07.2018 07:08	13.08.2018 15:07	41,3	03.07.2018 09:00	13.08.2018 13:59	41.21	ok	10
BR7	BR7a_oben	2165	13.08.2018 15:09	20.10.2018 12:58	67,9	13.08.2018 17:00	20.10.2018 10:59	67.75	ok	10
BR7	BR7a_oben	0186	20.10.2018 13:38	17.12.2018 08:23	57,8	20.10.2018 15:00	17.12.2018 06:59	57.67	ok	10
BR7	BR7a_oben	2224	17.12.2018 08:25	19.01.2019 10:30	33,1	17.12.2018 10:00	19.01.2019 08:59	32.96	ok	10

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR7	BR7a_unten	1117	22.12.2017 09:04	08.02.2018 07:05	47,9	22.12.2017 11:00	08.02.2018 05:59	47.79	ok	5
BR7	BR7a_unten	0253	08.02.2018 07:06	24.03.2018 08:40	44,1	08.02.2018 09:00	24.03.2018 06:59	43.92	ok	5
BR7	BR7a_unten	2165	24.03.2018 08:43	28.04.2018 11:05	35,1	24.03.2018 10:00	28.04.2018 09:59	35	ok	5
BR7	BR7a_unten	0415	28.04.2018 11:52	03.07.2018 07:06	65,8	28.04.2018 13:00	03.07.2018 05:59	65.71	ok	5
BR7	BR7a_unten	2328	03.07.2018 07:08	13.08.2018 15:07	41,3	03.07.2018 09:00	13.08.2018 13:59	41.21	ok	5
BR7	BR7a_unten	0878	13.08.2018 15:08	20.10.2018 12:58	67,9	13.08.2018 17:00	20.10.2018 10:59	67.75	ok	5
BR7	BR7a_unten	1856	20.10.2018 13:38	17.12.2018 08:24	57,8	20.10.2018 15:00	17.12.2018 06:59	57.67	ok	5
BR7	BR7a_unten	2328	17.12.2018 08:24	19.01.2019 10:31	33,1	17.12.2018 10:00	19.01.2019 08:59	32.96	ok	5
BR7	BR7b_unten	1041	22.12.2017 08:15	08.02.2018 07:16	48,0	22.12.2017 10:00	08.02.2018 05:59	47.83	ok	5
BR7	BR7b_unten	0435	08.02.2018 07:19	24.03.2018 08:24	44,0	08.02.2018 09:00	24.03.2018 06:59	43.92	ok	5
BR7	BR7b_unten	1856	24.03.2018 08:25	28.04.2018 12:07	35,2	24.03.2018 10:00	28.04.2018 10:59	35.04	ok	5
BR7	BR7b_unten	0416	28.04.2018 13:03	03.07.2018 07:26	65,8	28.04.2018 15:00	03.07.2018 05:59	65.62	ok	5
BR7	BR7b_unten	2166	03.07.2018 07:27	13.08.2018 15:25	41,3	03.07.2018 09:00	13.08.2018 13:59	41.21	ok	5
BR7	BR7b_unten	0338	13.08.2018 15:26	20.10.2018 13:52	67,9	13.08.2018 17:00	20.10.2018 11:59	67.79	ok	5
BR7	BR7b_unten	2223	20.10.2018 14:34	17.12.2018 08:09	57,7	20.10.2018 16:00	17.12.2018 06:59	57.62	ok	5
BR7	BR7b_unten	2166	17.12.2018 08:10	19.01.2019 10:50	33,1	17.12.2018 10:00	19.01.2019 08:59	32.96	ok	5
BR8	BR8a_oben	0255	22.12.2017 12:26	07.02.2018 15:18	47,1	22.12.2017 14:00	07.02.2018 13:59	47	ok	10
BR8	BR8a_oben	2223	07.02.2018 15:21	24.03.2018 10:48	44,8	07.02.2018 17:00	24.03.2018 08:59	44.67	ok	10
BR8	BR8a_oben	0303	24.03.2018 11:46	28.04.2018 05:00	34,7	24.03.2018 13:00	28.04.2018 03:59	34.62	ok	10
BR8	BR8a_oben	0435	28.04.2018 05:51	03.07.2018 04:53	66,0	28.04.2018 07:00	03.07.2018 02:59	65.83	ok	10
BR8	BR8a_oben	0877	03.07.2018 04:55	14.08.2018 04:50	42,0	03.07.2018 06:00	14.08.2018 02:59	41.87	ok	10
BR8	BR8a_oben	1966	14.08.2018 05:30	20.10.2018 10:37	67,2	14.08.2018 07:00	20.10.2018 08:59	67.08	ok	10
BR8	BR8a_oben	1392	20.10.2018 10:38	20.01.2019 07:37	91,9	20.10.2018 12:00	20.01.2019 05:59	91.75	ok	10
BR8	BR8a_unten	1389	22.12.2017 12:26	07.02.2018 15:18	47,1	22.12.2017 14:00	07.02.2018 13:59	47	ok	5
BR8	BR8a_unten	0675	07.02.2018 15:21	24.03.2018 10:48	44,8				Datenverlust ²	5
BR8	BR8a_unten	0878	24.03.2018 11:46	28.04.2018 05:00	34,7	24.03.2018 13:00	28.04.2018 03:59	34.62	ok	5
BR8	BR8a_unten	0692	28.04.2018 05:51	03.07.2018 04:53	66,0	28.04.2018 07:00	03.07.2018 02:59	65.83	ok	5
BR8	BR8a_unten	1117	03.07.2018 04:55	14.08.2018 04:51	42,0	03.07.2018 06:00	14.08.2018 02:59	41.87	ok	5
BR8	BR8a_unten	2328	14.08.2018 05:30	20.10.2018 10:38	67,2	14.08.2018 07:00	20.10.2018 08:59	67.08	ok	5
BR8	BR8a_unten	2169	20.10.2018 10:39	20.01.2019 07:37	91,9	20.10.2018 12:00	20.01.2019 05:59	91.75	ok	5
BR8	BR8b_unten	0435	22.12.2017 11:19	07.02.2018 15:31	47,2	22.12.2017 13:00	07.02.2018 13:59	47.04	ok	5
BR8	BR8b_unten	2166	07.02.2018 15:31	05.03.2018 20:45	26,2	07.02.2018 17:00	05.03.2018 19:59	26.12	ok	5

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
BR8	BR8b_unten	2166	05.03.2018 20:46	24.03.2018 12:36	18,7				Datenverlust ¹	5
BR8	BR8b_unten	0253	24.03.2018 12:25	28.04.2018 06:10	34,7	24.03.2018 14:00	28.04.2018 04:59	34.62	ok	5
BR8	BR8b_unten	0331	28.04.2018 06:11	03.07.2018 05:18	66,0	28.04.2018 08:00	03.07.2018 03:59	65.83	ok	5
BR8	BR8b_unten	0186	03.07.2018 05:19	14.08.2018 05:42	42,0	03.07.2018 07:00	14.08.2018 03:59	41.87	ok	5
BR8	BR8b_unten	2166	14.08.2018 06:21	20.10.2018 10:21	67,2	14.08.2018 08:00	20.10.2018 08:59	67.04	ok	5
BR8	BR8b_unten	0187	20.10.2018 10:22	20.01.2019 09:21	92,0	20.10.2018 12:00	20.01.2019 07:59	91.83	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	2328	08.11.2017 13:15	11.01.2018 14:16	64,0	08.11.2017 15:00	11.01.2018 12:59	63,9	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	1856	11.01.2018 14:18	11.03.2018 17:22	59,1	11.01.2018 16:00	11.03.2018 15:59	59,0	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	2169	11.03.2018 17:22	27.04.2018 08:23	46,6	11.03.2018 19:00	27.04.2018 06:59	46,5	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	2168	27.04.2018 08:49	16.06.2018 06:37	49,9	27.04.2018 10:00	16.06.2018 04:59	49,8	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	0204	16.06.2018 06:38	13.08.2018 12:13	58,2	16.06.2018 08:00	13.08.2018 10:59	58,1	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	0416	13.08.2018 12:14	19.10.2018 13:49	67,1	13.08.2018 14:00	19.10.2018 11:59	66,9	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	0713	19.10.2018 14:29	17.12.2018 10:55	58,9	19.10.2018 16:00	17.12.2018 08:59	58,7	ok	5
EP_BKR1	EP_BKR1	2223	17.12.2018 10:56	19.01.2019 14:09	33,1	17.12.2018 12:00	19.01.2019 12:59	33,0	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	1856	08.11.2017 14:04	11.01.2018 13:25	64,0	08.11.2017 16:00	11.01.2018 11:59	63,8	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	0331	11.01.2018 13:55	11.03.2018 16:54	59,1	11.01.2018 15:00	11.03.2018 14:59	59,0	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	0187	11.03.2018 16:55	27.04.2018 07:32	46,6	11.03.2018 18:00	27.04.2018 05:59	46,5	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	1105	27.04.2018 07:59	16.06.2018 07:03	50,0	27.04.2018 09:00	16.06.2018 05:59	49,9	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	2169	16.06.2018 07:04	13.08.2018 11:46	58,2	16.06.2018 09:00	13.08.2018 09:59	58,0	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	0692	13.08.2018 11:48	19.10.2018 13:27	67,1	13.08.2018 13:00	19.10.2018 11:59	67,0	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	0303	19.10.2018 13:27	17.12.2018 11:23	58,9	19.10.2018 15:00	17.12.2018 09:59	58,8	ok	5
EP_BKR2	EP_BKR2	0186	17.12.2018 11:24	19.01.2019 14:37	33,1	17.12.2018 13:00	19.01.2019 12:59	33,0	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	0713	08.11.2017 15:22	11.01.2018 12:55	63,9	08.11.2017 17:00	11.01.2018 10:59	63,8	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	0303	11.01.2018 12:59	11.03.2018 15:52	59,1	11.01.2018 14:00	11.03.2018 13:59	59,0	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	0338	11.03.2018 16:24	27.04.2018 06:54	46,6	11.03.2018 18:00	27.04.2018 04:59	46,5	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	2255	27.04.2018 06:55	16.06.2018 07:29	50,0	27.04.2018 08:00	16.06.2018 05:59	49,9	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	1392	16.06.2018 07:30	13.08.2018 10:39	58,1	16.06.2018 09:00	13.08.2018 08:59	58,0	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	2317	13.08.2018 11:12	19.10.2018 12:57	67,1	13.08.2018 13:00	19.10.2018 10:59	66,9	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	1098	19.10.2018 12:58	17.12.2018 11:56	59,0	19.10.2018 14:00	17.12.2018 09:59	58,8	ok	5
EP_BKR3	EP_BKR3	0435	17.12.2018 11:57	19.01.2019 15:58	33,2	17.12.2018 13:00	19.01.2019 13:59	33,0	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	0331	08.11.2017 09:42	11.01.2018 09:35	64,0	08.11.2017 11:00	11.01.2018 07:59	63,9	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	0182	11.01.2018 09:54	10.03.2018 13:37	58,2				Datenverlust ⁴	5

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
EP_GW1	EP_GW1	1041	10.03.2018 13:38	26.04.2018 09:31	46,8	10.03.2018 15:00	26.04.2018 07:59	46,7	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	1860	26.04.2018 09:32	16.06.2018 11:35	51,1	26.04.2018 11:00	16.06.2018 09:59	51,0	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	0187	16.06.2018 12:06	13.08.2018 07:41	57,8	16.06.2018 14:00	13.08.2018 05:59	57,7	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	0303	13.08.2018 07:43	19.10.2018 07:13	67,0	13.08.2018 09:00	19.10.2018 05:59	66,9	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	2004	19.10.2018 07:14	17.12.2018 14:33	59,3	19.10.2018 09:00	17.12.2018 12:59	59,2	ok	5
EP_GW1	EP_GW1	1856	17.12.2018 15:14	24.01.2019 10:09	37,8	17.12.2018 17:00	24.01.2019 08:59	37,7	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	0333	08.11.2017 08:43	11.01.2018 08:19	64,0	08.11.2017 10:00	11.01.2018 06:59	63,9	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	0319	11.01.2018 08:55	10.03.2018 11:52	58,1	11.01.2018 10:00	10.03.2018 09:59	58,0	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	1389	10.03.2018 11:53	26.04.2018 08:31	46,9				Datenverlust ³	5
EP_GW2	EP_GW2	2004	26.04.2018 08:55	16.06.2018 12:41	51,2	26.04.2018 10:00	16.06.2018 10:59	51,0	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	0255	16.06.2018 12:43	13.08.2018 06:55	57,8	16.06.2018 14:00	13.08.2018 04:59	57,6	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	0415	13.08.2018 06:56	17.09.2018 03:25	34,9	13.08.2018 08:00	17.09.2018 02:59	34,8	ok	5
EP_GW2	EP_GW2	0415	17.09.2018 03:26	19.10.2018 05:55	32,1				Datenverlust ¹	5
EP_GW2	EP_GW2	0690	19.10.2018 06:38	17.12.2018 15:50	59,4				Datenverlust ²	5
EP_GW2	EP_GW2	0713	17.12.2018 15:51	24.01.2019 10:47	37,8	17.12.2018 17:00	24.01.2019 08:59	37,7	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	0338	08.11.2017 07:46	11.01.2018 07:55	64,0	08.11.2017 09:00	11.01.2018 05:59	63,9	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	0209	11.01.2018 08:14	10.03.2018 11:28	58,1				Datenverlust ²	5
EP_GW3	EP_GW3	1105	10.03.2018 11:30	26.04.2018 07:42	46,8	10.03.2018 13:00	26.04.2018 05:59	46,7	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	0675	26.04.2018 08:10	16.06.2018 13:00	51,2	26.04.2018 10:00	16.06.2018 11:59	51,1	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	2168	16.06.2018 13:02	13.08.2018 06:34	57,7	16.06.2018 15:00	13.08.2018 04:59	57,6	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	0253	13.08.2018 06:34	18.10.2018 14:56	66,4	13.08.2018 08:00	18.10.2018 12:59	66,2	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	2230	18.10.2018 15:39	18.12.2018 08:00	60,7	18.10.2018 17:00	18.12.2018 06:59	60,6	ok	5
EP_GW3	EP_GW3	1098	18.12.2018 08:01	24.01.2019 11:38	37,2				Datenverlust ²	5
EP_GW4	EP_GW4	0303	08.11.2017 10:23	11.01.2018 10:38	64,0	08.11.2017 12:00	11.01.2018 08:59	63,9	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	0338	11.01.2018 10:40	10.03.2018 14:27	58,2	11.01.2018 12:00	10.03.2018 12:59	58,0	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	2255	10.03.2018 14:52	26.04.2018 10:01	46,8	10.03.2018 16:00	26.04.2018 08:59	46,7	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	0713	26.04.2018 10:28	16.06.2018 10:58	51,0	26.04.2018 12:00	16.06.2018 08:59	50,9	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	1105	16.06.2018 11:00	13.08.2018 08:22	57,9	16.06.2018 12:00	13.08.2018 06:59	57,8	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	0331	13.08.2018 08:23	19.10.2018 07:49	67,0	13.08.2018 10:00	19.10.2018 05:59	66,8	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	0333	19.10.2018 08:22	17.12.2018 13:58	59,2	19.10.2018 10:00	17.12.2018 11:59	59,1	ok	5
EP_GW4	EP_GW4	2256	17.12.2018 13:59	24.01.2019 09:32	37,8	17.12.2018 15:00	24.01.2019 07:59	37,7	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	2136	09.11.2017 08:51	12.01.2018 08:51	64,0	09.11.2017 10:00	12.01.2018 06:59	63,9	ok	5

Station	Unterstation	POD-ID	Ausbringung	Bergung	Länge Ausbringung	Daten Beginn	Daten Ende	Länge Daten	Status	Höhe über Grund
EP_TWB1	EP_TWB1	0333	12.01.2018 08:54	24.03.2018 07:20	70,9	12.01.2018 10:00	24.03.2018 05:59	70,8	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	2256	24.03.2018 07:48	28.04.2018 08:47	35,0	24.03.2018 09:00	28.04.2018 06:59	34,9	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	0187	28.04.2018 08:48	16.06.2018 05:56	48,9	28.04.2018 10:00	16.06.2018 03:59	48,8	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	0690	16.06.2018 05:57	13.08.2018 12:52	58,3				Datenverlust ²	5
EP_TWB1	EP_TWB1	0319	13.08.2018 13:24	19.10.2018 15:10	67,1	13.08.2018 15:00	19.10.2018 13:59	67,0	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	2256	19.10.2018 15:11	17.12.2018 10:17	58,8	19.10.2018 17:00	17.12.2018 08:59	58,7	ok	5
EP_TWB1	EP_TWB1	0338	17.12.2018 10:17	19.01.2019 12:56	33,1	17.12.2018 12:00	19.01.2019 10:59	33,0	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	1966	09.11.2017 07:33	12.01.2018 07:57	64,0	09.11.2017 09:00	12.01.2018 05:59	63,9	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	0713	12.01.2018 07:58	24.03.2018 09:02	71,0	12.01.2018 09:00	24.03.2018 07:59	71,0	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	0209	24.03.2018 09:29	28.04.2018 07:47	34,9	24.03.2018 11:00	28.04.2018 05:59	34,8	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	2169	28.04.2018 07:48	16.06.2018 05:08	48,9	28.04.2018 09:00	16.06.2018 03:59	48,8	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	2062	16.06.2018 05:09	13.08.2018 14:08	58,4	16.06.2018 07:00	13.08.2018 12:59	58,3	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	0435	13.08.2018 14:37	20.10.2018 12:23	67,9	13.08.2018 16:00	20.10.2018 10:59	67,8	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	0331	20.10.2018 12:24	17.12.2018 09:21	57,9	20.10.2018 14:00	17.12.2018 07:59	57,8	ok	5
EP_TWB2	EP_TWB2	0255	17.12.2018 09:22	19.01.2019 12:00	33,1	17.12.2018 11:00	19.01.2019 10:59	33,0	ok	5

Tab. A.22 Wartungsfahrten für die POD-Stationen und Einzel-PODs von Januar 2018 bis Januar 2019.

Fahrt	Datum	Aktion	Schiff
UMBO 18/01_EP	11.-12.01.2018	Wartung Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 18/01_P	06.-08.02.2018	Wartung POD-Stationen	Søløven
UMBO 18/02_PEP	10.-12.03.2018	Wartung POD-Stationen (BR2, BR4, BR5, BR6) und Einzel-PODs (GW1, GW2, GW3, GW4, BKR1, BKR2, BKR3)	Søløven
UMBO 18/03_PEP	24.03.2018	Wartung POD-Stationen (BR1, BR3, BR7, BR8) und Einzel-PODs (TWB1, TWB2)	Arctic Hunter
UMBO 18/04_PEP	26.-29.04.2018	Wartung POD-Stationen und Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 18/05_EP	16.06.2018	Wartung Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 18/06_P	02.-03.07.2018	Wartung POD-Stationen	Arctic Hunter
UMBO 18/07_PEP	13.-16.08.2018	Wartung POD-Stationen und Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 18/08_PEP	18.-21.10.2018	Wartung POD-Stationen und Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 18/09_PEP	17.-18.12.2018	Wartung POD-Stationen (BR4, BR5, BR6, BR7) und Einzel-PODs	Arctic Hunter
UMBO 19/01_PEP	19.-20.01.2019	Wartung POD-Stationen (BR3, BR7, BR8, BR1) und Einzel-PODs (TWB1, TWB2, BKR1, BKR2, BKR3)	Arctic Hunter
UMBO 19/02_PEP	23.-24.01.2019	Wartung POD-Stationen (BR1, BR2, BR4, BR5, BR6) und Einzel-PODs (GW1, GW2, GW3, GW4)	Arctic Hunter

A.2.3 Kalibrierung der C-PODs

Bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung von Schweinswalen im Jahr 2018 an den acht POD-Stationen und neun Einzel-POD-Stationen sind insgesamt 46 C-PODs zum Einsatz gekommen, für die Ergebnisse der Kalibrierung am Deutschen Meeresmuseum vorliegen. Die C-PODs wurden teils schon mehrmals kalibriert, hier dargestellt werden jedoch nur die Ergebnisse der neusten Kalibrierung. Die Kalibrierungsergebnisse für C-PODs, die in 2018 nicht, aber in den Vorjahren zum Einsatz kamen, können den Umweltmonitoringberichten 2014 bis 2017 entnommen werden (IfaÖ et al. 2015, 2016b, 2017, 2018).

Die Kalibrierung wird in einem hierfür konzipierten Testtank (Abb. A.1) bei standardisiertem akustischem Umfeld durchgeführt. Die horizontale Omnidirektionalität und die Detektionsschwelle wurden für verschiedene Frequenzen erfasst. Hierfür werden standardisierte künstliche Signale (Abb. A.2) emittiert, deren akustische Eigenschaften nur bezüglich der Frequenz bzw. der Lautstärke geändert werden.

Die Detektionsschwelle der C-PODs wurde vom Deutschen Meeresmuseum als die Lautstärke definiert, ab der nur noch 50 % der emittierten Testsignale aufgezeichnet werden. Die genaue Ermittlung dieses Wertes hat sich als relativ schwierig erwiesen. Im Rahmen des AMPOD-Projektes hat sich herausgestellt (Verfuß et al. 2010), dass der Schnittpunkt einer linearen Regression, die aus der emittierten Lautstärke (Receiving Levels [dB re 1 μPa_{pp}]) und der vom C-POD gemessene Lautstärke (auf einer nicht referenzierten 8bit-Skala) ermittelt wird, mit der horizontalen Linie des minimalen Messpegels der 8bit-Skala ein geeigneterer Wert für die Detektionsschwelle ist (Dähne et al. 2013b)(Abb. A.5).

Wie aus den bisherigen Kalibrierungsergebnissen des Deutschen Meeresmuseums bekannt ist (Dähne et al. 2013b), sind die erfassten Detektionsschwellen eines C-PODs weder bei allen Frequenzen gleich hoch, noch weisen sie über den Bereich von 100 bis 140 kHz einen linearer Verlauf auf. Es wird jedoch darauf verwiesen (Dähne, pers. Mitteilung), dass in dem für die Erfassung von Schweinswalen relevanten Bereich zwischen 120 und 140 kHz ein linearer Verlauf der Detektionsschwelle vorliegt, wie auch im Fall der hier verwendeten C-PODs zu sehen ist (Abb. A.3). Somit ist die Verwendung dieser Geräte zum einen unbedenklich und zum anderen liegt ein Wert vor, um eine Interkalibrierung der C-PODs vorzunehmen. Die Detektionsschwellen der verschiedenen C-PODs variieren bei den hier verwendeten C-PODs dabei untereinander in einem Bereich von minimal 0,1 bis maximal 10,4 dB (bei 130 kHz). Die Ergebnisse der horizontalen Kalibrierung werden hier beispielhaft an den Ergebnissen bei 130 kHz dargestellt. Die C-PODs wiesen eine zumeist verzerrungsfreie Omnidirektionalität auf. Die unterschiedlichen Detektionsschwellen der C-PODs bewirken, dass die Graphen im Kreisdiagramm unterschiedliche Radien aufweisen (Abb. A.4).

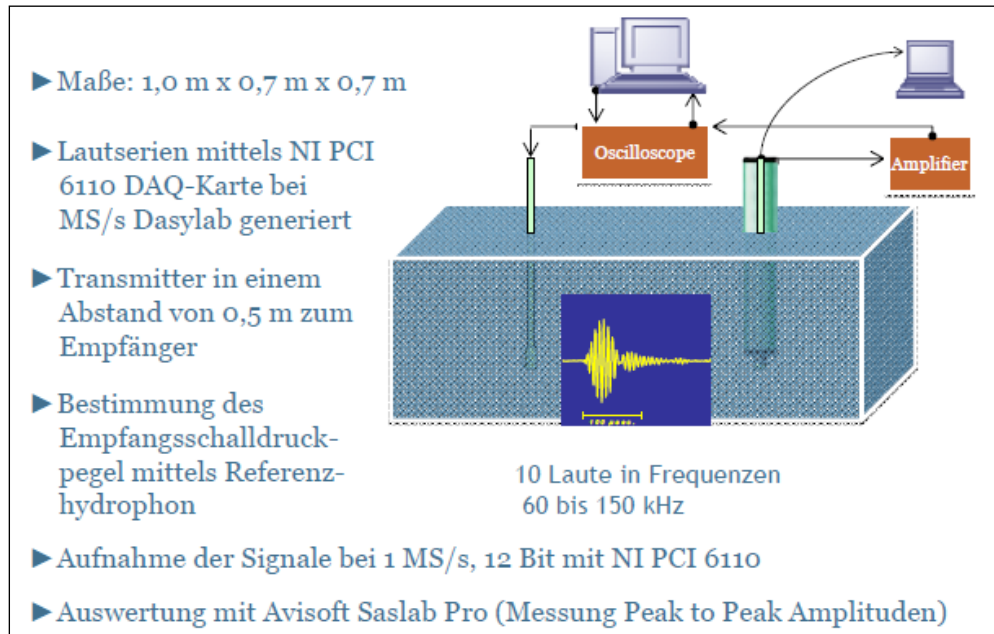


Abb. A.1 Versuchsaufbau der Kalibrierung am Deutschen Meeresmuseum (Dähne et al. 2011).

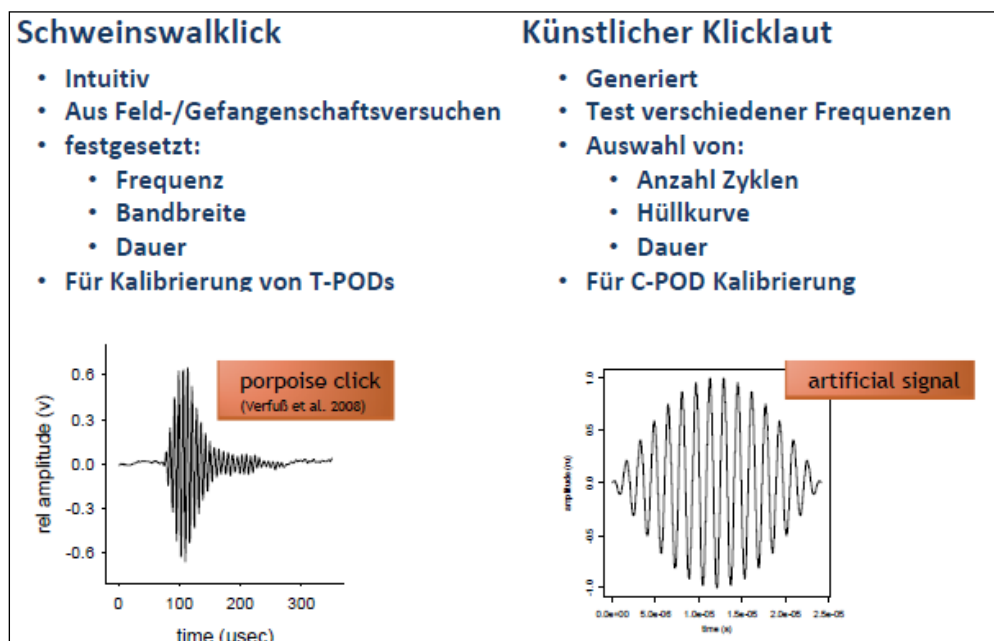


Abb. A.2 Akustische Eigenschaften der künstlichen Signale der Kalibrierung (Dähne et al. 2011).

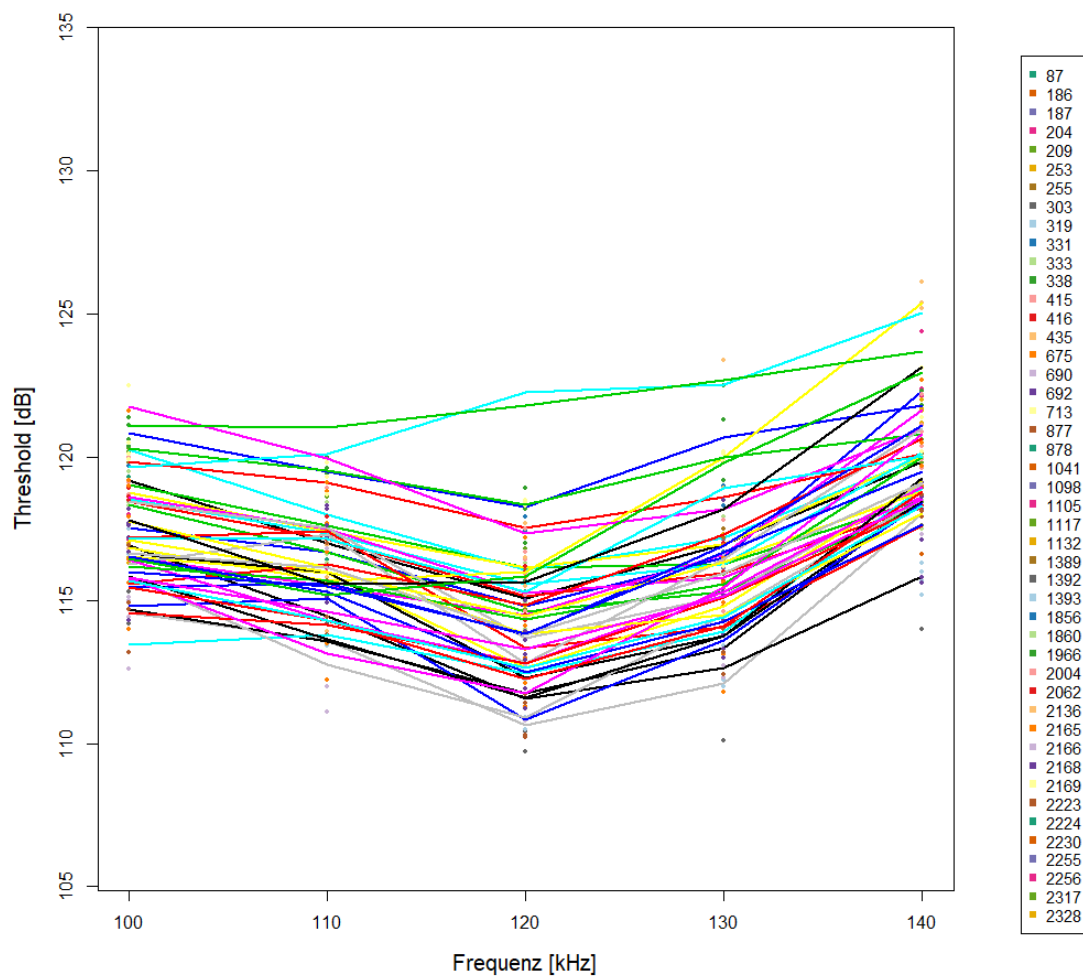


Abb. A.3 Detektionsschwellen [dB] der CPODs, die in 2018 bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung genutzt wurden.

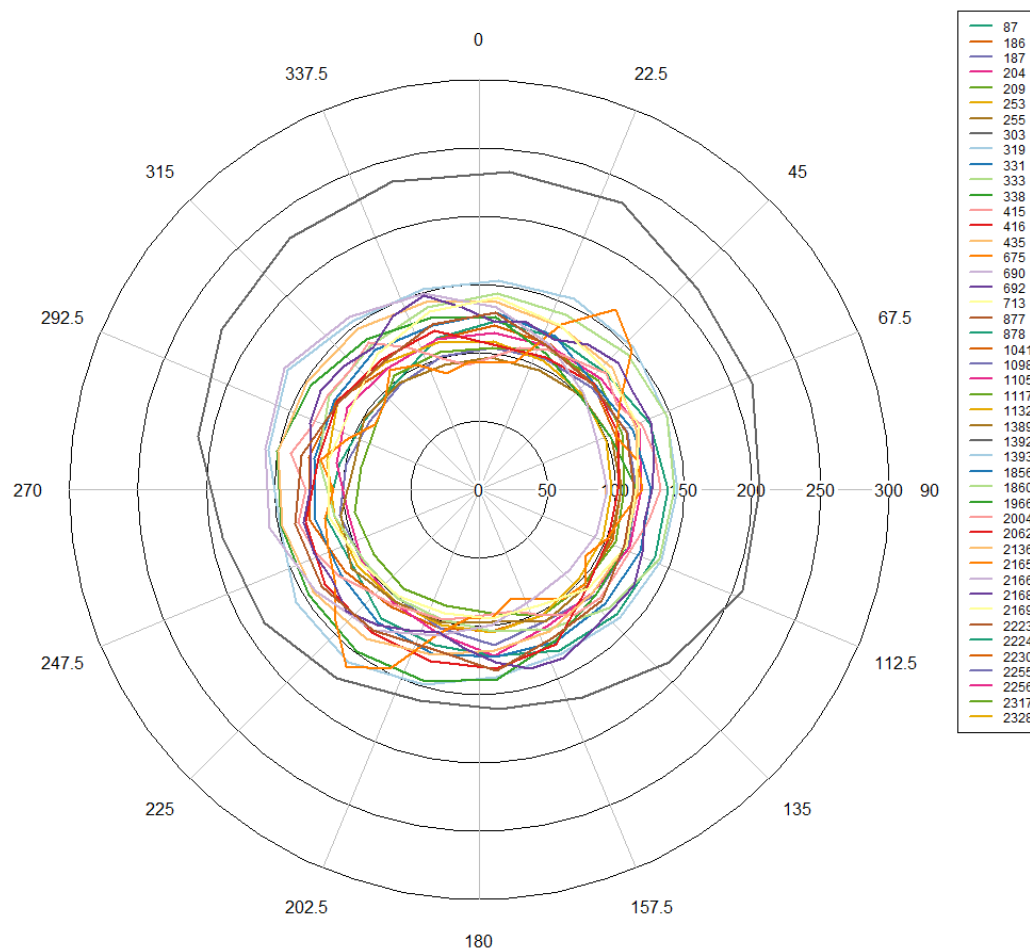


Abb. A.4 Horizontale Omnidirektionalität der CPODs bei 130 kHz, die in 2018 bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung genutzt wurden; radiäre Achse: Schalldruck/ Receiving Level [dBre1 μ Pa_{pp}].

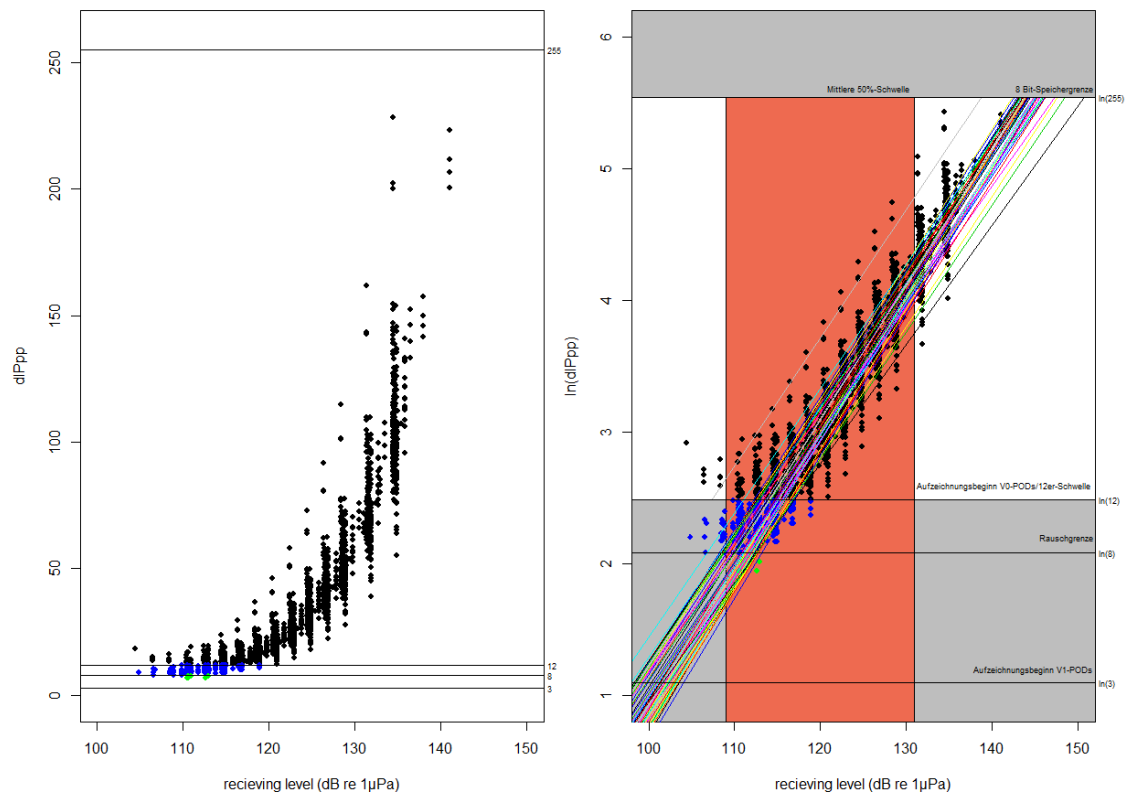


Abb. A.5 Darstellung der aufgezeichneten Schalldruckpegel [Logarithmus Naturalis des unreferenzier-ten 8-bit Wertes] und dem vom Referenz-Hydrophon aufgezeichneten Schalldruck [dB] der C-PODs bei 130 kHz, die bei den Untersuchungen zur Habitatnutzung in 2018 genutzt wurden (Wahl et al. 2013).

A.3 Ergebnisse

A.3.1 Erfassungen aus dem Flugzeug

Punktsichtungskarten Schweinswale

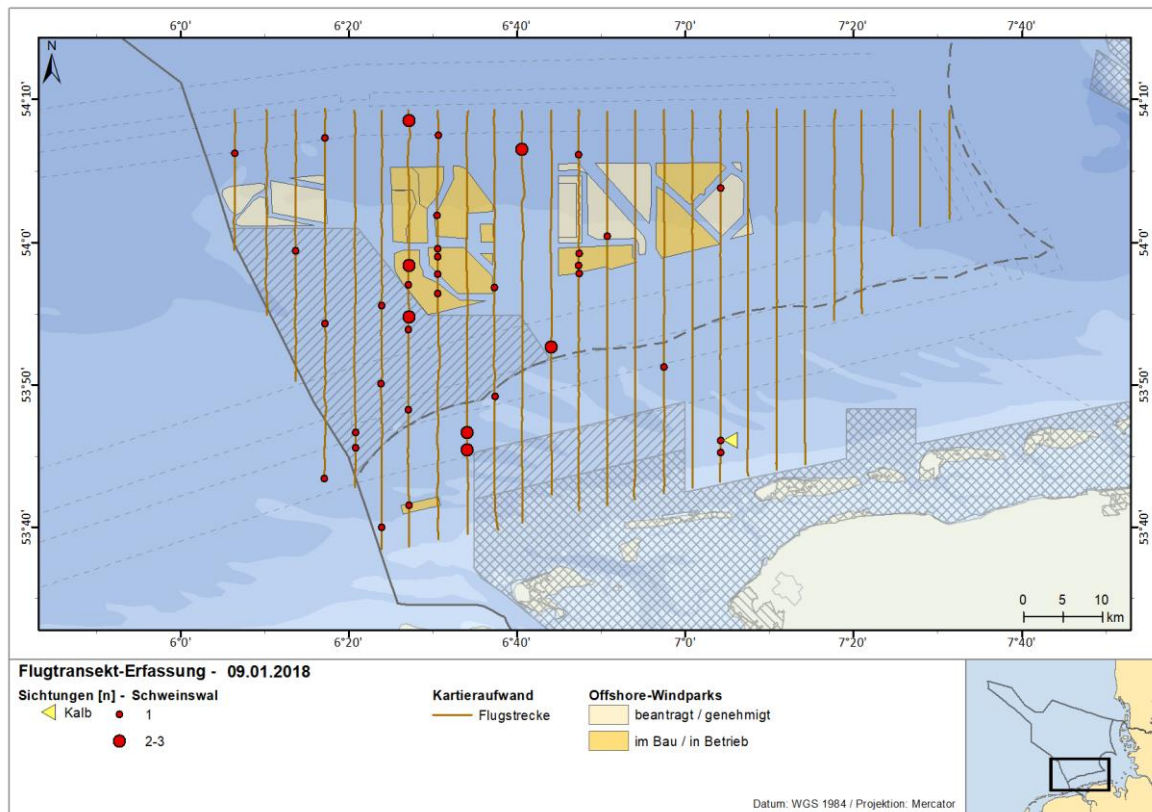


Abb. A.6 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 09.01.2018.

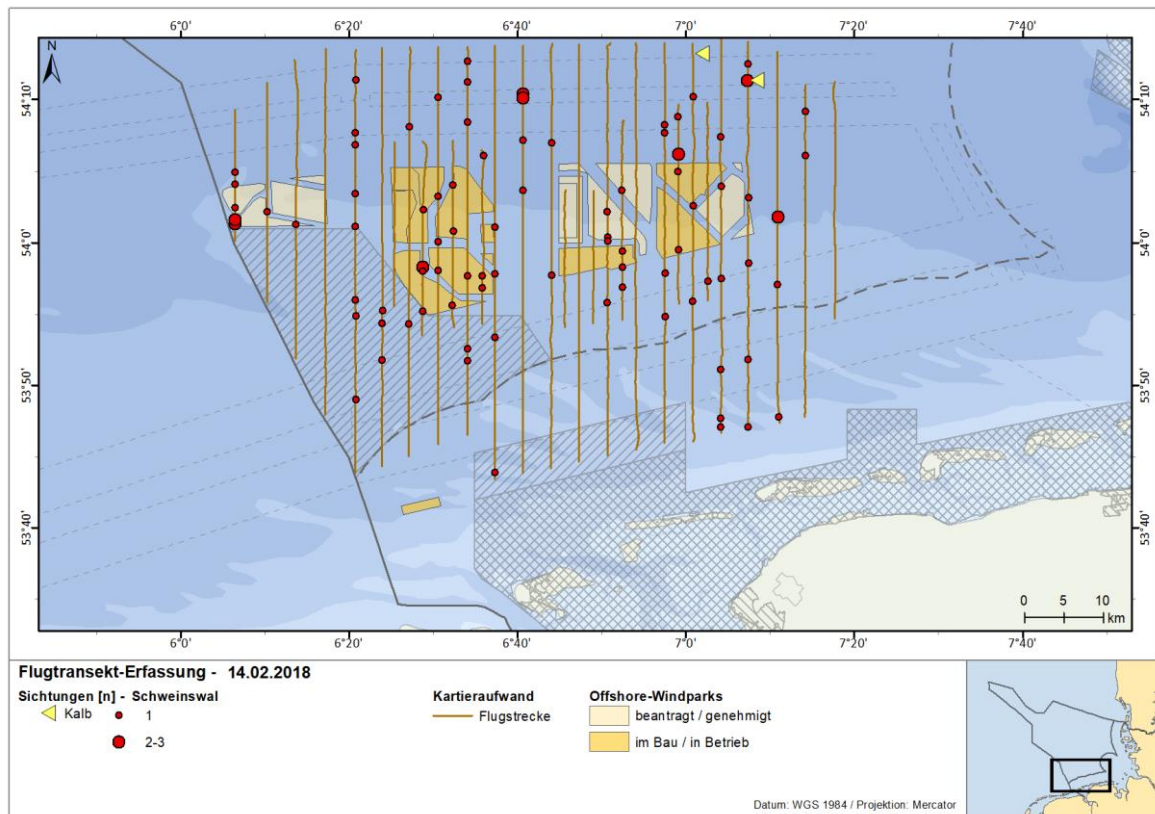


Abb. A.7 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 14.02.2018.

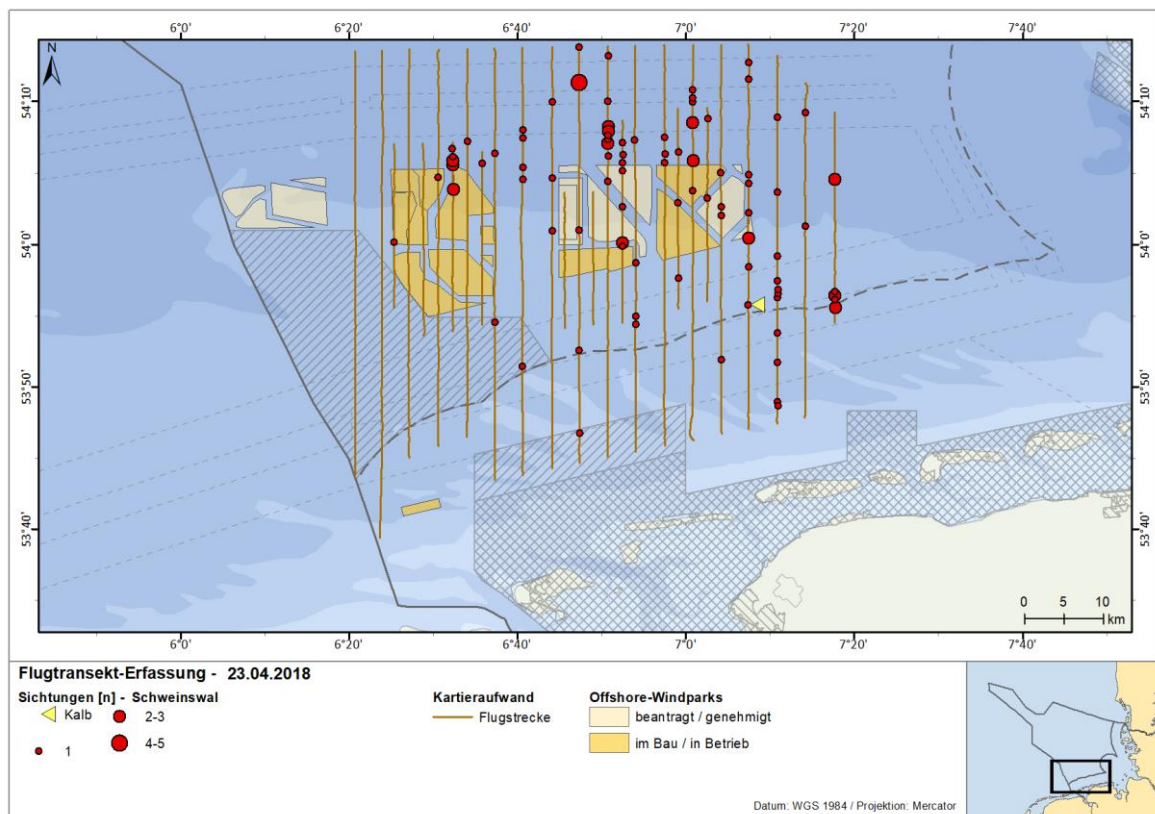


Abb. A.8 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 23.04.2018.

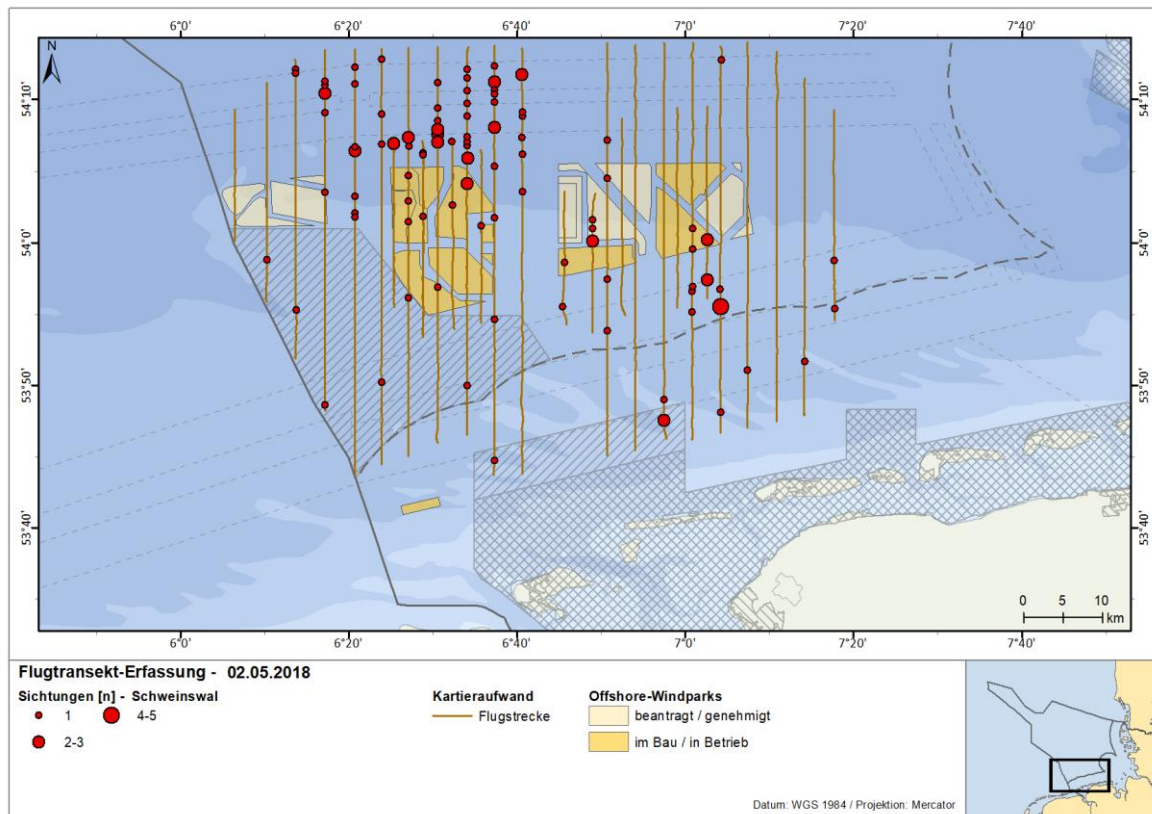


Abb. A.9 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 02.05.2018.

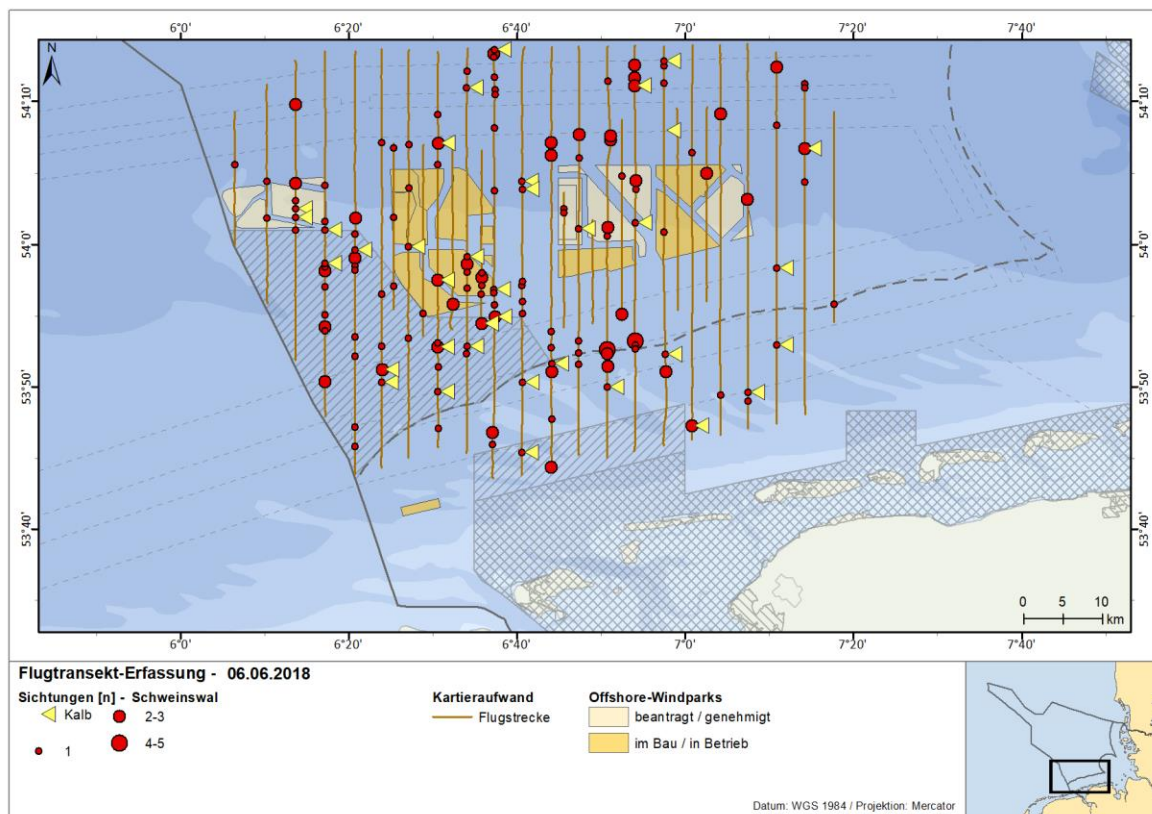


Abb. A.10 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.

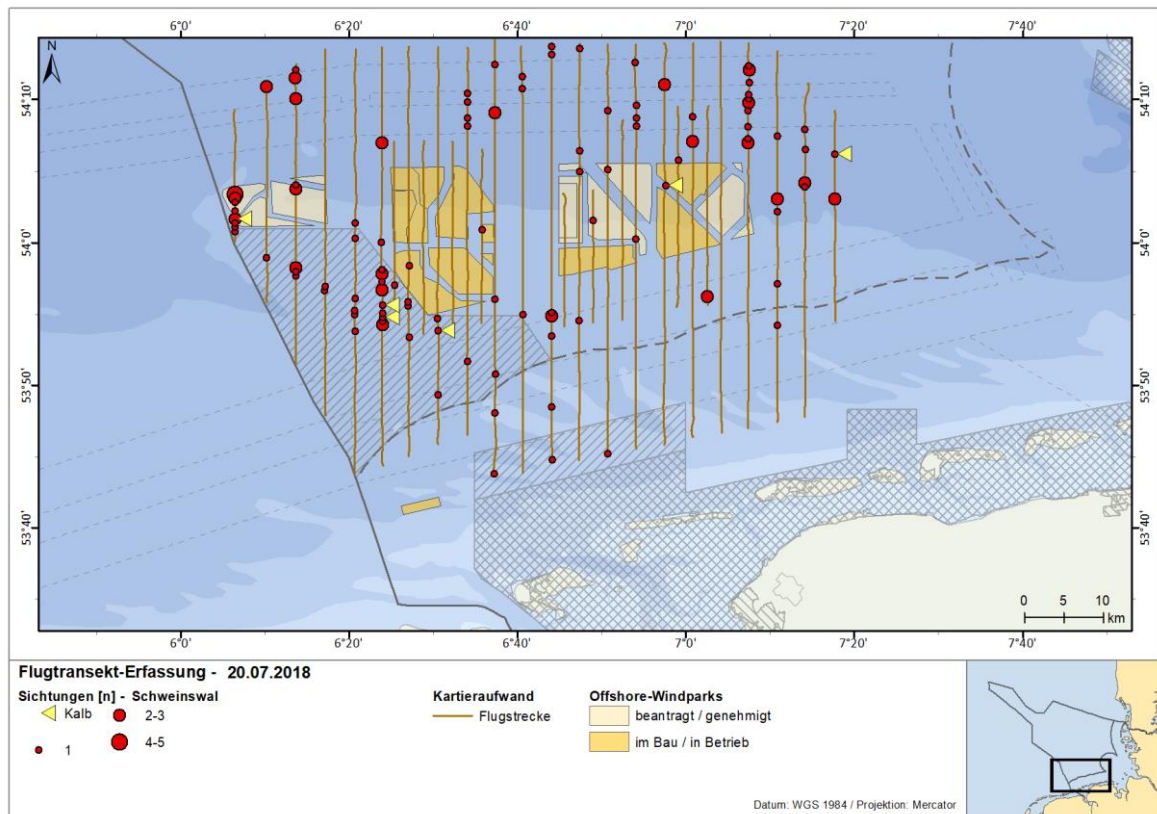


Abb. A.11 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 20.07.2018.

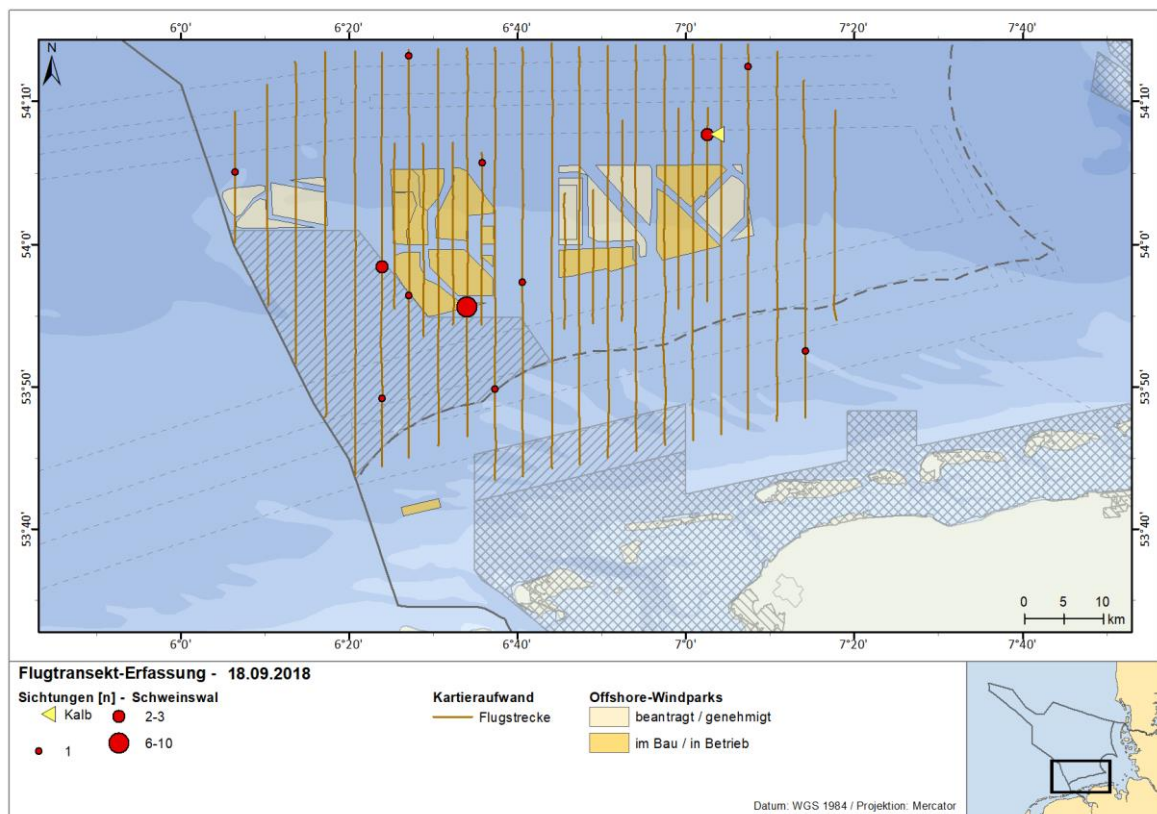


Abb. A.12 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 18.09.2018.

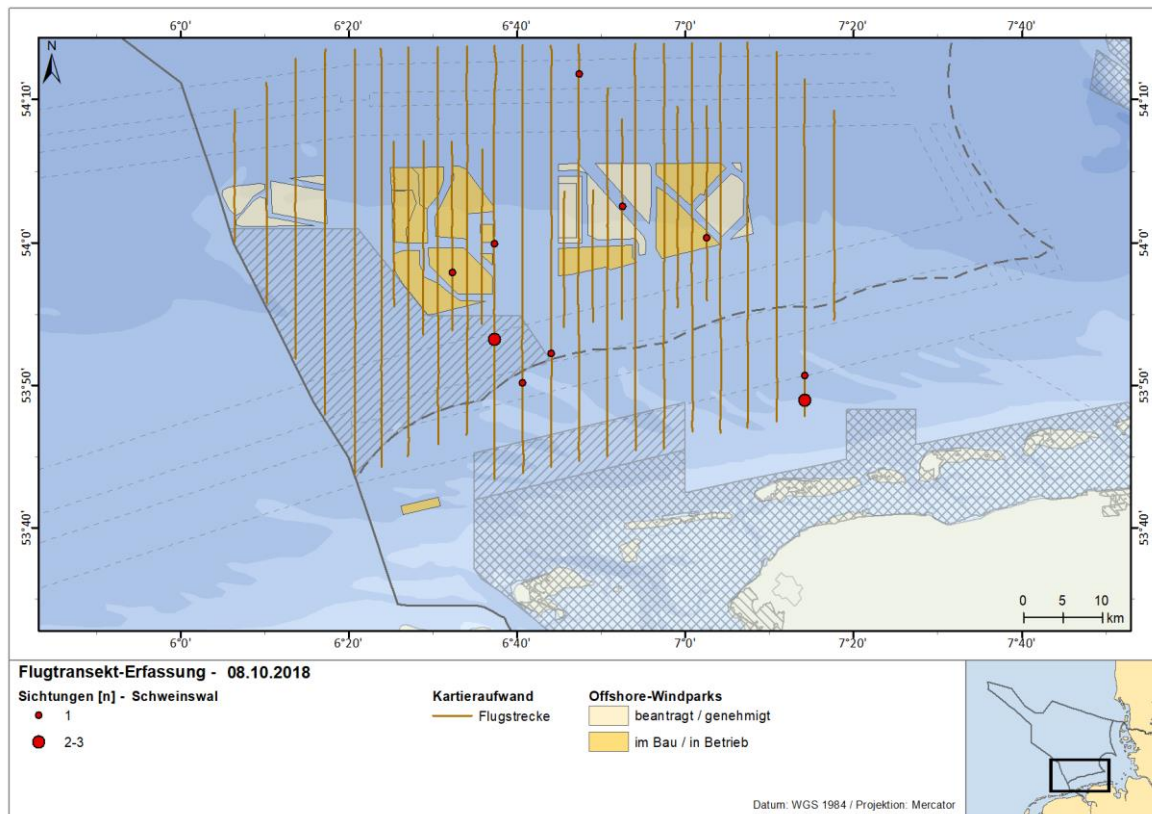


Abb. A.13 Verteilung von Schweinswalen im Untersuchungsgebiet am 08.10.2018.

Punktsichtungskarten Robben

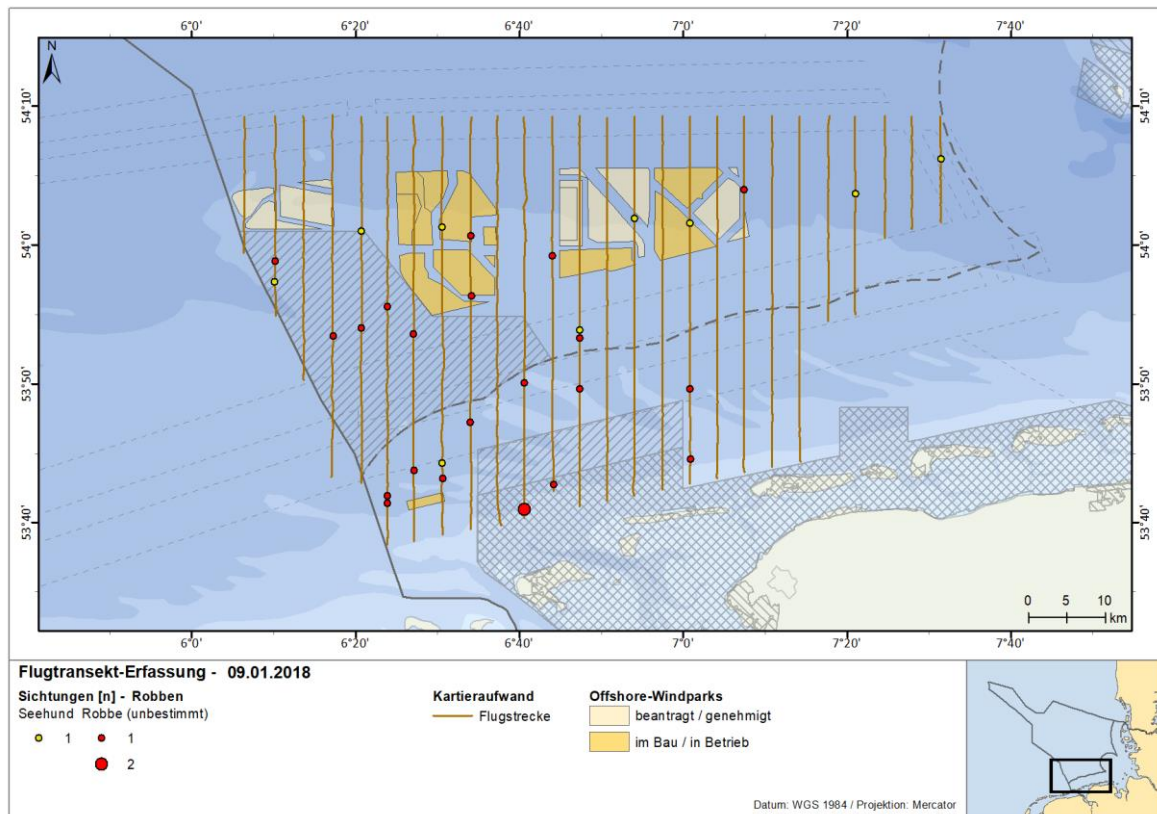


Abb. A.14 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 09.01.2018.

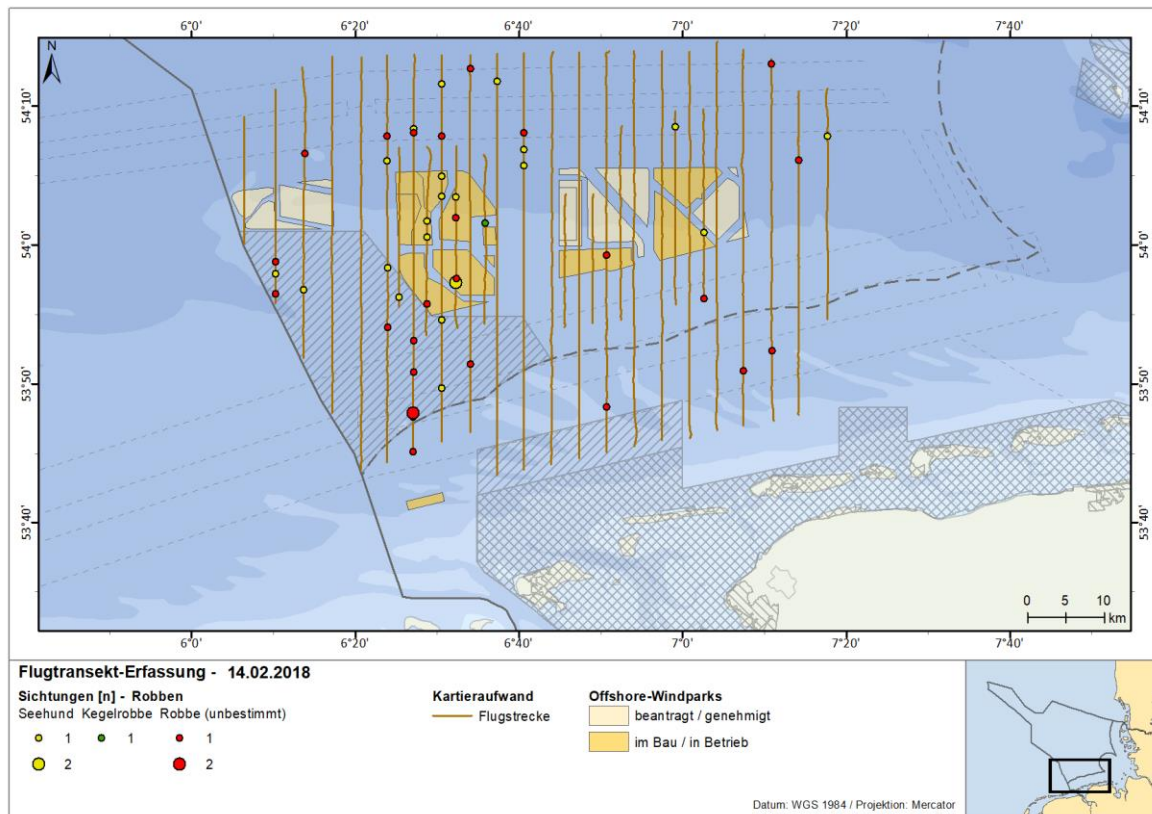


Abb. A.15 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 14.02.2018.

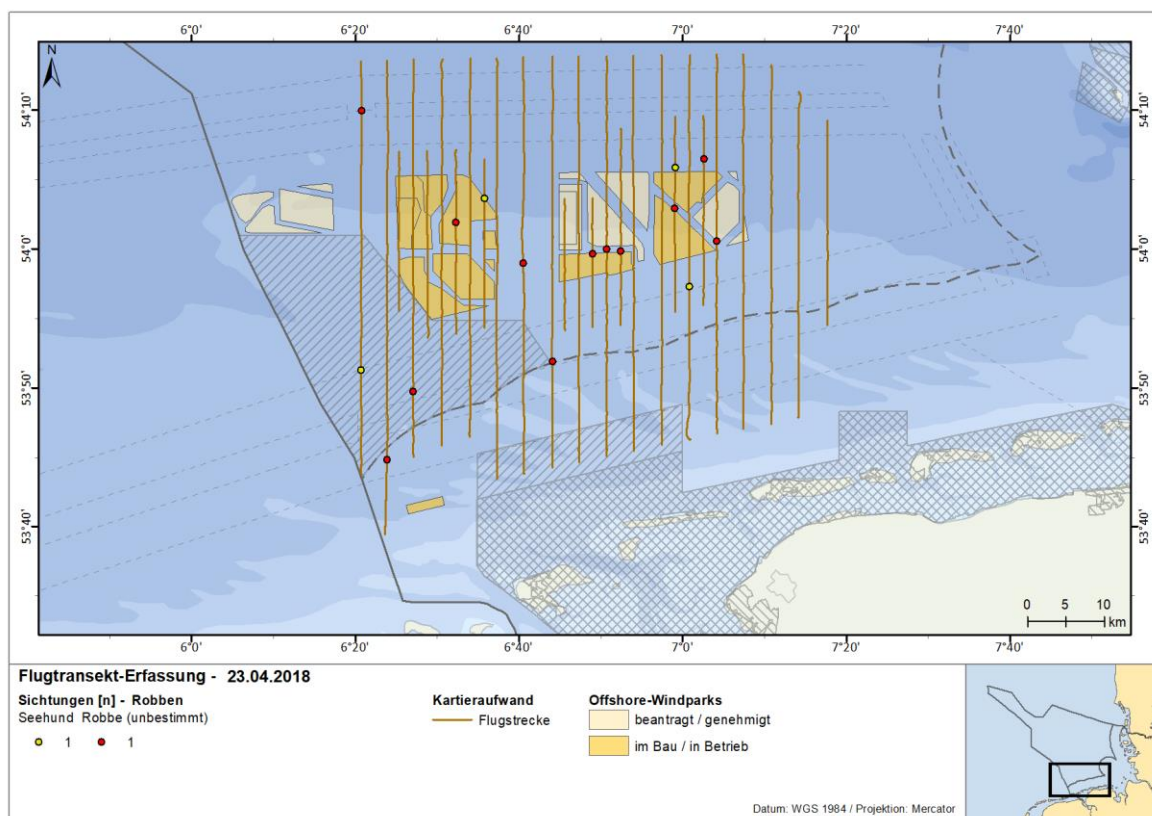


Abb. A.16 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 23.04.2018.

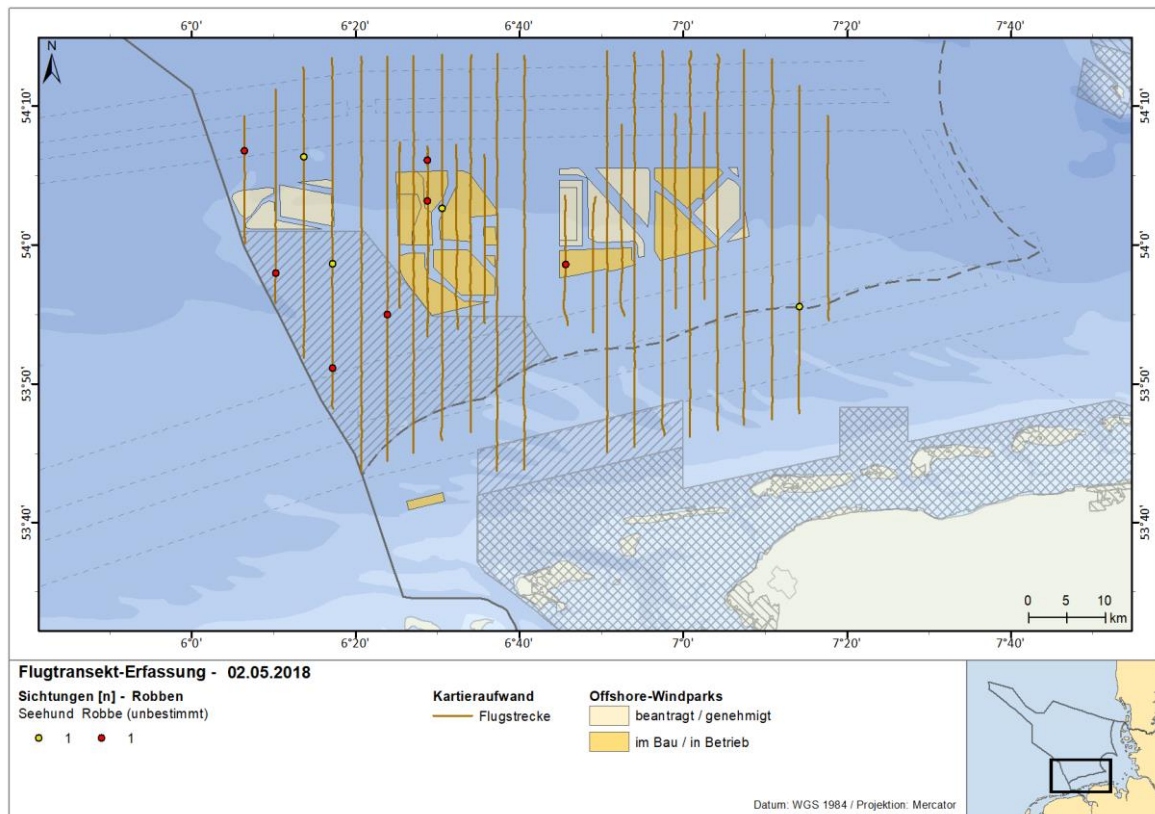


Abb. A.17 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 02.05.2018.

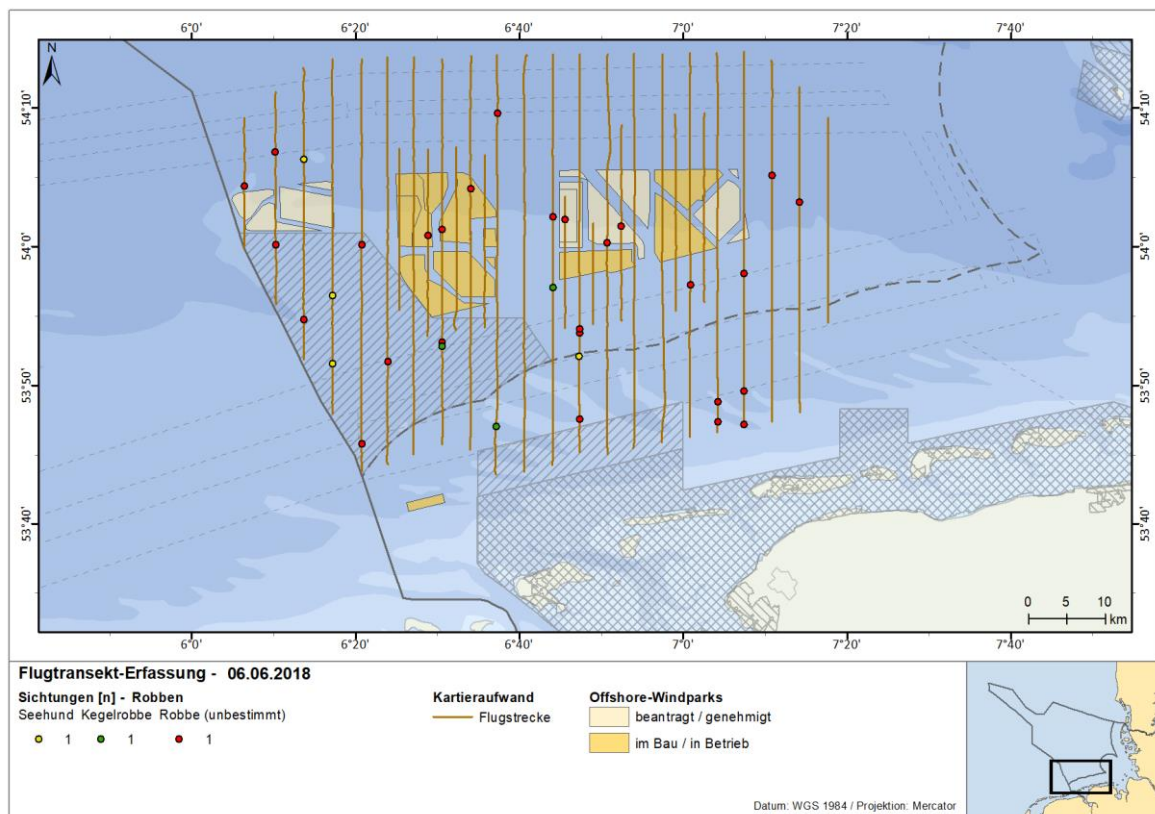


Abb. A.18 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 06.06.2018.

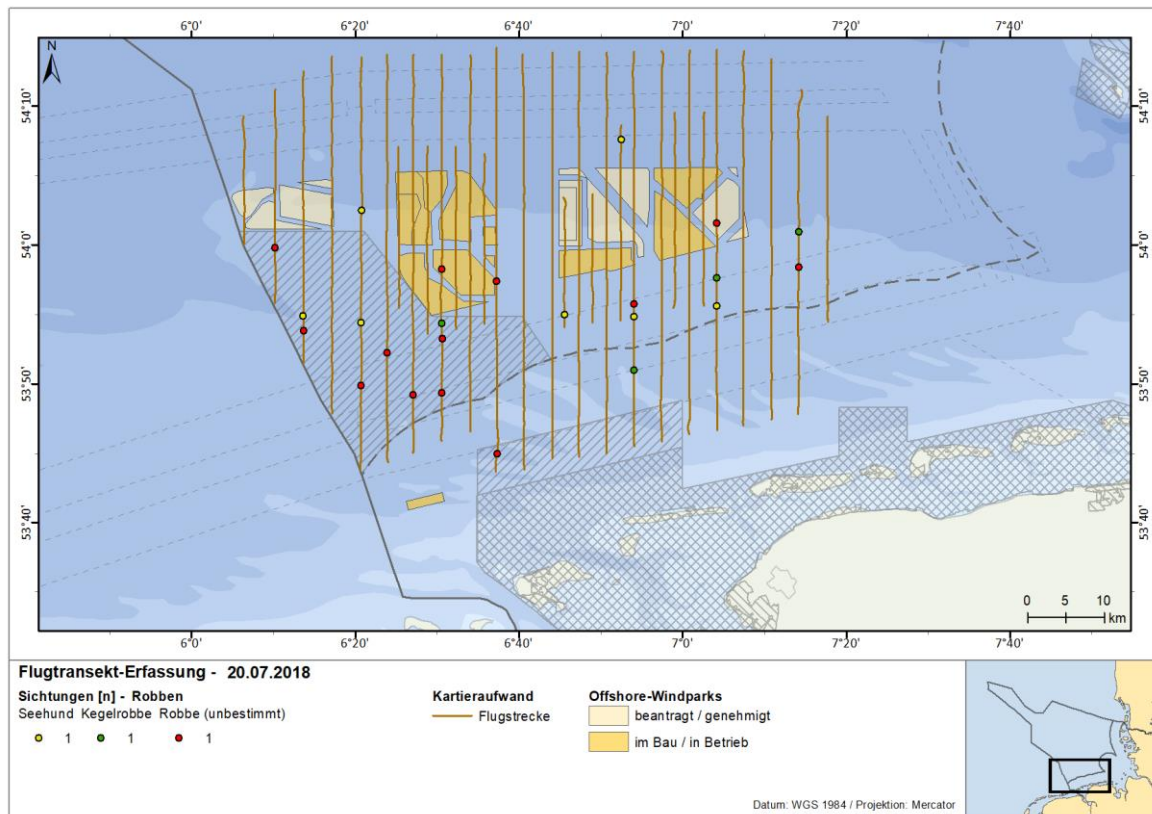


Abb. A.19 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 20.07.2018.

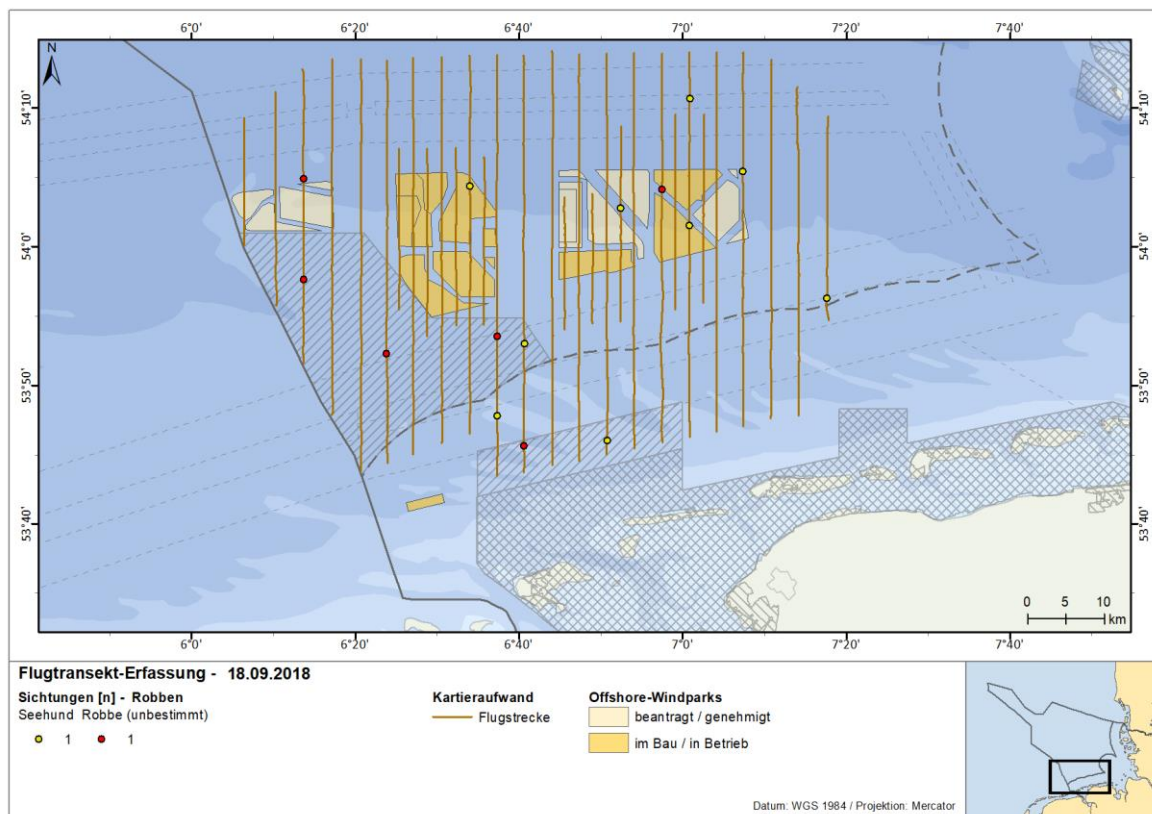


Abb. A.20 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 18.09.2018.

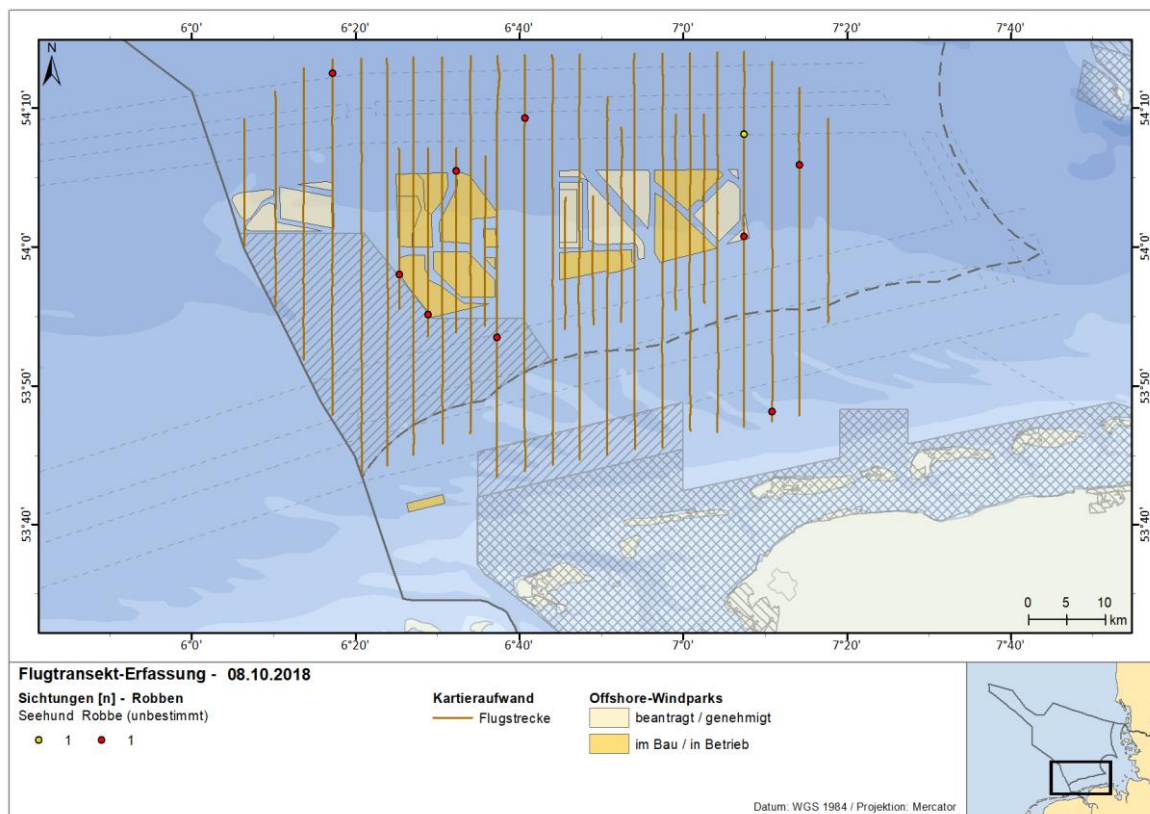


Abb. A.21 Verteilung von Robben im Untersuchungsgebiet am 08.10.2018.

A.4 Gefährdungssituation

Die Gefährdungssituation von Meeressäugtieren wird durch die Roten Listen und die Einstufung in die Anhänge internationaler Schutzabkommen beschrieben. Durch eine hohe Schutzbedürftigkeit wird in der Regel einer besonderen Gefährdungssituation Rechnung getragen.

Die Einstufung in der ‚IUCN red list‘ (IUCN 2017) gibt weitgehend die globale Gefährdungssituation der Arten wieder. Für Deutschland ist die Einstufung nach der Roten Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands (Meinig et al. 2009) des BfN maßgeblich. Eine Zusammenfassung der jeweiligen Einstufungen, basierend auf diesen beiden Listen, ist in Tab. A.23 dargestellt. Des Weiteren sind im Anhang II der FFH-Richtlinie Arten aufgeführt, für die spezielle Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen. Dazu gehören Seehund, Kegelrobbe und Schweinswal (BfN 2015). Der Schweinswal ist zusätzlich in Anhang IV (Arten von Gemeinschaftsinteresse, die eines strikten Schutzes bedürfen) gelistet (BfN 2015). Die beiden Robbenarten sind zusätzlich zu Anhang II in Anhang V (Arten von gemeinschaftlichem Interesse, deren Entnahme aus der Natur und Nutzung Gegenstand von Verwaltungsmaßnahmen sein können) gelistet. Weitere internationale Schutzabkommen, in denen die in der Nordsee vorkommenden Arten gelistet sind, sind die Berner Konvention und die Bonner Konvention. Die Berner Konvention umfasst im Anhang II¹ den Schweinswal und im Anhang III² Seehund und Kegelrobbe (CoE 2002). Die Bonner Konvention listet im Anhang II³ den Schweinswal und Seehund (CMS 2015).

Die Einstufungen zwischen ‚least concern‘ (IUCN 2017) und ‚stark gefährdet‘ (Meinig et al. 2009) für Schweinswal und Kegelrobbe sind widersprüchlich. Dies resultiert daraus, dass für die ‚IUCN red list‘ die verschiedenen Schweinswal- und Kegelrobbenpopulationen der nördlichen Hemisphäre gemeinsam betrachtet werden und sich die Rote Liste des BfN auf die Arten in Deutschland konzentriert. Für den Schweinswal ergibt sich speziell in der Nordsee ein erhöhtes Gefährdungspotential durch zu hohe Beifangraten (ASCOBANS 2009).

Da die Kegelrobbenbestände in der deutschen Nordsee im internationalen Rahmen und auch regional im Vergleich zum Seehund relativ klein sind und sich noch in der Erholungsphase nach der intensiven Bejagung befinden, erscheint auch hier trotz der augenblicklich verzeichneten Bestandszunahme eine höhere regionale Einstufung gerechtfertigt. Das Wachstum der Wattenmeerpopulation wird immer noch durch Zuwanderung junger Tiere von der britischen Ostküste gespeist. Im Wattenmeer geborene Tiere stellen aber mittlerweile einen zunehmenden Teil der Wattenmeerpopulation dar (Reijnders & Brasseur 2003, TSEG 2017b, Cremer et al. 2019). Die Bestände für den Schweinswal sind in der Nordsee weitgehend stabil geblieben. Dies zeigen sowohl die Vergleiche der SCANS-Surveys (Hammond et al. 2002, 2013) von 1994 (SCANS I) und 2005 (SCANS II) als auch das Langzeitmonitoring der MINOS, BMELV und BfN Projekte zwischen 2002 und 2013 (Peschko et al. 2016). Die neuesten Untersuchungen für 2016 durch Scans III zeigen ähn-

¹ Anhang II bezieht sich auf streng geschützte Tierarten, die weder gestört noch gefangen, getötet oder gehandelt werden dürfen.

² Anhang III enthält geschützte Tierarten, die jedoch eingeschränkt gefangen bzw. genutzt werden dürfen.

³ In Anhang II sind Tierarten aufgeführt, die zwar nicht vom Aussterben bedroht sind (wie im Anhang I), sich aber in einem ungünstigen Erhaltungszustand befinden und ohne international abgestimmte Schutzmaßnahmen bald zu den vom Aussterben bedrohten Arten gehören könnten.

liche Verteilungen für Schweinswale wie 2005 auf (Hammond et al. 2017). International scheinen die Bestände ebenfalls stabil zu sein (Hammond et al. 2008).

Dem Seehund werden international gesehen stabile Bestände bescheinigt (Lowry 2016). Er wird in der gesamten Bundesrepublik als ‚gefährdet‘ eingestuft (Meinig et al. 2009), jedoch wurden in der Nordsee nach zwei Staupe-Epidemien (in den Jahren 1988 und 2002) im Jahr 2014 Höchstbestände seit Beginn standardisierter Zählmethoden verzeichnet (TSEG 2017a). In 2014 und 2015 kam es durch den aufgetretenen Influenza-A-Virus zu mehreren Totfunden in der Nordsee. Die Erfassungen von Seehunden im Jahr 2016 zeigten einen leichten Rückgang in der Bestandsentwicklung und im Jahr 2017 wieder eine leichte Zunahme (TSEG 2017a). Die Zählung/Schätzung von 27.492 Tieren in 2018 ist die höchste seit Beginn der Zählungen, sie liegt aber in dem Bereich der Zählungen der letzten Jahre (Galatius et al. 2018). Deutschland wird aufgrund der gesamten Verbreitungssituation der Seehundpopulation eine besondere Verantwortlichkeit für diese Art bescheinigt (Meinig et al. 2009). Insgesamt wird für den Seehund eine geringe Gefährdungssituation festgestellt.

Tab. A.23 Einstufung der im Untersuchungsgebiet beobachteten Meeressäugerarten nach verschiedenen Roten Listen.

Arten	Rote Liste (BfN, Meinig et al. 2009)	IUCN (2017)	FFH (BfN 2015)	Berner Konvention	Bonner Konvention
Seehund <i>Phoca vitulina</i>	gefährdet (3)	least concern (Lowry 2016)	Anhang II und V	Anhang III	Anhang II
Kegelrobbe <i>Halichoerus grypus</i>	stark gefährdet (2)	least concern (Bowen 2016)	Anhang II und V	Anhang III	nicht gelistet
Schweinswal <i>Phocoena phocoena</i>	stark gefährdet (2)	least concern (Hammond et al. 2008)	Anhang II und IV	Anhang II	Anhang II