

Monitoring von marinen Säugetieren 2013 in der deutschen Nord- und Ostsee



A. Visuelle Erfassung von Schweinswalen

Dr. Anita Gilles, Sacha Viquerat und Prof. Dr. Ursula Siebert

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung, Büsum

B. Akustisches Monitoring von Schweinswalen in der Ostsee

Anja Gallus, Dr. Harald Benke

Deutsches Meeresmuseum, Stralsund

Fachbetreuung im BfN:

Mirko Hauswirth und Kathrin Heinicke

Fachgebiet Meeres- und Küstennaturschutz, Insel Vilm

Stand:

17. Januar 2014

Impressum

Die dieser Veröffentlichung zu Grunde liegenden wissenschaftlichen Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) durchgeführt. Das BfN übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des BfN übereinstimmen. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	11
2	Summary	12
3	A: Visuelle Erfassung von Schweinswalen	14
3.1	Aufgabenstellung	14
3.2	Material und Methoden.....	15
3.2.1	Untersuchungsgebiete	15
3.2.2	Methodik der flugzeuggestützten Schweinswalerfassung.....	17
3.2.3	Artspezifische Korrekturfaktoren für die Bestimmung von Populationsgrößen..	18
3.2.4	Datenauswertung	20
3.3	Ergebnisse und Diskussion	24
3.3.1	Aktuelle Monitoringerfassungen in der Nordsee	24
3.3.2	Aktuelle Monitoringerfassungen in der Ostsee	41
3.3.3	Bayesische Trendanalyse der Schweinswaldichte	47
4	B: Akustisches Monitoring von Schweinswalen in der deutschen Ostsee	54
4.1	Aufgabenstellung	54
4.2	Material und Methoden.....	54
4.2.1	Untersuchungsgebiet	54
4.2.2	Verankerung	57
4.2.3	Messgeräte	58
4.2.4	Datenanalyse	59
4.3	Ergebnisse	62
4.4	Diskussion.....	69
5	Ausblick	73
6	Danksagung	73
7	Literaturverzeichnis	74

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiete in der Nord- und Ostsee. Der Abstand zwischen den parallelen Transekten beträgt 5 km in der Nordsee und 6 km in der Ostsee.....	16
Abbildung 2: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 28.04.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Robben.	26
Abbildung 3: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km) sowie ggf. Positionen von Kälbern. Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 28.04.2013.....	27
Abbildung 4: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet D am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.	29
Abbildung 5: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km) sowie Positionen von Kälbern. Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013.	30
Abbildung 6: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet C_Nord am 11. und 17.06.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.	32
Abbildung 7: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet CN am 11. & 17.06.2013.....	33
Abbildung 8: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet C_Nord am 20. und 21.07.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.	35
Abbildung 9: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet CN am 20. & 21.07.2013.....	36
Abbildung 10: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet D_West am 28.04.2013. VTG = Verkehrstrennungsgebiete.	37
Abbildung 11: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet D am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013. VTG = Verkehrstrennungsgebiet	38
Abbildung 12: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet C_Nord im Juni 2013.....	39

Abbildung 13: Sightungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet C_Nord im Juli 2013.....	40
Abbildung 14: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren in den Gebieten E und F_West in der westlichen Ostsee am 06. und 07.07.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren.....	42
Abbildung 15: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 10x10 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren in den Gebieten E und F_West am 06. & 07.07.2013.....	43
Abbildung 16: Schweinswaldichte in der Kieler Bucht (Stratum E) und assoziierte 95% Konfidenzintervalle (Daten aus Scheidat et al. 2008, Gilles et al. 2008, Gilles & Siebert 2009, 2010 und Gilles et al. 2011a).....	45
Abbildung 17: Schweinswaldichte in Stratum F_West und assoziierte 95% Konfidenzintervalle. Das MINOS-Gebiet F wurde post-stratifiziert, da F_West nur den westlichen Teil abdeckt (Daten aus Scheidat et al. 2008, Gilles et al. 2008 und Gilles & Siebert 2009, 2010 und Gilles et al. 2011a).....	45
Abbildung 18: Sightungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für Schweinswale in den Gebieten E und F_West im Juli 2013.	46
Abbildung 19: Entwicklung der Schweinswaldichte über die Jahre 2002-2012 in der südlichen Deutschen Bucht; unterteilt in süd-westliche deutsche Nordsee (West, linke Abbildungsseite) und süd-östliche deutsche Nordsee (Ost, rechte Abbildungsseite). Dabei wird in Frühlings-, Sommer- und Herbsterfassung unterschieden. Für jede Jahreszeit und Region wurde eine separate Regressionslinie eingefügt, die den linearen Trend zeigt.	48
Abbildung 20: Entwicklung der Schweinswaldichte (Ind./km ² pro Transekt) im Zeitraum 2002 bis 2013 im Sylter Außenriff (Gebiet CN). Dabei wird in Frühlings-, Sommer- und Herbsterfassung unterschieden. Für den Sommer wurde eine Regressionslinie eingefügt, die den linearen Trend zeigt.....	52
Abbildung 21: Messpositionen für das akustische Monitoring von Schweinswalen in der deutschen Ostsee. Rote Kreise: C-POD-Messpositionen von Cluster 3. Gelbe Kreise: ausgewählte ehemalige C-POD-Messpositionen von SAMBAH, an denen betrieb bzw. betreibt das Cluster 3 eigene Messgeräte für Vergleichsuntersuchungen (siehe Tabelle 13 und Tabelle 14).	56
Abbildung 22: Verankerungssysteme. A: Ein Betonstein ist über ein stahlverstärktes Herkulesseil mit kleinen Ankersteinen verbunden, an denen das Messgerät bzw. die Oberflächenmarkierung befestigt ist. B: Die SAMBAH Messstationen sind mit einer anderen Oberflächenmarkierung versehen und die Messgeräte sind direkt an der Fenderleine installiert. Das untere Messgerät (3 m über dem Meeresboden) zeichnete Daten für das SAMBAH Projekt auf, das obere Messgerät für das Monitoringcluster.	57

Abbildung 23: Schweinswaldetektor C-POD (Foto Johann Subklew).....	58
Abbildung 24: Ausbringungszeiträume der Messgeräte an den Cluster-Messpositionen und an zehn der 16 ehemaligen SAMBAH Stationen. n: Anzahl Observierungstage pro Station.	60
Abbildung 25: Geographische Veränderung in der relativen Schweinswalddichte angegeben als Anteil der schweinswalpositiven Tage (dpd) im Untersuchungszeitraum 2009 bis 2013. Angaben zum Observierungszeitraum pro Station siehe Abbildung 24.....	63
Abbildung 26: Prozent der detektierten schweinswalpositiven Tage (KERNO Klassifizier) im Jahresgang gemittelt für die Messpositionen in den Untersuchungsgebieten Kadetrinne, Rügen, Adlergrund und Oderbank. Die Balken geben den Bereich des 95% Konfidenzintervalls an. Die senkrechten Linien zeigen die Minimal- und Maximalwerte pro Monat.	64
Abbildung 27: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen D8, D10 und 7001 in der Kadetrinne.....	66
Abbildung 28: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen 7005-7008 rund um Rügen.	67
Abbildung 29: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] bzw. Visuelle Kontrolle [%ppd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen G25, G28, 7009, 7010 auf dem Adlergrund.	68
Abbildung 30: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] bzw. Visuelle Kontrolle [%ppd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen H18, H23 und 7011 auf der Oderbank.	69
Abbildung 31: Totfunde von Schweinswalen sowie Lebendsichtungen von Kälbern aus fluggestützten Erfassungen von 1990 bis 2012. Quelle: ITAW und DMM 2013, unveröffentlicht.	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gebietsgröße, zuvor geplante Transektlänge und Anzahl der designten Transekte pro Gebiet.	16
Tabelle 2: Vorherrschender Seegang (% Surveyzeit) während der flugzeuggestützten Erfassung von marinen Säugetieren in Teilgebieten der deutschen Nordsee im Jahr 2013..	24
Tabelle 3: Erfassung von Schweinswalen in Teilgebieten der deutschen Nordsee (Gebiete DW & DE sowie CN, s. Abb. 1 und Tabelle 1) im Jahr 2013. Berücksichtigung findet nur Suchaufwand unter guten und moderaten Sichtungsbedingungen.	25
Tabelle 4: Abundanz und Dichte von Schweinswalen im Gebiet D im April, Mai und Juni 2013. KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient; k.E. = keine Erfassung	31
Tabelle 5: Abundanz und Dichte von Schweinswalen im Gebiet C_Nord im Juni und Juli 2013. KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient.....	36
Tabelle 6: Vorherrschender Seegang (% Surveyzeit) während der flugzeuggestützten Erfassung von marinen Säugetieren in der westlichen deutschen Ostsee im Jahr 2013.....	41
Tabelle 7: Erfassung von Schweinswalen in der deutschen Ostsee (Gebiete E und F_West, s. Abb. 1 & Tabelle 1) im Jahr 2013. Berücksichtigung findet nur Suchaufwand unter guten und moderaten Sichtungsbedingungen.	41
Tabelle 8: Abundanz und Dichte von Schweinswalen in der westlichen Ostsee (Gebiete E und FW) im Juli 2013. KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient	44
Tabelle 9: Ergebnisse der MCMCglimm Analysen (1. Modell-D). post.Mittel = posteriores Mittel; 95% KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Neben den Parametern <i>dayofyear</i> , <i>km²</i> (als offset), <i>lon</i> (mittlerer Längengrad des Transektes), <i>jahr</i> und der Interaktion <i>lon:jahr</i> , wurden die <i>transekte</i> (random effects) und die <i>units</i> (Residuen) berücksichtigt.....	47
Tabelle 10: Ergebnisse der MCMCglimm Analysen (2. Modell-DW), Teildatensatz ‚Westen und Frühling‘. post.Mittel = posteriores Mittel; 95%KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Der offset Parameter (<i>km²</i>) wurde berücksichtigt. Jahr als Faktor zeigt die Unterschiede zu dem Referenzjahr 2002; die grau gestrichelte Linie steht für das fehlende Jahr 2004, in dem keine Erfassungen im Frühling durchgeführt wurden. Zudem wurden <i>transekte</i> (random effect) und <i>units</i> (Residuen) berücksichtigt.	49
Tabelle 11: Ergebnisse der MCMCglimm Analysen, Schweinswaldichten im Sylter Außenriff (Gebiet CN) im Sommer der Jahre 2002-2013. post.Mittel = posteriores Mittel; 95%KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Der offset Parameter (<i>km²</i>) wurde berücksichtigt. <i>Jahr</i> als Faktor zeigt die Unterschiede zum Referenzjahr 2002. Zudem wurden <i>transekt</i> (random effect) und <i>units</i> (Residuen) berücksichtigt.	51

Tabelle 12: Geographische Lage der bisherigen Monitoringstationen in der AWZ der deutschen Ostsee.54

Tabelle 13: Geographische Lage der acht SAMBAH-Messstationen in der deutschen Ostsee östlich von 12° E, an denen im Rahmen von Cluster 3 zusätzliche Messgeräte von Mai 2011 bis April 2013 ausgebracht wurden.....55

Tabelle 14: Geographische Lage der vier ehemaligen SAMBAH-Messstationen in der deutschen Ostsee östlich von 12° E, die nach der Beendigung der Feldphase von SAMBAH im Mai 2013 durch das Monitoringcluster übernommen wurden.55

Tabelle 15: Einstellungen der Algorithmus-Klassifizier für den Datenexport.60

Abkürzungsverzeichnis

,?’	doubtful trains, mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit Lautabfolgen eines Zahnwals, eher Ursprung in Bootssonaren oder zufallsgeneriert
95%-KI	95%-Konfidenzintervall
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
Ban	Bank (Messposition auf der Oderbank), Stationsabkürzung H23
CN	Stratum C_Nord
C-POD	Cetacean POrpoise Detector, Schweinswaldetektor
DMM	Deutsches Meeresmuseum
DO	Stratum D_Ost
dpd	detection positive day, detektierter positiver Tag
DW	Stratum D_West
esw	effective strip half-width, effektive Streifenbreite
EU	Europäische Union
GENENC	encounter classifier, spezifizierter Klassifizier zur besseren Unterscheidung von NBHF Walarten und anderen Arten, bzw. von Walen und Hintergrundrauschen (Herstellerangabe)
Gru	Grund (Messposition auf dem Adlergrund), Stationsabkürzung G25
HEL1	spezifischer Klassifizier für den Ostseeschweinswal, ergibt geringe Falsch-Positiv-Raten in Untersuchungsgebieten mit geringer Individuendichte (Herstellerangabe)
Hi	high probability cetacean click trains, mit hoher Wahrscheinlichkeit Lautabfolgen eines Zahnwals
ITAW	Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
K69a	Kadetrinne 69a (Messposition in der Nähe des Wasserschifffahrtszeichen E69a), Stationsabkürzung D8
K71	Kadetrinne 71 (Messposition in der Nähe des Wasserschifffahrtszeichen E71), Stationsabkürzung D10
KERNO	standard classifier, Standardclassifier der C-POD Software
kHz	Kilohertz. Einheit der Frequenz
Lo	low probability cetacean click trains, mit geringer Wahrscheinlichkeit Lautabfolgen eines Zahnwals
max.	Maximal

MCMCgImm	Monte Carlo Markov Chain generalized mixed model
Mod	moderate probability cetacean click trains, mit weniger hoher Wahrscheinlichkeit Lautabfolgen eines Zahnwals
MS	Motorschiff
MZS	Mehrzweckschiff
NBHF	NarrowBand High Frequenzy, schmalbandige, sehr hochfrequente Laute
NRE	Nördlich REDA (Messposition in der Nähe des Wasserschifffahrtszeichen REDA auf der Oderbank), Stationsabkürzung H18
OSPAR	Abkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks
ppd	porpoise positive day, visuell kontrollierter schweinswalpositiver Tag
rec_d	Aufnahmetag, Tag an dem das Messgerät an der genannten Position ausgebracht war und erfolgreich die umgebende Wassersäule abgehört hat
SAMBAH	Static Acoustic Monitoring of the BAltic Harbour porpoise, statisch akustisches Monitoring des Ostseeschweinswals
T-POD	Timing POrpoise Detector, Schweinswaldetektor
VK	Variationskoeffizient
WOA	Wracktonne zwischen Oderbank und Adlergrund (Messposition), Stationsabkürzung G28
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt

1 Zusammenfassung

Im Berichtszeitraum wurden alle fünf geplanten, flugzeuggestützten Erfassungen von marinen Säugetieren im Rahmen des Wirbeltiermonitorings im Zusammenhang der Natura 2000 Berichtspflichten in der deutschen Nordsee und Ostsee durchgeführt.

Bei zwei Teilerfassungen im **Bereich „Borkum Riffgrund“** (Gebiet D) im April sowie im Mai/Juni 2013 wurden auf einer effektiven Suchstrecke von 2.745 km insgesamt 157 Sichtungen mit 166 Schweinswalen (davon 1 Kalb) erfasst. Die ermittelte Schweinswaldichte in Gebiet DW war im April mit 1,07 Ind./km² (VK=0,29) signifikant höher als im Mai/Juni 2013 (0,47 Ind./km²; VK=0,44).

Bei zwei Teilerfassungen im **Bereich „Sylter Außenriff“** (Gebiet CN) im Juni und Juli 2013 wurden auf einer effektiven Suchstrecke von 2.832 km insgesamt 464 Sichtungen mit 588 Schweinswalen (davon 50 Kälber) erfasst. Die Dichte im Juli 2013 war mit 1,75 Ind./km² (VK=0,25) etwas niedriger als im Juni 2013 (1,52 Ind./km², VK=0,26); der Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

Um die Dynamik sowie Trends der Schweinswalpopulation in der südlichen deutschen Nordsee und im Sylter Außenriff zu analysieren, wurden Daten aus Flugsurveys für Schweinswale von 2002 bis 2013 herangezogen. Die Ergebnisse der Bayesischen *Monte Carlo Markov Chains* gemischten Modelle weisen eine deutlich **signifikante Zunahme der Schweinswaldichten von 2002 bis 2012 in der südlichen deutschen Nordsee** nach. Vor allem das westliche Gebiet zeigt einen positiven Trend für Frühling und Sommer, während im Herbst kein eindeutiger Trend nachweisbar ist. Die Schweinswaldichten im östlichen Gebiet waren überwiegend konstant, es konnten signifikante Unterschiede zwischen den Hotspots im Westen und geringerer Dichte in der süd-östlichen Deutschen Bucht nachgewiesen werden. **Im Sylter Außenriff weist die Trendanalyse auf stabile Bestände im Sommer über die Jahre 2002-2013** hin. Es konnte kein signifikanter Trend (weder positiv noch negativ) über alle Jahre nachgewiesen werden.

Bei der Gesamterfassung in der **westlichen deutschen Ostsee** im Juli 2013 wurden in der Kieler Bucht (Gebiete E) und in der Mecklenburger Bucht (Gebiet FW) bei einer Flugstrecke von 1.447 km, 55 Sichtungen mit 78 Tieren (davon 9 Kälber) erfasst. Für das gesamte Erfassungsgebiet ergibt sich eine Dichte von 0,35 Ind./km² (VK=0,32), wobei die Dichte in der Mecklenburger Bucht höher war als in der Kieler Bucht; der Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Die Verbreitungsschwerpunkte lagen im Fehmarnbelt. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden mehr Kälber gesichtet. In der Kieler Bucht ist kein statistisch signifikanter Unterschied der Dichten zu den Ergebnissen aus Juli 2010 oder Juni 2011 auszumachen. Die Dichte in der Mecklenburger Bucht ist im Vergleich zur letzten Befliegung im Juni 2011 leicht erhöht, jedoch ist auch dieser Unterschied statistisch nicht signifikant.

Das **akustische Monitoring von Schweinswalen in der Ostsee** läuft planmäßig. Es sind sehr wenige Datenlücken durch Messgeräteverlust oder –defekt aufgetreten. An den acht tiefsten deutschen SAMBAH Messpositionen konnten ebenfalls Schweinswale durch eigene Cluster-Messgeräte registriert werden. Nach Beendigung der Feldphase im Rahmen des

SAMBAH Projektes im Mai 2013 wurden 12 der 16 Stationen eingezogen, die Betreuung der verbleibenden vier Messstandorte wird vom Monitoringcluster übernommen. Durch die Ergebnisse der Messstationen wird **das bisher beschriebene geographische und saisonale Vorkommen von Schweinswalen bestätigt**. An den Messstationen in der Pommerschen Bucht sind weniger Schweinswalregistrierungen als in der Kadetrinne zu verzeichnen. Auch das saisonale Maximum in den Spätsommer- und Herbstmonaten im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes konnte bestätigt werden.

2 Summary

In the framework of the Natura 2000 monitoring programme all of the five scheduled monitoring aerial surveys for marine mammals in the German North and Baltic Sea were conducted within the recent reporting period.

In April and May/June 2013 the **area „Borkum Reef Ground“** (area D) was surveyed and along 2,745 km transect lengths a total of 157 harbour porpoise sightings with 166 individuals (of these 1 calf) were recorded. The estimated density in area DW was significantly higher in April, with 1.07 Ind./km² (CV=0.29), than in May/June 2013 (0.47 Ind./km²; CV=0.44).

In June and July 2013 the **area „Sylt Outer Reef“** (area CN) was surveyed and along 2,832 km transect lengths a total of 464 harbour porpoise sightings with 588 individuals (of these 50 calves) were recorded. Estimated porpoise density was slightly higher in July 2013 (1.75 Ind./km², CV=0.25) than in June 2013 (1.52 Ind./km², CV=0.26; although differences were not significant).

In order to analyse population dynamics and trends for the harbour porpoise population in the southern German North Sea and in the Sylt Outer Reef data collected during aerial surveys from 2002 to 2013 were collated. Results of Bayesian Monte Carlo Markov Chains mixed models point towards a **significant increase in porpoise density in the southern German North Sea from 2002 to 2012**. Most notably, this positive trend is very clear in the western area for the spring and summer season, whereas in autumn no distinct trend is detectable. Harbour porpoise density in the eastern study area proved to be mostly constant and significant differences were detected between the hot spots in the west and lower density in the south-eastern German Bight.

The temporal **trend analyses in the area of the Sylt Outer Reef point towards a stable summer population for the years 2002-2013**. The analyses revealed no significant trend (neither positive nor negative) over all years.

In July 2013 a survey of the total study area in the **western German Baltic Sea** (Kiel Bight and Mecklenburg Bight) was conducted. Effective survey effort amounted to 1,447 km during which 55 harbour porpoise sightings with 78 individuals (of these 9 calves) were recorded. Density for the whole study area was estimated to be 0.35 Ind./km² (CV=0.32), whereby the density in the Mecklenburg Bight was estimated to be higher than in the Kiel Bight; although

statistically not significant. The main distribution area was found to be in the Fehmarn Belt. A higher number of calves was sighted in 2013 than in former years. The summer density 2013 in the Kiel Bight is not significantly different from results in July 2010 or June 2011. Density in the Mecklenburg Bight is slightly higher in comparison to last survey in June 2011, however, this difference is not significant.

The **acoustic monitoring of harbour porpoises in the Baltic Sea** is on schedule. Only few data gaps occurred due to loss or defect of POD-stations. Porpoises were also registered at the eight deepest German SAMBAH positions equipped with Cluster instruments. After completion of the field work in the SAMBAH project in May 2013, 12 out of 16 stations were collected. The care for the remaining four POD stations is handled by this cluster project. **Measurements of stations confirmed the previously-described geographical and seasonal occurrence of porpoises.** Monitoring stations in the Pomeranian Bay registered less porpoises than stations in Kadet trench. The seasonal peak in the late summer and fall months in the western part of the study area was confirmed.

3 A: Visuelle Erfassung von Schweinswalen

3.1 Aufgabenstellung

Das Projekt beinhaltete die Fortsetzung des Monitorings von marinen Säugetieren (insb. Walen) in der deutschen Nord- und Ostsee, mit einem Schwerpunkt in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). Das Monitoring dient als Grundlage für die Erfüllung der Berichtspflichten gemäß Natura 2000 und den regionalen Meeresübereinkommen OSPAR und Helsinki-Konvention sowie der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL). Das 2008/2009 durch das Forschungs- und Technologiezentrum Westküste (FTZ) im Auftrag des BfN erprobte, evaluierte, aktualisierte und nachfolgend in 2009/2010 und in 2010/2011 durch das FTZ bzw. das Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung (ITAW) im Auftrag des BfN durchgeführte Monitoringvorhaben „Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee“ wird entsprechend und des zwischen Bund und Ländern abgestimmten BLMP / BLANO fortgesetzt. Seit Oktober 2011 laufen die Arbeiten im Rahmen des BfN-Forschungsclusters III „Monitoring und Bewertung von marinen Wirbeltieren“, das vom FTZ der Universität Kiel koordiniert und vom FTZ (Seevögel), dem ITAW der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo) (marine Säugetiere), dem Deutschen Meeresmuseum Stralsund (DMM) (marine Säugetiere) und dem Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft (IHF) der Universität Hamburg (Fische) bearbeitet wird.

Im Jahr 2013 wurde das bestehende flugzeuggestützte Monitoringprogramm für Schweinswale in der deutschen Nordsee und Ostsee (Schwerpunkt deutsche AWZ) fortgesetzt, um Abundanzen von Schweinswalen zu ermitteln und Verteilungsschwerpunkte zu bestimmen. Alle weiteren vorkommenden marinen Säugetiere wurden dabei miterfasst. Die Erfassungszeiträume sowie die Auswahl der zu erfassenden Gebiete wurden mit dem Auftraggeber abgestimmt und orientierten sich am Monitoringhandbuch von Bund und Ländern (www.blmp-online.de). Als Erfassungsmethode kam das standardisierte „line transect distance sampling“ zum Einsatz (BUCKLAND et al. 2001, GILLES et al. 2009).

In den folgenden Gebieten waren Erfassungen von marinen Säugetieren vorgesehen:

- zwei flugzeuggestützte Erfassungen in der Nordsee im Bereich „Borkum Riffgrund“ (Gebiete D_West und D_Ost) im März/April 2013 (je 2-3 Flugtage)
- zwei flugzeuggestützte Erfassungen in der Nordsee im Bereich „Sylter Außenriff“ (Gebiet C_Nord) im Juni/Juli 2013 (je 2 Flugtage)
- eine flugzeuggestützte Gesamterfassung der westlichen deutschen Ostsee, Gebiete E (Kieler Bucht) und F_West (Mecklenburger Bucht) im Juni/Juli 2013 (je 2-3 Flugtage)

3.2 Material und Methoden

3.2.1 Untersuchungsgebiete

Der Transektverlauf in den zu erfassenden Gebieten in der **Nordsee** entspricht den MINOS-Gebieten C und D (GILLES et al. 2008a,b, 2009) (Abbildung 1, Tabelle 1). Das SCI Sylter Außenriff (im Gebiet C_Nord) wurde mit einem höheren Suchaufwand bedacht (Transektabstand 5 km; Abbildung 1), da dort eine besonders hohe Schweinswaldichte zu erwarten ist. Im MINOS-Gebiet D, und somit auch im Bereich des SCI Borkum Riffgrund, wurde das MINOS Transekt-Design leicht verändert (siehe GILLES & SIEBERT 2009, 2010, GILLES et al. 2011a). Die Transekte wurden nicht in Nord-Süd Richtung (wie zuvor im MINOS-Gebiet D; GILLES et al. 2008b), sondern schräg (ca. 60°) angeordnet, um den West-Ost Gradienten der Schweinswaldichte besser berücksichtigen zu können.

Diese Anpassung ergab sich nach Auswertung der MINOS und EMSON Projekte. Beim *DISTANCE* sampling ist es wichtig, dass die Transekte senkrecht zu einem bekannten Dichtegradienten der untersuchten Tierpopulation gewählt werden. Ferner ist es wichtig, innerhalb des Untersuchungsgebietes sog. Strata zu bestimmen, die entweder aus logistischen Gründen (z.B. zeitlich erfassbar an einem Tag) und/oder aus ökologischen Gründen (versch. Habitattypen) eine Erfassungseinheit darstellen (BUCKLAND et al. 2001). Im MINOS-Gebiet D wurden starke saisonale Unterschiede in der räumlichen Verteilung festgestellt (GILLES et al. 2008b, 2009). Räumlich gesehen konnte sowohl ein Nord-Süd Gradient als auch ein West-Ost Gradient festgestellt werden. Aus diesem Grund verlaufen die Transekte schräg mit einem Transektabstand von 5 km, um den zuvor nicht bekannten West-Ost Gradienten besser berücksichtigen zu können. Zusätzlich wurde das Untersuchungsgebiet vor der ostfriesischen Küste in zwei Strata unterteilt (D-West und D-Ost). Eine räumliche Stratifizierung des Gebietes kann die Genauigkeit der Dichteschätzungen erhöhen (BUCKLAND et al. 2001).

Das zu erfassende Gebiet in der **Ostsee** entspricht bei einer Gesamtbefliegung den MINOS Gebieten E und F, mit der Einschränkung, dass nur der westliche Teil des Gebietes F befliegen wird (F_West, Abbildung 1). Diese Entscheidung der Grenzziehung beruht auf Ergebnissen aus den MINOS und EMSON Projekten. Der östliche Bereich der deutschen Ostsee weist eine sehr niedrige Schweinswaldichte auf (GILLES et al. 2008b, SCHEIDAT et al. 2008). Daher ist in diesen Gebieten der Einsatz von stationären Klickdetektoren (PODs; siehe Berichtsteil B, DMM) die geeignetere Methodenauswahl.

Abbildung 1 fasst die wichtigsten Parameter der einzelnen Untergebiete (sog. Strata) zusammen.

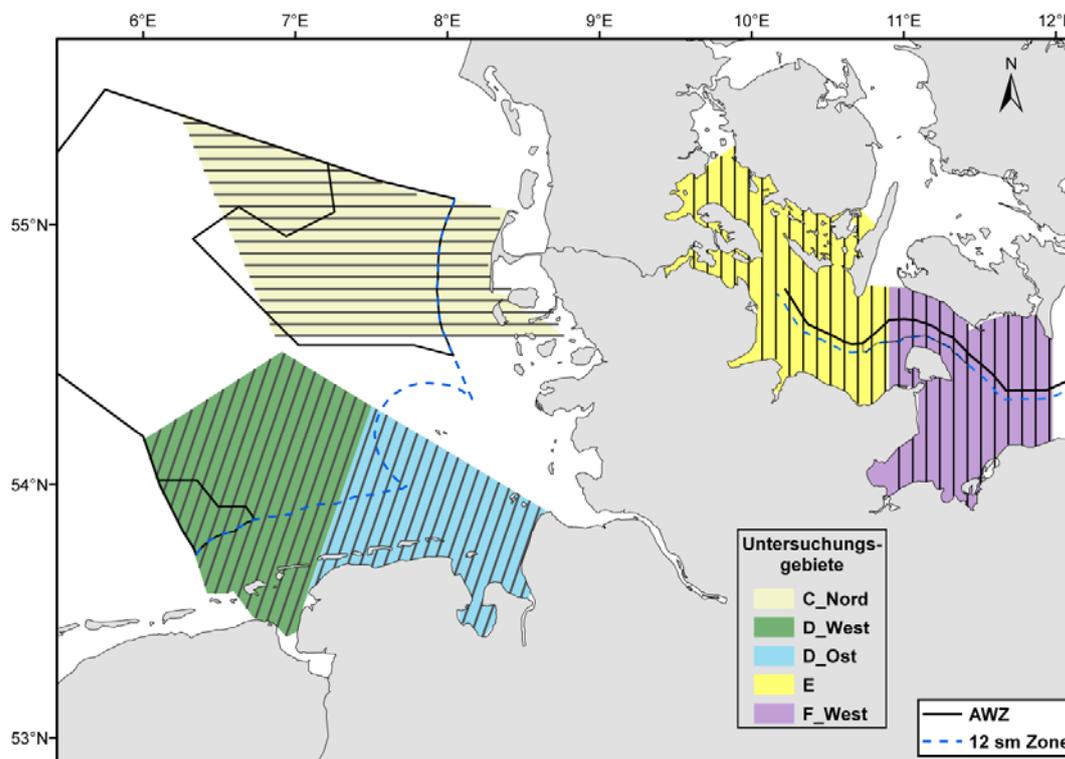


Abbildung 1: Untersuchungsgebiete in der Nord- und Ostsee. Der Abstand zwischen den parallelen Transekten beträgt 5 km in der Nordsee und 6 km in der Ostsee.

Tabelle 1: Gebietsgröße, zuvor geplante Transektlänge und Anzahl der designten Transekte pro Gebiet.

Gebiet	Fläche (km ²)	Transektlänge (km)	Anzahl Transekte
C_Nord (CN)	8.024	1.681	19
D_Ost (DE)	4.745	950	18
D_West (DW)	7.030	1.390	18
E	4.696	850	15
F_West (FW)	4.677	838	12

3.2.2 Methodik der flugzeuggestützten Schweinswalerfassung

Das *distance sampling* beschreibt eine Reihe von Methoden zur Ermittlung der Dichte von Wildtierpopulationen. Die hier angewandte Methode basiert auf der für marine Säugetiere international anerkannten und etablierten Linientransekt-Methode (BUCKLAND et al. 2001). Die Erfassung der Schweinswale wird mit einem Flugzeug durchgeführt, das bei konstanter Geschwindigkeit und Flughöhe zuvor definierte Transekte innerhalb der Untersuchungsgebiete abfliegt. Für die Berechnung von absoluten Dichten mittels *distance sampling* müssen die Distanzen aller Sichtungen zum Transekt exakt bestimmt werden. Berechnet werden diese Entfernungen (x), indem die vertikalen Winkel (α), welche die Beobachter („Observer“) zu jeder Sichtung mittels eines Inklinometers erfassen, in folgende Formel eingesetzt werden:

$$x = r \cdot \tan(90 - \alpha) \quad (\text{mit } r = (\text{konstante}) \text{ Flughöhe})$$

Der Gesamtheit der gemessenen Entfernungen x wird zunächst eine Wahrscheinlichkeitsfunktion $g(x)$ (die sogenannte *detection function*) angepasst. $G(x)$ beschreibt die Wahrscheinlichkeit eine Sichtung in jeder Entfernung (x) vom Transekt zu erfassen und ermöglicht die Berechnung der Fläche, die effektiv abgesucht wurde, die sogenannte effektive halbe Streifenbreite *esw* (*effective strip half-width*) (BUCKLAND et al. 2001). Die *esw* gibt für jede Seite des Transekts die Distanz μ vom Transekt an, außerhalb welcher die Wahrscheinlichkeit Tiere zu sichten genauso groß ist wie die Wahrscheinlichkeit sie innerhalb dieser Distanz zu übersehen. Den standardisierten Sichtungsbedingungen „gut“ und „moderat“ wird hier jeweils eine eigene Streifenbreite zugeordnet. Sind die Sichtungsbedingungen verschlechtert, wie z.B. durch stärkeren Seegang oder hohe Trübung, wird der Streifen, in dem man effektiv Schweinswale sichten kann, entsprechend verkleinert.

Datenerhebung

Für die hier durchgeführte Studie wurde als Erfassungsplattform eine Partenavia P68 (Schulterdecker-Flugzeug, ausgerüstet mit ausgewölbten Fenstern, sog. „Bubble“-Fenster) genutzt, die es den Beobachtern erlauben, das Transekt direkt unter der Maschine zu beobachten. Das Team im Flugzeug besteht immer aus drei Personen und dem Piloten: Vorne neben dem Piloten sitzt der „Navigator“ oder Datenrekorder. Dieser bedient den Computer (Panasonic Toughbook), der mit einem GPS (Garmin GPS 72H) verbunden ist, und gibt alle Daten direkt in die speziell entwickelte Survey-Software „VOR“ ein. „VOR“ speichert die GPS-Position des Flugzeuges und die Zeit automatisch alle 2 s. Der Navigator überwacht die Einhaltung der konstanten Flughöhe (600 Fuß = 183 m) und Geschwindigkeit (90-100 Kn = 167-185 km/h); er koordiniert die Befliegung der Transekte sowie der *racetracks* (s. unten) und gibt die Umwelt/Sichtungsbedingungen sowie alle Sichtungen sekundengenau ein. Er selbst führt keine Beobachtungen durch. Die Umwelt- und Sichtungsbedingungen werden zu Beginn eines jeden Transekts von den Observern bestimmt und deren Beschreibung bei jeglichen Veränderungen sofort angepasst. Dazu gehören Seegang (nach der Beaufort-Skala), Trübung des Wassers (Skala 0 = klares

Wasser, 1 = Sichttiefe <2 m, bis 2 = sehr trübes Wasser), Niederschlag (z.B. Nebel, Regen), Wolkenbedeckung (in Achtern; wird von Pilot und Navigator bestimmt) und Reflexion der Sonne auf dem Wasser (engl. „glare“; Bereich der Reflexion und Intensität). Zudem schätzen die Observer, unter Berücksichtigung aller zuvor genannten Umweltbedingungen, die Sichtungswahrscheinlichkeit für Schweinswale als gut, moderat oder schlecht ein. Dies geschieht getrennt für jede Beobachterseite. Diese Einschätzung sowie eine standardisierte Aufnahme der Umweltbedingungen sind essentiell für eine spätere robuste Dichtermittlung. Der Schweinswal ist aufgrund seiner geringen Größe, der kleinen Gruppengröße von meist nur 1-2 Tieren und seines nicht auffälligen Verhaltens an der Oberfläche eine der Kleinwalarten, die am schwierigsten zu erfassen ist. Alle Daten, die während der Sichtungswahrscheinlichkeit „schlecht“ aufgenommen wurden, werden von der späteren Analyse ausgeschlossen.

Die beiden Beobachter sitzen rechts und links an den „Bubble“-Fenstern. Sie scannen v.a. den Bereich der Transektlinie (d.h. direkt unter dem Flugzeug) und im rechten Winkel zum Flugzeug. Für jede Sichtung werden, neben dem Sichtungswinkel, folgende Informationen festgehalten: Gruppengröße, Gruppenzusammensetzung (v.a. Vorkommen von Kälbern), Verhalten (z.B. Ruhen, Fressen), Schwimmrichtung, Sichtungsauslöser (z.B. Körper, Wasserspritzer), evtl. Reaktionen auf das Flugzeug und jegliche Kommentare. Alle Informationen werden direkt über das Interkomm-System an den Navigator weitergegeben und online registriert. Der Sichtungswinkel wird mit Hilfe eines Winkelmessgerätes (Inklinometer) bestimmt. Nach einer Pause oder während der Transitstrecken wechseln die Beobachter ihre Positionen. Der Wechsel der Positionen sorgt für eine zufällige Verteilung der Beobachter und verhindert, dass mögliche beobachterspezifische Fehler nur auf bestimmten Seiten des Flugzeugs auftreten.

Neben der Zielart „Schweinswal“ werden auch Sichtungen weiterer mariner Säugetiere (z.B. Robben, Delfine und andere Walarten) aufgenommen. Da es aus der Flughöhe von 600 Fuß nicht möglich ist, die heimischen Hundsrobbenarten Seehund (*Phoca vitulina*) und Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) sicher zu unterscheiden, werden diese im Folgenden als „Robbensichtungen“ zusammengefasst. Es werden nur Robben aufgenommen, die sich im Wasser befinden; d.h. bei der Überfliegung werden keine Robben auf Sandbänken gezählt (s. auch HERR et al. 2009).

3.2.3 Artspezifische Korrekturfaktoren für die Bestimmung von Populationsgrößen

Um aus den Daten der flugzeuggestützten Erfassungen auf absolute Dichten schließen zu können, müssen gewisse Korrekturfaktoren bestimmt werden (MARSH & SINCLAIR 1989, LAAKE et al. 1997), da Tiere „verpasst“ werden können. Es gilt daher folgendes zu berücksichtigen: a) Die Wale sind aufgrund von Tauchphasen für den Beobachter nur für eine kurze Zeit an der Oberfläche sichtbar (sog. *availability bias*) und b) Die Wale werden, auch wenn sie sichtbar sind, nicht immer von den Beobachtern entdeckt (sog. *perception* oder *observer bias*). Zusammen beschreiben die beiden Fehlerquellen den sog. **g(0)-Wert**;

d.h. die Wahrscheinlichkeit ein Tier zu sichten, das sich direkt auf der Transektlinie befindet. Beim *distance sampling* wird angenommen, dass $g(0) = 1$. Im Falle von marinen Säugetieren kommt es daher bei fehlender Berücksichtigung der Fehler zu einer erheblichen Unterschätzung der Dichte. Diese Faktoren werden für Schweinswale seit Mai 2002 von der Arbeitsgruppe am ITAW mit Hilfe der **racetrack-Methode** (HIBY & LOVELL 1998, HIBY 1999, SCHEIDAT et al. 2008) ermittelt. Diese Methode kam auch beim SCANSII-Survey 2005 zum Einsatz und ist eine Weiterentwicklung der Tandemflüge (doppelte Erfassungs-Plattform), die z.B. bei SCANS 1994 angewandt wurde (HAMMOND et al. 2002, 2013).

Dazu verlässt das Flugzeug 30 Sek. nach einer Schweinswalsichtung das Transekt, um einen Kreis zu fliegen (sog. *holding* oder *racetrack*). Der *racetrack* bringt das Flugzeug nach ca. 120 Sek. wieder auf das Transekt an einen Punkt der vor der erfolgten Sichtung liegt und der Survey wird an dieser Stelle fortgesetzt; d.h. ein bestimmtes Segment des Transektes wird doppelt beflogen. Aus dem Verhältnis gesichteter Schweinswale zwischen erster und zweiter Überfliegung (*leading and trailing leg*) wird, unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren (z.B. Schwimmgeschwindigkeit, möglicher Versatz der Sichtung), der $g(0)$ -Wert ermittelt. Nach einer Simulation bestimmt eine Software (*racetrack.V2*) die Duplikate (objektive Entscheidung). Den standardisierten Sichtungsbedingungen „gut“ und „moderat“ wird jeweils ein eigener $g(0)$ -Wert zugeordnet. Die Ausführung der *racetracks* findet idealerweise während der „normalen“ Surveyflüge statt, vorbehaltlich eines geeigneten Wetter- und Zeitfensters. Das speziell entwickelte Datenaufnahmeprogramm „VOR“ (s. unten) gibt über einen Timer den Ablauf der *racetracks* vor.

Im Rahmen von EMSON, MINOS, MINOSplus, SCANSII und den BfN-Monitoringvorhaben wurden über 400 *racetracks* erfolgreich absolviert (z.B. GILLES et al. 2008b, SCHEIDAT et al. 2008, HAMMOND et al. 2013). Zur Weiterentwicklung der artspezifischen Korrekturfaktoren zur Berechnung von Populationsgrößen wurden die im Laufe des Jahres 2013 durchgeführten *racetracks* geprüft und für die weitere Analyse vorbereitet. Zudem wurde eine Re-Analyse aller *racetracks* durchgeführt, auch unter Berücksichtigung archivierter Daten seit 2002. Dieser große Pool an qualitätsgeprüften Daten führte im Ergebnis dazu, dass der Variationskoeffizient der *esw* und $g(0)$ -Schätzung ($VK=0,22$) sowohl für gute als auch für moderate Sichtungsbedingungen wesentlich verbessert werden konnte (d.h. verkleinert). So wird es zukünftig möglich sein, eine noch robustere Bestimmung der absoluten Schweinswaldichte in der Nord- und Ostsee durchzuführen und zu- oder abnehmende Trends rechtzeitig zu erkennen.

3.2.4 Datenauswertung

Verteilungs- und Rasterkarten

Eine Darstellung der georeferenzierten Daten erfolgt über Verteilungskarten, die in ArcGIS 10.1 (ESRI) erstellt werden. Alle Karten liegen in der Projektion ETRS 1989 LAEA vor. Wichtig bei dieser Darstellung sind nicht nur die genauen Sichtungspositionen, sondern v.a. der Suchaufwand unter den verschiedenen Sichtungsbedingungen. Diese beiden Informationen können in sog. Rasterkarten gemeinsam dargestellt werden. Die Daten sind dann aufwandsbereinigt. Als Grundlage dient das EU-Raster (European Environment Agency EEA, reference grid, vector polygon grid 5 oder 10 km), entsprechend des Transektabstandes. Pro Rasterzelle wird eine mittlere Dichte ([Indiv./km²]) ermittelt:

$$\hat{D} = \frac{n_{\text{indiv.}}}{\text{effort}}$$

mit $n_{\text{indiv.}}$: Summe der Schweinswale pro Rasterzelle, effort: Suchaufwand als effektiv abgesuchte Fläche (in km²) pro Rasterzelle (Details in GILLES et al. 2009).

Windparks, die zum Zeitraum der Erfassungen in Betrieb oder im Bau waren oder deren Bauphase kurz nach den Erfassungen begann, sind ebenfalls in den Sichtungs- und Rasterkarten dargestellt.

Abundanzbestimmung

Bei der Berechnung der Bestandsgröße (Abundanz) für das Untersuchungsgebiet wurde pro Survey die Abundanz in den einzelnen Strata (z.B. C_Nord, D_West) ermittelt. Da die Transekte vor Erfassungsbeginn so gewählt wurden, dass diese die Strata repräsentativ abdecken (sog. *equal coverage probability*), ist die ermittelte Dichte für das gesamte Gebiet ebenfalls repräsentativ (BUCKLAND et al. 2001).

Die Abundanz \hat{N}_V in Stratum v wurde folgendermaßen berechnet:

$$\hat{N}_V = \frac{A_V}{L_V} \cdot \left(\frac{n_{gsv}}{\hat{\mu}_g} + \frac{n_{msv}}{\hat{\mu}_m} \right) \cdot \bar{s}_V$$

mit A_V : Fläche des Stratums, L_V : Suchaufwand; die zurückgelegte Transektlänge (nur in guten oder moderaten Sichtungsbedingungen), n_{gsv} / n_{msv} : die Anzahl Sichtungen in guten bzw. moderaten Bedingungen, $\hat{\mu}_g / \hat{\mu}_m$: effektive Streifenbreiten (esw inkl. $g(0)$) in guten bzw. moderaten Bedingungen, \bar{s}_V : mittlere Gruppengröße in Stratum v (nach SCHEIDAT et al. 2008, HAMMOND et al. 2013).

Zur Ermittlung der Dichten der einzelnen Surveys wurden die Abundanzen mit der Fläche des jeweiligen Stratums dividiert. Die 95%-Konfidenzintervalle sowie der Variationskoeffizient (VK) wurden mit der Bootstrap-Methode bestimmt. Hierzu wurden die einzelnen Transekte als Stichproben benutzt. Die so bestimmten Konfidenzintervalle schätzen ein Intervall, welches mit großer Wahrscheinlichkeit die 'wahre' Dichte enthält. Schließlich kann überprüft

werden, ob die für einen Survey bestimmte Dichte im Konfidenzintervall der Dichte eines anderen mit ihm zu vergleichenden Surveys lag. Ist dies nicht der Fall unterscheiden sich die Dichten signifikant ($p < 0,05$).

Bayesische Trendanalyse der Schweinswalldichte in der südlichen deutschen Nordsee und im Sylter Außenriff

Um Dynamik sowie Trends der Schweinswalpopulation in der südlichen deutschen Nordsee und im Sylter Außenriff zu analysieren, wurden Daten aus Flugsurveys für Schweinswale von 2002 bis 2012 bzw. 2013 herangezogen. Der im Rahmen des BfN-Monitorings erhobene Datensatz wurde mit MINOS-Daten sowie mit Daten aus dem StUkplus Projekt erweitert (Testfeld alpha ventus, GILLES et al. 2013).

Für die statistische Auswertung wurde ein Bayesischer Ansatz gewählt. Darunter verbirgt sich eine eigene statistische Philosophie (Bayes Theorem), die, anders als die „frequentist“-Methoden (also auf Häufigkeiten beruhende) keinen konzeptionellen Unterschied zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen macht. Stattdessen wird die gemeinsame „posterior distribution“ durch iterative *Monte Carlo Markov Chains* (MCMC) ermittelt (KING et al. 2010). Ein zentraler Gedanke ist die Nutzung von Vorinformationen, sei es aus früheren Experimenten oder aus Expertenwissen. Dies steht im Gegensatz zu den üblichen „likelihood“ Verfahren. Bayesische Modelle haben den großen Vorteil, keine strengen Annahmen über die Verteilung der Daten zu machen (KING et al. 2010). Sie sind also gut geeignet für Datensätze, die die Annahmen der meisten statistischen Tests nicht erfüllen (z.B. durch Varianzheterogenität, Abhängigkeit der Stichproben, Überschuss an Nullwerten, Verhältnis Mittelwert zu Varianz $\neq 1$). In einer Metaanalyse zum Trend von Populationsentwicklungen mariner Säugetiere wurde gezeigt, dass in 78% der Studien selbst ein Rückgang der Population von mehr als 50% statistisch nicht nachweisbar war (TAYLOR et al. 2007). Bayesische Modelle finden daher in Studien zu marinen Säugern immer häufiger Anwendung, da sich mit ihrer Hilfe zum Beispiel Trends in der Abundanz modellieren lassen (z.B. MOORE & BARLOW 2011) oder auch der Erfolg von marinen Schutzgebieten vorherzusagen bzw. zu überprüfen ist (GERRODETTE & ROJAS-BRACHO 2011, GORMLEY et al. 2012).

In Bayesischen Modellen wird zuerst ein *Prior*, also eine Erwartung an das Modell, definiert. Erkenntnisse aus Pilotstudien können in den *Prior* einfließen, aber in den meisten Fällen wird ein parametrischer Raum definiert, der sehr weite Grenzen setzt. Dafür wird häufig die „inverse-Wishart Verteilung“ gewählt, die bei den Zufallsfaktoren die Varianz für die „R und G Strukturen“ (für R - Residuen und G - Zufallsfaktor) auf eins fixiert, dies mit einem niedrigen „parameter of believe“ ($\nu=0,002$) der den vorgegebenen Werten der *prior distribution* eine geringe Gewichtung beimisst. Bei den Haupteffekten wird der umgekehrte Ansatz gewählt: In der sogenannten B-Struktur wird der Varianz ermöglicht sehr große Werte anzunehmen, indem die Varianz auf einen hohen Wert begrenzt wird. Dafür wird der μ -Wert (Mittelwert) auf 0 gesetzt. Bei *offset*-Parametern zur Gewichtung der Intensität der Stichprobennahme, wird wiederum der Parameter auf 1 mit einem sehr kleinen Wert für die Varianz ($1 \cdot 10^{-9}$) festgelegt. Bei der vorliegenden Modellierung entspricht die Antwortvariable der **Anzahl Schweinswale pro Transekt**, daher wurde der Aufwand, also die effektive Transektlänge, die *detection probability* und der $g(0)$ -Wert als *offset* gewichtet. Für Zählwerte (count data) wird die Poisson Verteilung angenommen, die bei MCMCglmm eine eigene latente Variable

erhält, die Varianz/Residuen berechnet und sich hinter der Bezeichnung *units* verbirgt. Im klassischen Poisson GLM wird ein Verhältnis von Mittelwert zu Varianz von 1 angenommen, bei dem *overdispersion* häufig zu einer Überschätzung des tatsächlichen Effektes führt.

In den Modellen wurde das *Transekt* als Zufallsfaktor in beide Modelle integriert, um Pseudoreplikation und räumliche Autokorrelation zu minimieren.

Alle Analysen wurden in mit Hilfe des Statistikprogramms R 3.0.2 (R Core Team 2013) durchgeführt. Die Bayesischen Modelle sind in der Funktion *MCMCglmm* in der gleichnamigen Programmbibliothek (HADFIELD 2010) implementiert.

Südliche deutsche Nordsee (Gebiet D)

Um einen Trend in der Schweinswalddichte zu testen, wurden zwei Ansätze für das Gebiet in der südlichen deutschen Nordsee gewählt:

1. Modell-D: Saisonale Effekte wurden mit einem (1) *Day of the year* term getestet. Diese kontinuierliche Variable zeigte für den vorliegenden Datensatz eine bessere Auflösung als Monat oder Jahreszeit. (2) Der mittlere Längengrad (*lon*) jedes Transektes wurde bestimmt, um räumliche Muster zu entdecken. (3) *Jahr* wurde als kontinuierliche Variable getestet, um einen linearen Trend zu ermitteln. (4) Eine Interaktion zwischen *lon:Jahr* wurde eingefügt, um mögliche regionale Unterschiede zwischen den Trends zu testen.

2. Modell-DW: Es wurde eine Teilprobe ausgewählt („Westen und Frühling“). Da sich das Natura 2000 Gebiet „Borkum Riffgrund“ im westlichen Teil von Gebiet D befindet und dort auch die meisten Flugsurveys stattgefunden haben, wurde nur das westliche Gebiet ausgewählt (5,9°-7,3°O). Zudem wurden im Frühling, mit der Ausnahme von 2004, die Surveys lückenlos von 2002 bis 2012 ausgeführt. Somit kann die größtmögliche Vergleichbarkeit zwischen den Jahren gewährleistet werden. In diesem Test wurde nur *Jahr* als Faktor integriert. Somit wird 2002 als Referenzjahr betrachtet und Unterschiede der anderen Jahre zu 2002 berechnet.

Um eine ausreichende Anzahl an Stichproben der *posterior distribution* zu ermöglichen, waren 5.000.000 Iterationen notwendig. Das sogenannte *thinning interval* wurde auf 500 gesetzt, um Autokorrelation zwischen aufeinander folgenden Iterationen zu vermeiden. Die *burn in period* wurde auf 50.000 Iterationen gesetzt.

Nord-östliche deutsche Nordsee, Sylter Außenriff (Gebiet CN)

Da innerhalb dieses Gebietes bisher kein ausgeprägter Verteilungsschwerpunkt ausgemacht werden konnte, konzentrierten sich die Analysen v.a. auf die Trendanalyse über die Zeit (Jahr) und über die Jahreszeiten. Da für alle 12 Jahre Daten aus den Sommererfassungen vorlagen, wurde in einem ersten Modell *Jahr* als kontinuierliche Variable getestet, um einen linearen Trend über den Sommer der Jahre 2002 bis 2013 zu ermitteln. Im 2. Modell wurde *Jahr* als Faktor integriert, um alle Jahre auf Unterschiede zum Referenzjahr 2002 zu testen.

Bei diesem Datensatz waren 200.000 Iterationen notwendig, das *thinning interval* wurde auf 250 und die *burn in period* auf 6.000 Iterationen gesetzt.

3.3 Ergebnisse und Diskussion

Alle Erfassungen in der Nord- und Ostsee konnten im geplanten Zeitraum durchgeführt werden: Der erste Flug fand am 28.04.2013, der letzte Flug am 21.07.2013 statt. Im Folgenden werden die Ergebnisse pro Meeres- und Erfassungsgebiet dargestellt.

3.3.1 Aktuelle Monitoringerfassungen in der Nordsee

Ein Großteil aller Befliegungen fand bei einem Seegang von 1 bis 2 Beaufort statt, am 21.07. herrschte durchgehend ein Seegang von 0 Beaufort vor (**Tabelle 2**).

Tabelle 2: Vorherrschender Seegang (% Surveyzeit) während der flugzeuggestützten Erfassung von marinen Säugetieren in Teilgebieten der deutschen Nordsee im Jahr 2013.

Seegang (Bft.)	28.04	27.05.	28.05.	05.06.	08.06.	11.06.	17.06.	20.07.	21.07.
0	0	0	0	0	0	0	0	11	100
1	22	59	71	39	29	32	100	89	0
2	54	36	29	49	71	65	0	0	0
3	24	5	0	12	0	2	0	0	0

Aufgrund schlechter Wetterbedingungen war der Aufwand in Gebiet DW/DE am 28.04.2013 gering (792 km), die Sichtungsrate betrug 0,08 Sichtungen pro km. Die darauf folgende zweite Erfassung im Mai/Juni 2013 in DW und DE konnte beide Gebiete vollständig erfassen (1953 km Transektstrecke) und ergab eine Sichtungsrate von 0,05 Sichtungen pro km.

Das Gebiet CN wurde jeweils im Juni und Juli 2013 befliegen, dabei konnte die zweite Erfassung im Juli 2013 nicht vollständig abgeschlossen werden. Es ergaben sich Sichtungsraten von 0,18 Sichtungen pro km im Juni 2013 und 0,15 Sichtungen pro km im Juli 2013. Im Juni wurden insgesamt 30 Kälber gesichtet, im Juli 20 Kälber (Tabelle 3).

Tabelle 3: Erfassung von Schweinswalen in Teilgebieten der deutschen Nordsee (Gebiete DW & DE sowie CN, s. Abb. 1 und Tabelle 1) im Jahr 2013. Berücksichtigung findet nur Suchaufwand unter guten und moderaten Sichtungsbedingungen.

Datum	Gebiet	Aufwand (km)	Sichtungen	Tiere	Kälber	Robben	Sichtungsrate (Sichtungen/km)
28.04.2013	DW/DE	792	59	64	0	11	0,08
∑ D April 2013	D	792	59	64	0	11	0,08
27.05.2013	DW	489	9	9	0	3	0,02
28.05.2013	DW	120	32	34	0	0	0,27
05.06.2013	DE	576	11	12	0	3	0,02
08.06.2013	DW	768	45	46	1	1	0,06
∑ D Mai/Juni 2013	D	1.953	97	101	1	7	0,05
11.06.2013	CN	848	87	97	6	0	0,10
17.06.2013	CN	777	201	237	24	0	0,26
∑ CN Juni 2013	CN	1.625	288	334	30	0	0,18
20.07.2013	CN	879	112	140	12	5	0,13
21.07.2013	CN	328	64	84	8	4	0,20
∑ CN Juli 2013	CN	1.207	176	224	20	9	0,15

Gebiet DW (SCI Borkum Riffgrund) – erster Survey am 28.04.2013

Die Wetterbedingungen im März und April waren derart ungünstig, dass der erste Flugsurvey im Borkum Riffgrund erst Ende April durchgeführt werden konnte. Bedingt durch dauerhaft schlechte Wetterbedingungen konnten die Erfassungsflüge erst vier Wochen später, am 27.05.2013, wieder aufgenommen werden (Beginn zweiter Survey Gebiet D).

Das Gebiet konnte aufgrund des vorherrschenden schlechten Wetters nur für den westlichen Teil abgeschlossen werden (Stratum DW). Während des Flugtages am 28.04. (Stratum DW) wurde jedes Transekt aus DW befliegen. Die Sichtungsbedingungen während des Fluges am 28.04.2013 in Stratum DW waren überwiegend moderat durch relativ konstanten *glare* und moderater Trübung auf den östlichen Transekten auf zumindest einer Seite bei einem Seastate von 1 - 2 Bft. Aufgrund einer dichten Wolkenfront mussten die letzten Transekte in DW etwas abgekürzt werden. Auf einer Flugstrecke von 792 km wurden 59 Schweinswalgruppen mit insgesamt 64 Individuen gesichtet. Es wurden keine Kälber beobachtet. Die Sichtungen konzentrierten sich hauptsächlich auf den Bereich um Borkum Riffgrund. Innerhalb des Natura 2000 Gebietes „Borkum Riffgrund“ wurden sechs Schweinswale und keine Kälber gesichtet (Abbildung 2). Die höchsten Dichten fanden sich ebenfalls um Borkum Riffgrund, im süd-östlichen Bereich (Abbildung 3).

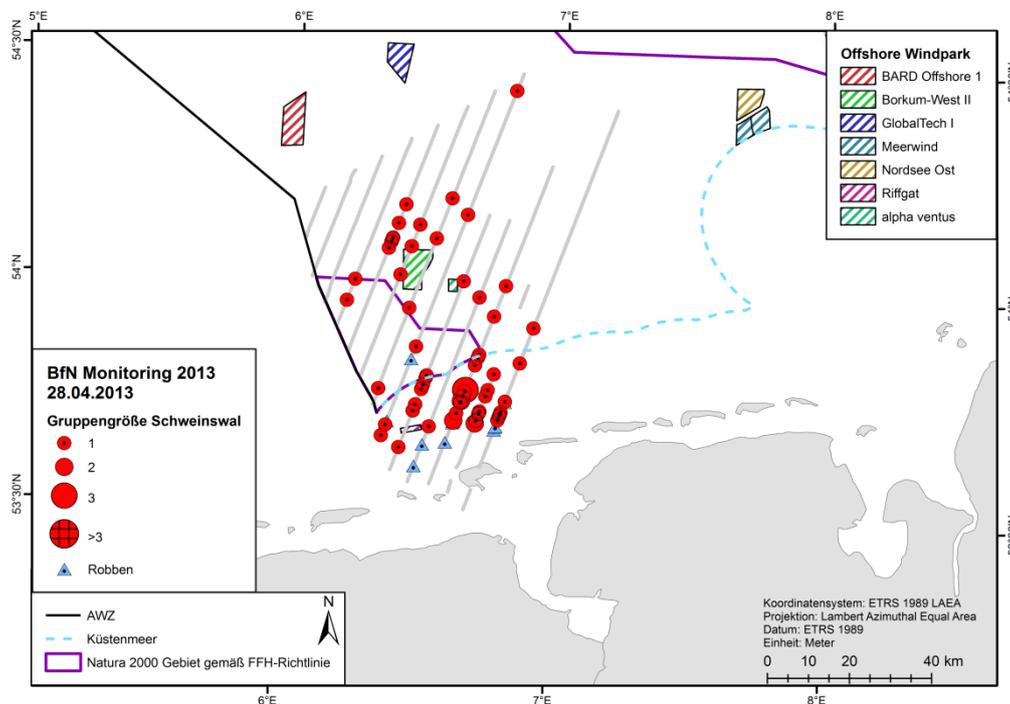


Abbildung 2: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 28.04.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Robben.

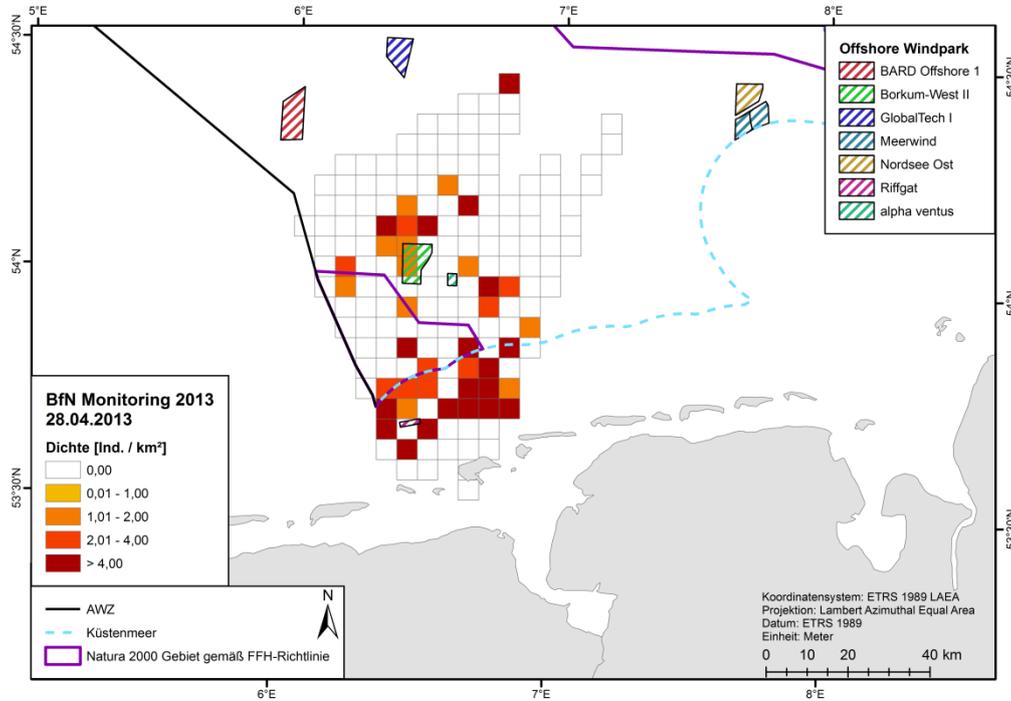


Abbildung 3: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km) sowie ggf. Positionen von Kälbern. Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 28.04.2013.

Gebiete D_Ost und D_West (SCI *Borkum Riffgrund*) – zweiter Survey am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013

Die zweite Befliegung des Stratum D erfolgte am 27.05., 28.05., 05.06. & 08.06.2013. Der Gesamtsuchaufwand lag bei 1.953 km bei überwiegend moderaten Sichtungsbedingungen, einem Seastate von 2 Bft und moderatem glare auf zumindest einer Seite des Flugzeugs.

Am 27.05.2013 wurden in den Strata DW und DE auf einer Strecke von 489 km 9 Schweinswalgruppen mit neun Tieren sowie drei Robben gesichtet. Am 28.05.2013 wurden in Stratum DW auf einer Strecke von 120 km 32 Schweinswalgruppen mit 34 Tieren gesichtet. Aufgrund einer tiefhängenden Wolkendecke musste dieser Flugtag frühzeitig abgebrochen werden. Am 05.06.2013 wurde in Stratum DE eine Strecke von 576 km befliegen, dabei wurden 11 Schweinswalgruppen mit insgesamt 12 Individuen und vier Robben gesichtet.

Am 08.06.2013 wurde in Stratum DW eine Strecke von 768 km befliegen, auf der 45 Schweinswalgruppen mit insgesamt 46 Individuen, darunter ein Mutter Kalb Paar, sowie vier Robben gesichtet wurden.

Die Sichtungen konzentrierten sich hauptsächlich auf den westlichen Bereich und zeigten teilweise lokale Sichtungshäufungen im äußersten Nordwesten des untersuchten Gebiets. Innerhalb des Natura 2000 Gebietes „Borkum Riffgrund“ wurden 13 Schweinswale (Einzeltieren) und keine Kälber gesichtet (Abbildung 4). Das einzige Mutter-Kalb-Paar wurde zwischen Borkum Riffgrund und alpha ventus gesichtet. Robben hielten sich vorwiegend in der Nähe der ostfriesischen Küste auf. Die Verteilung der Schweinswale im westlichen Gebiet war weiter in den Nordwesten verschoben als bei der ersten Erfassung am 28.04.2013 (Abbildung 3).

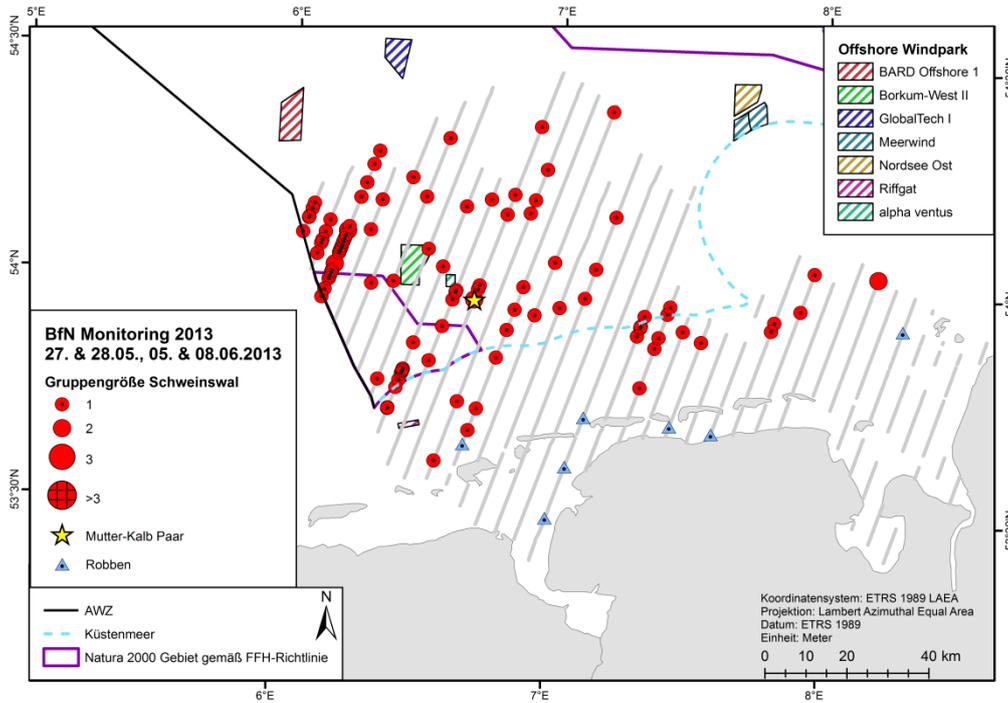


Abbildung 4: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet D am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.

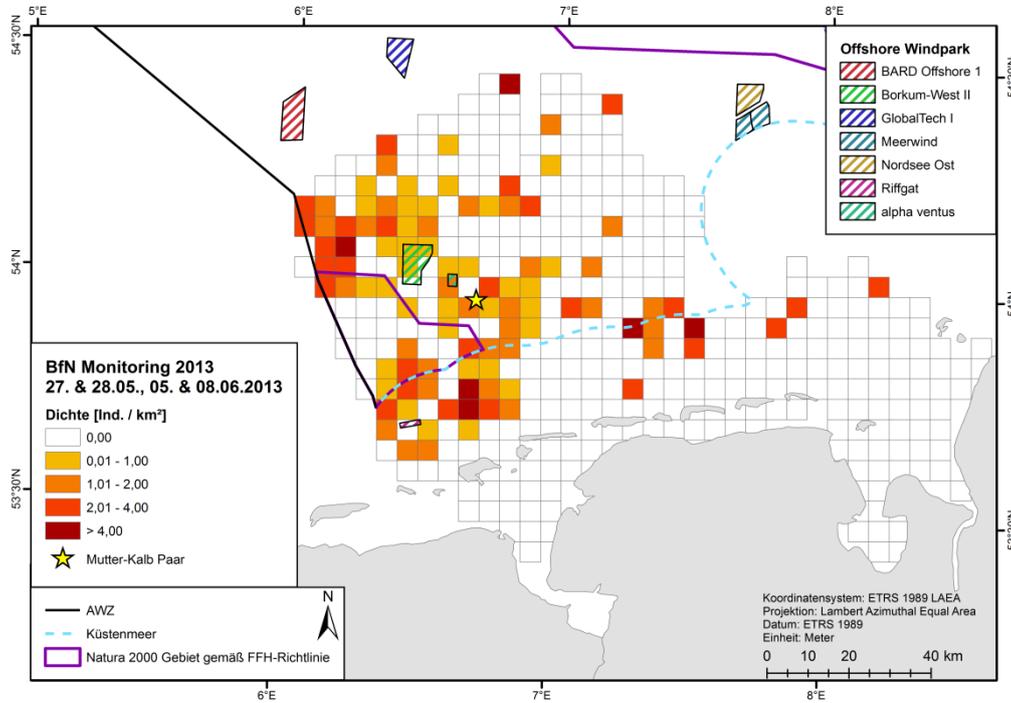


Abbildung 5: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km) sowie Positionen von Kälbern. Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet DW am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013.

Für die Befliegung im April 2013 wurde eine Gesamtabundanz von 7.530 (95% Konfidenzintervall: 4.259 – 13.164) Schweinswalen und eine Dichte von 1,07 (0,61 - 1,87) Ind./km² bei einem Variationskoeffizienten von 0,29 im Untersuchungsgebiet DW ermittelt. Die Befliegung im Mai/Juni 2013 ergab eine Gesamtabundanz von 4.268 (95% Konfidenzintervall: 2.222 - 8.446) Schweinswalen und eine Dichte von 0,36 (0,19 - 0,72) Ind./km² bei einem Variationskoeffizienten von 0,36 im gesamten Untersuchungsgebiet D (Tabelle 4).

Im April 2013 war die Dichte in DW signifikant höher als im Mai/Juni 2013. Innerhalb der Grenzen des Natura 2000 Gebietes „Borkum Riffgrund“ war die Dichte etwas niedriger, dies schreiben wir jedoch eher der Snapshot-Methode der Datenaufnahme zu als einer tatsächlichen, aktiven Vermeidung dieses Gebietes. Im Jahr 2012 konnte zum Beispiel ein Hotspot der Schweinswaldichte in genau diesem Schutzgebiet nachgewiesen werden (siehe auch Gilles et al. 2012).

Tabelle 4: Abundanz und Dichte von Schweinswalen im Gebiet D im April, Mai und Juni 2013.
KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient; k.E. = keine Erfassung

Gebiet	Zeitpunkt	Dichte [Ind./km ²] (95% KI)	Abundanz (95% KI)	VK
D_Ost	k.E.			
D_West	28.04.2013	1,07 (0,61 - 1,87)	7.530 (4.259 - 13.164)	0,29
D_total	-	-	-	-
D_Ost	27.05. & 05.06.13	0,21 (0,05 - 0,45)	974 (242 - 2.158)	0,47
D_West	27.05., 28.05. & 08.06.13	0,47 (0,22 - 1,04)	3.313 (1.530 - 7.339)	0,44
D_total	Mai/Juni 2013	0,36 (0,19 - 0,72)	4.286 (2.222 - 8.446)	0,36

Gebiet C Nord (SCI Sylter Außenriff) - erster Survey 11. & 17.06.2013

Der erste Flugsurvey in Gebiet CN wurde an zwei Flugtagen, am 11. & 17.06.2013, durchgeführt. Der Flug am 11.06. fand unter überwiegend guten bis moderaten Sichtungsbedingungen statt. Beginnend im Norden wurde zunächst jedes zweite Transekt beflogen (insgesamt 11 Transekte). Da bei Untersuchungsgebieten, die nicht an einem Tag beflogen werden können, nicht davon ausgegangen werden kann, auf Grund von Wetterereignissen zeitnah eine weitere Befliegung durchzuführen, kann so zumindest eine

erste regelmäßige Abdeckung erreicht werden. Auf der abgeflogenen Strecke von 856 km wurden insgesamt 87 Schweinswalgruppen mit 97 Individuen, davon sechs Kälbern, dokumentiert.

Die Sichtungsbedingungen während des zweiten Flugtages am 17.06. waren insgesamt gut, streckenweise auch moderat da die Sicht teilweise durch starken *glare* eingeschränkt war. Auf den insgesamt acht verbleibenden Transekten wurden, auf einer Strecke von 777 km, 201 Schweinswalgruppen mit insgesamt 237 Individuen, davon 24 Kälber, aufgenommen.

Die Sichtungen waren über das gesamte Gebiet verteilt, wobei im Nordwesten des Untersuchungsgebietes verhältnismäßig wenige Sichtungen registriert wurden. Die Kälbersichtungen konzentrierten sich im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes. Innerhalb des Natura 2000 Gebietes „Sylter Außenriff“ wurden 292 Schweinswale und 27 Kälber gesichtet (Abbildung 6); dort wurden auch die höchsten Dichten ermittelt. Im Walschutzgebiet, d.h. östlich des Sylter Außenriffs, waren die Schweinswaldichten sehr gering (Abbildung 7).

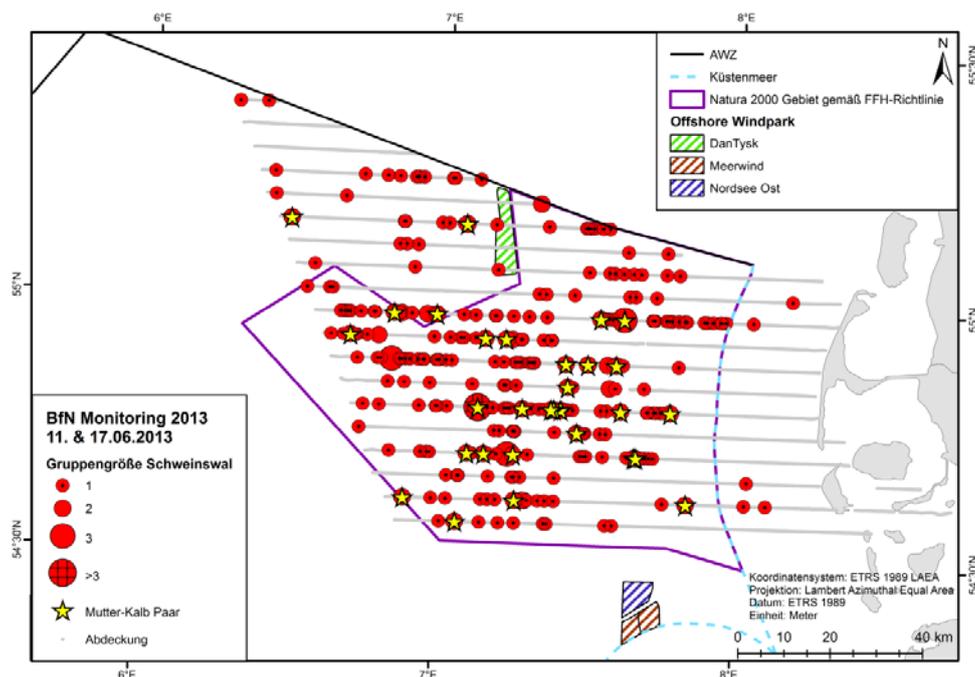


Abbildung 6: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet C_Nord am 11. und 17.06.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.

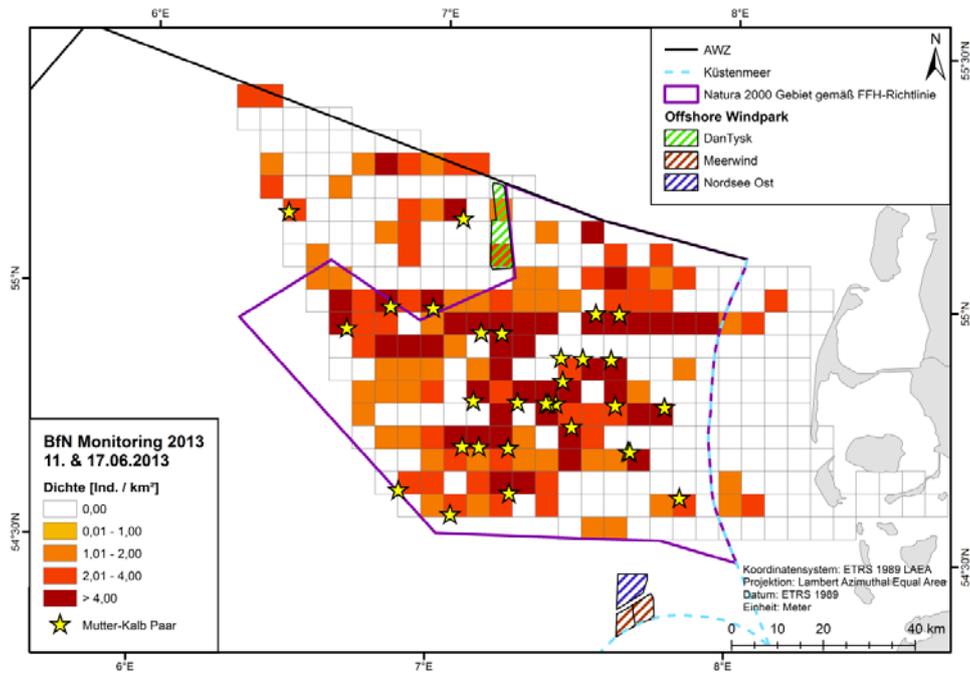


Abbildung 7: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswaldichte pro Zelle (hier: 5x5 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet CN am 11. & 17.06.2013.

Gebiet C Nord (SCI Sylter Außenriff) –zweiter Survey am 20. & 21.07.2013

Der zweite Flugsurvey des Jahres 2013 im Gebiet CN wurde am 20.07. und 21.07.2013 durchgeführt.

Der Flug am 20.07. fand unter überwiegend guten bis moderaten Sichtungsbedingungen statt. Aufgrund eines wolkenfreien Himmels wurde die Sicht auf zumeist einer Seite durch starken *glare* beeinträchtigt; daraus resultierten einseitig teilweise schlechte Sichtungsbedingungen. Beginnend im Süden wurde ebenfalls jedes zweite Transekt befliegen (insgesamt 11 Transekte). Auf der abgeflogenen Strecke von 879 km wurden insgesamt 112 Schweinswalgruppen mit 140 Individuen dokumentiert, darunter 12 Kälber.

Die Sichtungsbedingungen während des zweiten Fluges am 21.07. waren anfangs gut bis streckenweise moderat, bei einem Seestate von durchgehend 0 Beaufort. Eine dichte Wolkendecke auf Flughöhe erzwang den Abbruch des Surveys nach vier Transekten. Die Wetterbedingungen der darauf folgenden Tage ermöglichten keine weitere, zeitnahe Befliegungen, so dass vier Transekte im nördlichen Bereich nicht mehr befliegen werden konnten. Auf einer Strecke von 328 km wurden 64 Schweinswalgruppen mit insgesamt 84 Individuen, davon acht Kälber, aufgenommen.

Die Sichtungen waren, im Vergleich zur ersten Erfassung im Juni, etwas weiter im Südosten und vor allem im küstennäheren Bereich verteilt. Die Gruppengröße war häufig > 3 , dann zumeist auch mit gleichzeitigen Mutter-Kalb-Sichtungen. Robben wurden an der Südspitze vor Sylt und im Bereich der nordfriesischen Inseln gesichtet. Innerhalb des Natura 2000 Gebiets „Sylter Außenriff“ wurden 180 Schweinswale und 16 Kälber gesichtet (Abbildung 8). Die höchsten Dichten fanden sich wiederum innerhalb des Schutzgebiets, jedoch im Vergleich zur ersten Erfassung weiter südostwärts gelegen. Vor allem die küstennahen Gebiete im Osten wiesen eine höhere Dichte im Vergleich zur ersten Befliegung auf. Die Bereiche im Nordwesten zeichneten sich durch geringe Dichten aus (Abbildung 9).

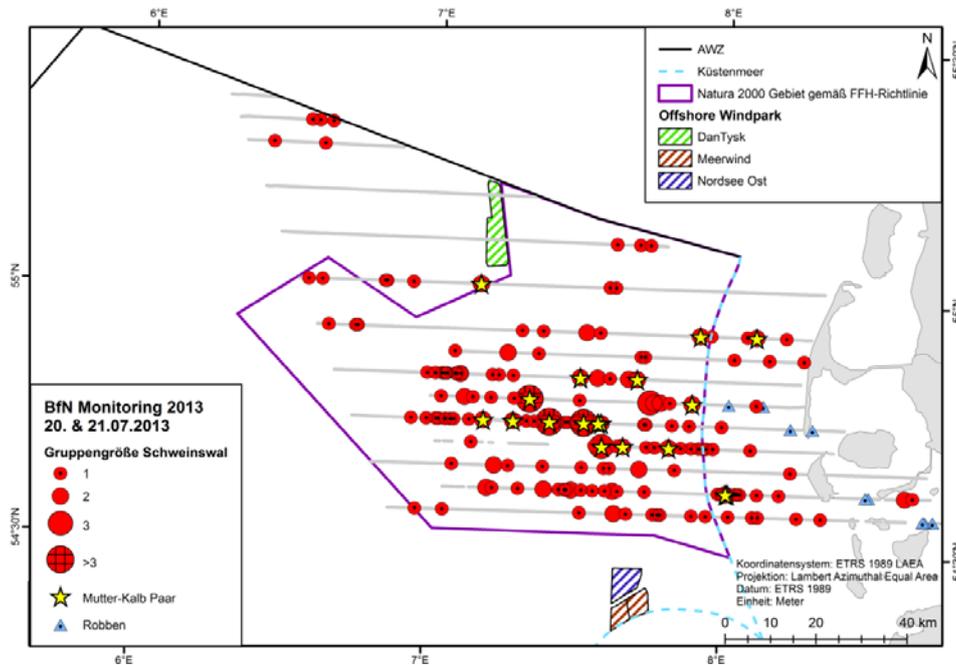


Abbildung 8: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet C_Nord am 20. und 21.07.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren sowie Robben.

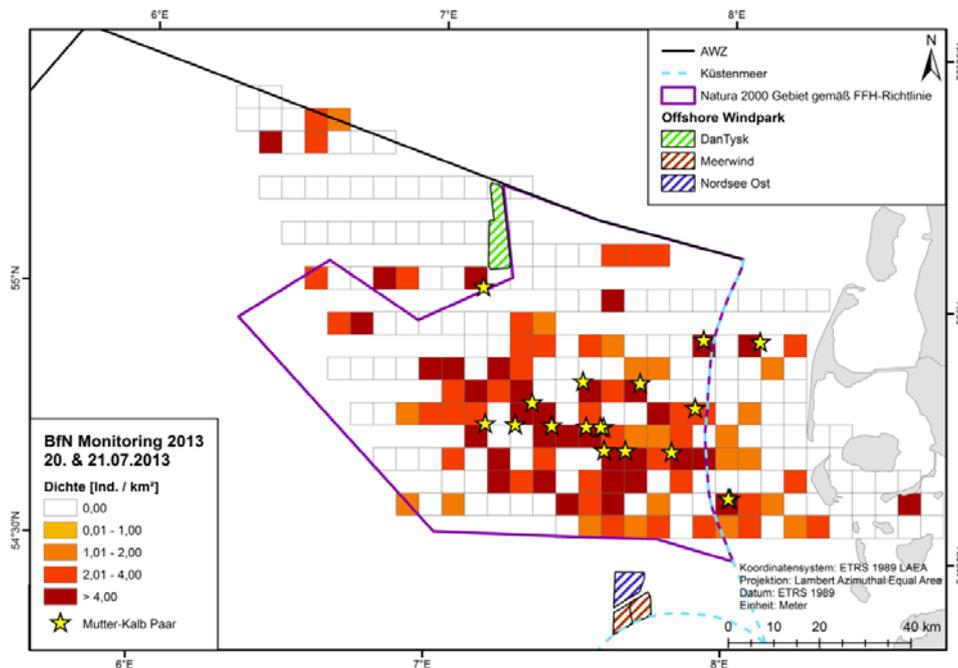


Abbildung 9: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswalddichte pro Zelle (hier: 5x5 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren im Gebiet CN am 20. & 21.07.2013.

Für die erste Erfassung im Juni 2013 wurde eine Abundanz von 14.004 (95% KI: 8.548 – 22.402) Schweinswalen und somit eine Dichte von 1,75 (95% KI: 1,07 – 2,79) Ind./km² im Untersuchungsgebiet C_Nord ermittelt. Im Juli 2013 war die ermittelte Abundanz mit 12.223 (95% KI: 7.452 – 20.611) Schweinswalen und einer Dichte von 1,52 (95% KI: 0,93 – 2,57) Ind./km² etwas niedriger als im Juni. Der Variationskoeffizienten lag bei beiden Surveys bei ungefähr 0,25 (Tabelle 5). Die Dichten im Juni und Juli 2013 sind somit nicht signifikant unterschiedlich.

Tabelle 5: Abundanz und Dichte von Schweinswalen im Gebiet C_Nord im Juni und Juli 2013. KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient

Gebiet	Zeitpunkt	Dichte [Ind./km ²] (95% KI)	Abundanz (95% KI)	VK
CN	Juni 2013	1,75 (1,07-2,79)	14.004 (8.548-22.402)	0,25
CN	Juli 2013	1,52 (0,93-2,57)	12.223 (7.452-20.611)	0,26

Anthropogene Aktivitäten Nordsee

Während der Erfassungen im Jahre 2013 wurden Zeichen anthropogener Nutzung im Meer systematisch aufgenommen (Abbildung 10 - Abbildung 13). Dabei wurden Schiffe bis zu einem Inklinationswinkel von 20° zu jeder Seite erfasst (dies entspricht einem 502 m breiten Streifen pro Seite). Das Aufnehmen weiter entfernter Schiffe hätte eine Ablenkung der Beobachter vom Transekt bedeutet.

Gebiete D_Ost und D_West (Borkum Riffgrund)

Bei der Erfassung des Gebiets DW am 28.04.2013 wurden insgesamt acht Schiffe gesichtet. Davon wurden 38% als Containerschiffe (3 Schiffe), 38% als Motorboote < 5m (3 Schiffe), 13% als Motorboote > 5m (1 Schiff) und 13% als andere Bootstypen (1 Schiff) kategorisiert. Containerschiffe wurden nur innerhalb des Verkehrstrennungsgebietes gesehen. Treibender Müll (ab Tetra Pak-Größe) und Netzmüll wurde im gesamten Gebiet registriert (n = 101 Müllsichtungen, davon 7 Sichtungen von Netzresten). Netze sowie sonstiges Fischereizubehör wurde nicht gesehen (Abbildung 10).

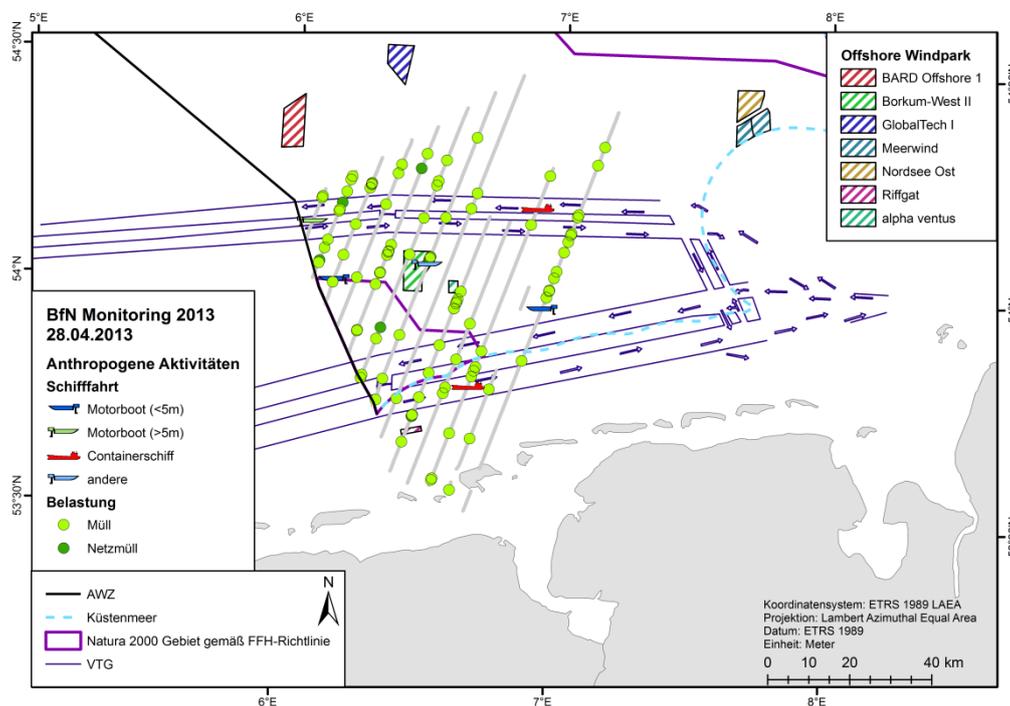


Abbildung 10: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet D_West am 28.04.2013. VTG = Verkehrstrennungsgebiete.

Bei der Erfassung des Gebiets D am 27.05. & 28.05., 05. & 08.06.2013 wurden insgesamt 49 Schiffe gesichtet. Davon wurden 29% als Segelboote (14 Schiffe), 22,4% als Fischkutter (11 Schiffe), 18,4% als Containerschiffe (9 Schiffe), 8,2% als Motorbote > 5m (4 Schiffe), 6% als Schiffe der Küstenwache (3 Schiffe), 2% als Motorbote < 5m (1 Schiff), 2% als Forschungsschiff (1 Schiff) und 12% als andere Bootstypen (6 Schiffe) kategorisiert. Treibender Müll und Netzmüll wurde im gesamten Gebiet registriert (n = 204 Müllsichtungen, davon 3 Sichtungen von Netzresten), besonders konzentriert waren Müllsichtungen in Gebiet DW bis auf Höhe Langeoog. Netze sowie sonstiges Fischereizubehör wurde nicht gesehen.

Viele Containerschiffe wurden im Weser Jadebusen sowie im Bereich des Verkehrstrennungsgebietes im Gebiet D gesichtet. Fischkutter wurden ausschließlich entlang der niedersächsischen Nordseeküste gesichtet. Segelboote wurden entlang der nordfriesischen Küste bis vor Helgoland beobachtet (Abbildung 11).

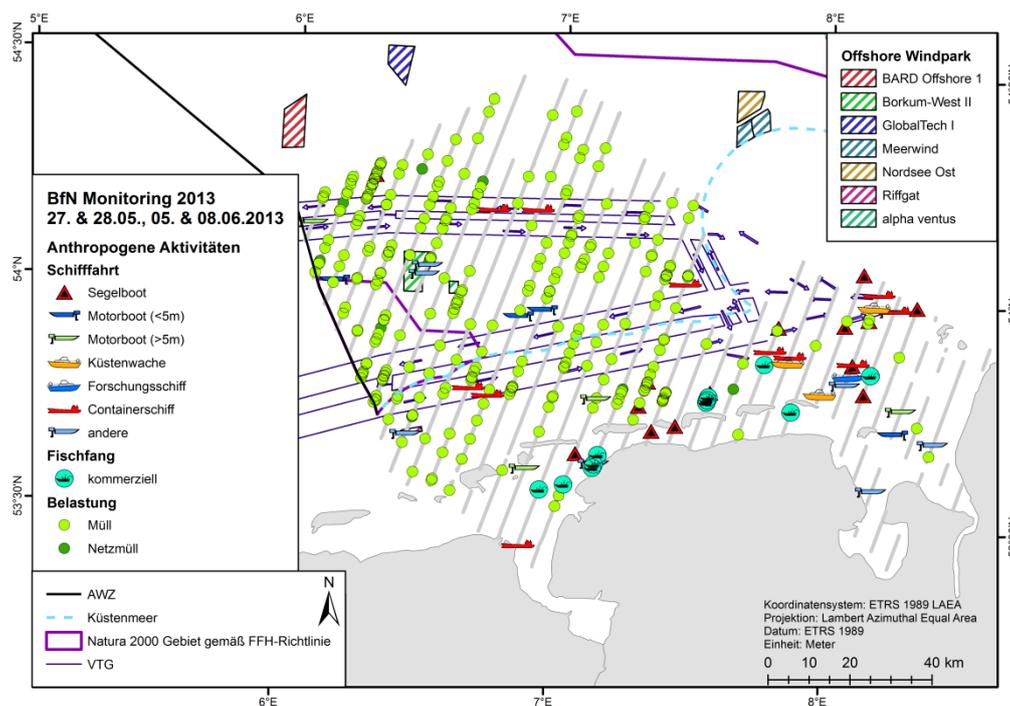


Abbildung 11: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet D am 27. & 28.05., 05. & 08.06.2013. VTG = Verkehrstrennungsgebiet

Gebiet C Nord (Sylter Außenriff)

Bei den beiden Erfassungen des Gebiets CN am 07. & 11.06.2013 wurden insgesamt fünf Schiffe gesichtet. Davon wurden 40% als Fischkutter (2 Schiffe), 20% als Motorboot > 5m (1 Schiff), 20% als Motorboot < 5m (1 Schiff) sowie 20% als andere Bootstypen (1 Schiff) kategorisiert. Treibender Müll und Netzmüll wurde im gesamten Gebiet registriert (n = 204 Müllsichtungen, davon 26 Sichtungen von Netzresten). Netze sowie sonstiges Fischereizubehör wurde nicht gesehen. Die Schiffe waren unregelmäßig über die abgesuchte Fläche verteilt (Abbildung 12).

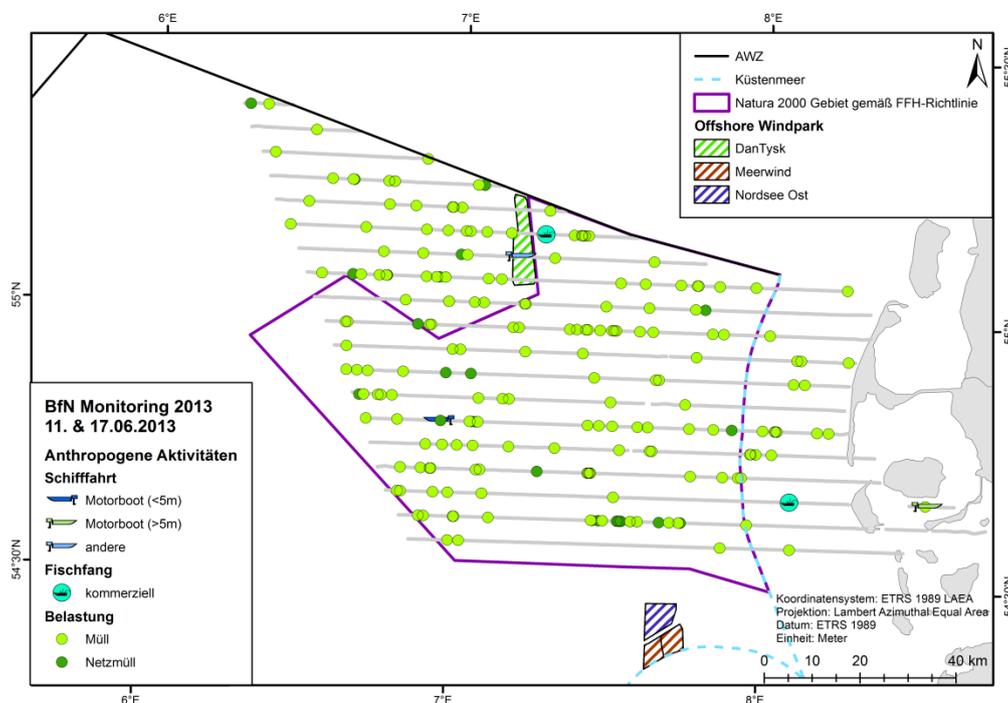


Abbildung 12: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet C_Nord im Juni 2013.

Bei den beiden Erfassungen des Gebiets CN am 20. & 21.07.2013 wurden insgesamt drei Schiffe gesichtet. Davon wurden jeweils 33% als Motorboot > 5m (1 Schiff), als Segelboot (1 Schiff) sowie als andere Bootstypen (1 Schiff) kategorisiert. Treibender Müll und Netzmüll wurde im gesamten Gebiet registriert (n = 81 Müllsichtungen, davon 9 Sichtungen von Netzresten). Netze sowie sonstiges Fischereizubehör wurde nicht gesehen. Die Schiffe waren sporadisch über die abgesuchte Fläche verteilt (Abbildung 13).

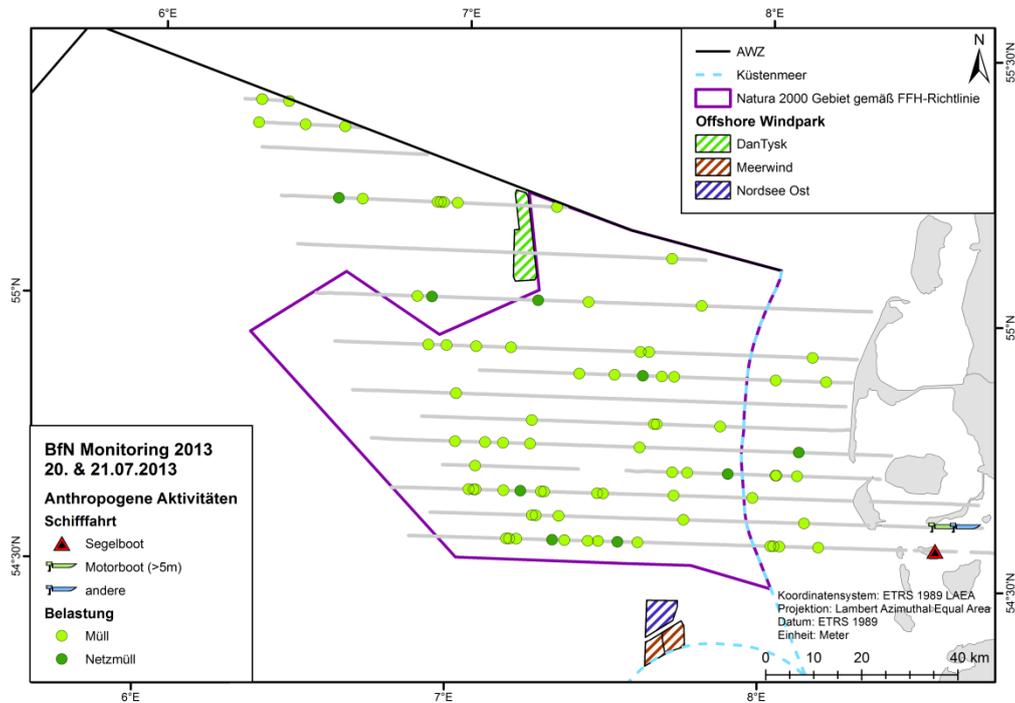


Abbildung 13: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für marine Säugetiere im Gebiet C_Nord im Juli 2013.

3.3.2 Aktuelle Monitoringerfassungen in der Ostsee

Beide Surveys fanden unter guten Bedingungen und einem Seegang von 0 bis 1 Beaufort statt (Tabelle 6). Der gesamte effektive Suchaufwand belief sich auf 1.447 km, dabei wurden 55 Schweinswalsichtungen mit 78 Tieren, davon neun Kälber, aufgenommen (Tabelle 7)

Tabelle 6: Vorherrschender Seegang (% Surveyzeit) während der flugzeuggestützten Erfassung von marinen Säugetieren in der westlichen deutschen Ostsee im Jahr 2013.

Seegang (Bft.)	06.07.2013	07.07.2013
0	16%	69%
1	77%	13%
2	7%	0%
3	0%	0%

Das gesamte Untersuchungsgebiet konnte abgedeckt werden. Die Sichtungsrate in Gebiet E lag bei 0,03 Sichtungen pro km, in Gebiet F_West lag sie bei 0,05 Sichtungen pro km. Mit 9 Kälbern wurde eine im Vergleich zu den Befliegungen der letzten Jahre, hohe Anzahl an Jungtieren beobachtet.

Tabelle 7: Erfassung von Schweinswalen in der deutschen Ostsee (Gebiete E und F_West, s. Abb. 1 & Abb. 14) im Jahr 2013. Berücksichtigung findet nur Suchaufwand unter guten und moderaten Sichtungsbedingungen.

Datum	Gebiet	Aufwand (km)	Sichtungen	Tiere	Kälber	Robben	Sichtungsrate (Sichtungen/km)
06.07.2013	E/F_West	775	23	35	4	0	0,03
07.07.2013	F_West	672	32	43	5	0	0,05
Σ E/FW Juli 2013		1.447	55	78	9	0	0,04

Der Flug am 06.07. fand unter überwiegend guten bis moderaten Sichtungsbedingungen statt. Aufgrund eines wolkenfreien Himmels wurde die Sicht auf zumeist einer Seite durch leichten *glare* beeinträchtigt. Beginnend im Westen wurde jedes Transekt in Gebiet E

beflogen sowie das westlichste Transekt in FW. Auf der abgeflogenen Strecke von 775 km wurden insgesamt 23 Schweinswalgruppen mit 35 Individuen dokumentiert, darunter vier Kälber. Die Sichtungsbedingungen während des Fluges am 07.07. im Gebiet F_West waren überwiegend gut bis moderat. Es konnten alle Transekte beflogen werden. Auf einer Strecke von 672 km wurden 32 Schweinswalgruppen mit insgesamt 43 Individuen, davon fünf Kälber, aufgenommen.

Die meisten Sichtungen konzentrieren sich dabei auf den Bereich um Fehmarn. Innerhalb des Natura 2000 Gebietes „Fehmarnbelt“ wurden vier Schweinswale sowie ein Kalb gesichtet (Abbildung 14). Die höchsten Dichten wurden dabei in der Lübecker Bucht sowie im gesamten Fehmarnbelt ermittelt. (Abbildung 15).

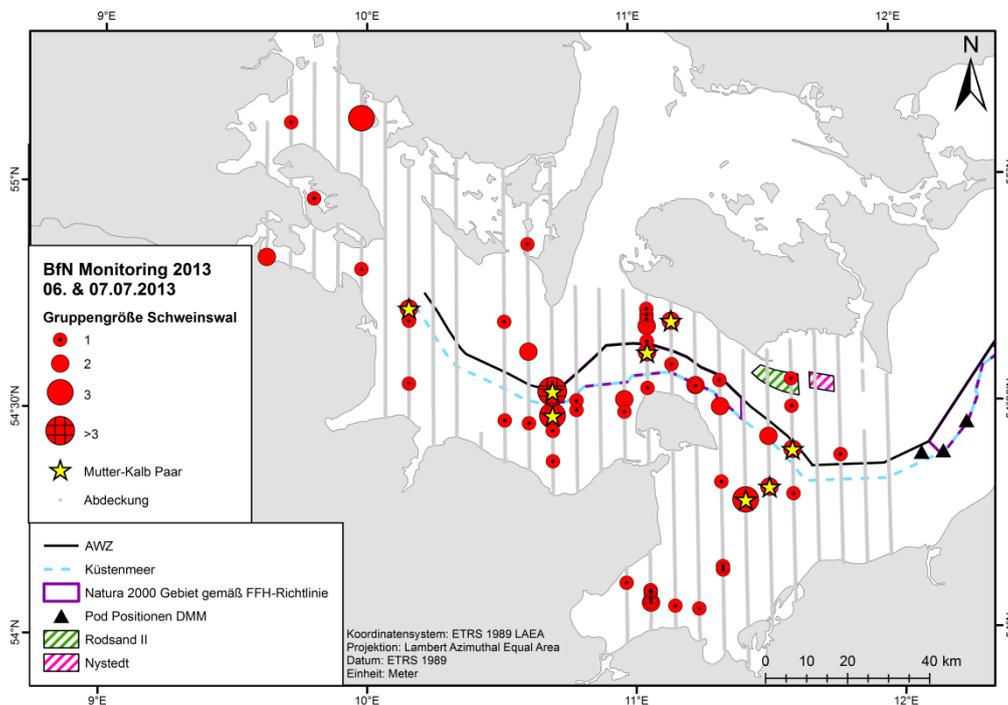


Abbildung 14: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren in den Gebieten E und F_West in der westlichen Ostsee am 06. und 07.07.2013. Sichtungskarte mit effektiver Flugstrecke (in guten oder moderaten Bedingungen), Gruppengröße der Schweinswalsichtung sowie Positionen von Mutter-Kalb Paaren.

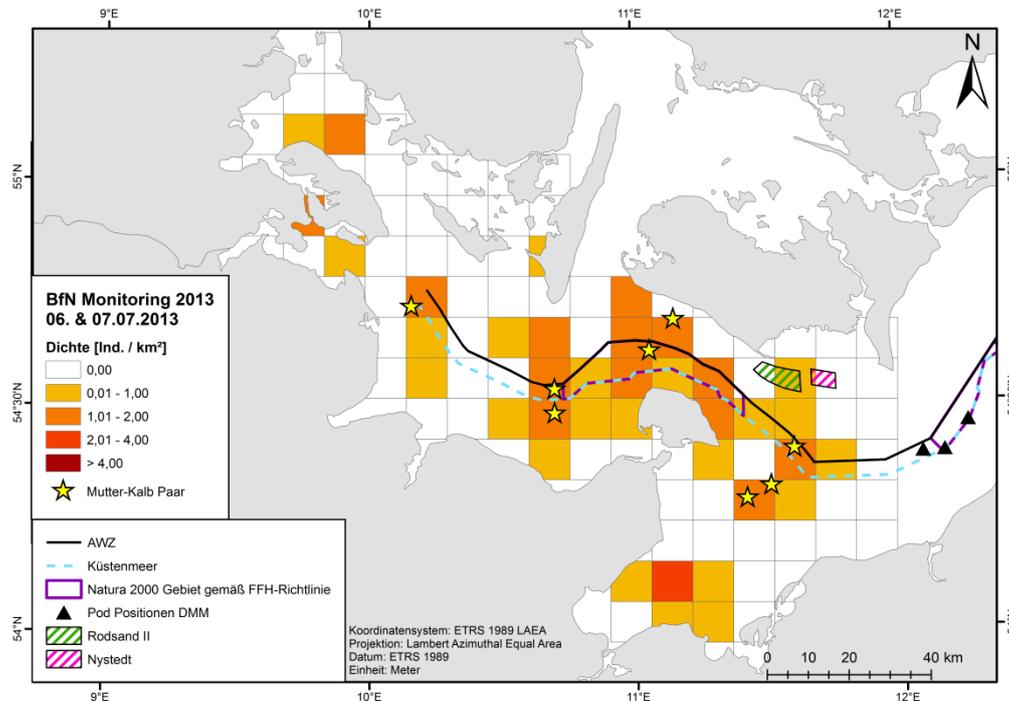


Abbildung 15: Aufwandsbereinigte Rasterkarte mit mittlerer Schweinswalddichte pro Zelle (hier: 10x10 km). Datengrundlage: Flugzeuggestützte Erfassung von marinen Säugetieren in den Gebieten E und F_West am 06. & 07.07.2013.

In der Kieler Bucht (Gebiet E) wurde eine Abundanz von 1.348 (95% KI: 544 – 2.766) Schweinswalen und somit eine Dichte von 0,29 (95% KI: 0,12 – 0,59) Ind./km² im Juli 2013 ermittelt. In der Mecklenburger Bucht (F_West) wurde eine Abundanz von 1.917 (95% KI: 849 – 3.875) Schweinswalen und eine Dichte von 0,41 (95% KI: 0,18 – 0,83) Ind./km² ermittelt. Der Variationskoeffizienten lag bei dem Flug in Gebiet E bei ungefähr 0,41 und in Gebiet F_West bei 0,37. Für das gesamte Gebiet in der westlichen Ostsee ergab sich eine Abundanz von 3.265 (95% KI: 1.654 – 6.066) Schweinswalen und eine Dichte von 0,35 (95% KI: 0,18 – 0,65; Tabelle 8).

Tabelle 8: Abundanz und Dichte von Schweinswalen in der westlichen Ostsee (Gebiete E und FW) im Juli 2013. KI = 95% Konfidenzintervall, VK = Variationskoeffizient

Gebiet	Datum	Dichte [Ind./km ²] (95% KI)	Abundanz (95% KI)	VK
E	06.07.2013	0,29 (0,12 – 0,59)	1.348 (544 – 2.776)	0,41
F_West	07.07.2013	0,41 (0,18 – 0,83)	1.917 (849 – 3.875)	0,37
Westl. Ostsee	Juli 2013	0,35 (0,18 – 0,65)	3.265 (1.654 – 6.066)	0,32

Im Vergleich zu den Dichten der letzten Jahre ist in Gebiet E kein statistisch signifikanter Unterschied zu den Ergebnissen aus Juli 2010 und Juni 2011 auszumachen (GILLES et al. 2011a). Die Dichte in Gebiet F_West ist im Vergleich zur letzten Befliegung im Juni 2011 leicht erhöht, jedoch ist auch dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Ein Vergleich mit Literaturwerten zeigt ähnliche Werte für die Kieler Bucht und das Gebiet der Mecklenburger Bucht. So geben zum Beispiel VIQUERAT et al. (2014) eine Dichte von 0,786 Ind./km² (95% KI: 0,498–1,242, CV = 0,235) basierend auf einem *double platform* Schiffssurvey aus dem Sommer 2012 in der westlichen Ostsee an. Dabei ist zu beachten, dass dieser Survey auch Gebiete in dänischen Gewässern bis in den Skagerrak abdeckte, vor allem aber einen Schweinswalhotspot im kleinen Belt / Middelfart erfasste. Eine räumliche Modellierung dieser Daten (VIQUERAT et al. 2013) deckt sich mit den beobachteten Verteilungen aus den hier vorgestellten Surveys. Angewandt auf die Fläche der hier erfassten Untersuchungsgebiete, ergibt sich aus diesem Modell für den Sommer 2012 eine mittlere Dichte von 0,21 Ind./km² in Gebiet E und 0,13 Ind./km² in Gebiet F_West (ITAW; unveröffentlichte Daten).

Ein direkter Vergleich zu den Ergebnissen des statisch akustischen Monitorings ist seit Mitte 2011 nicht mehr möglich, da die drei POD-Stationen aus dem Untersuchungsgebiet F_West im Fehmarnbelt (B5, B6 & B7) und in der Mecklenburger Bucht (C8) nicht mehr betrieben werden. Die nächstgelegenen PODs D8 und D10 (Stationen DMM) sowie 7001 (Station SAMBAH) liegen weiter östlich in der Kadettrinne (ca. 8-20 km vom östlichsten Transekt in FW entfernt). Da die SAMBAH-Station 7001 jedoch im Mai 2013 nicht in das im Rahmen des Monitoringclusters weiterbetriebene Messnetz aufgenommen wurde (s. Tabelle 14) und Station D8 im Juli 2013 keine Daten aufgenommen hat (s. Abb. 25), kann ein Vergleich nur zur Station D10 erfolgen. D10 liegt 20 km entfernt vom östlichsten Transekt in FW und zeichnete am 06.07.2013 über den Tag insgesamt sieben schweinswalpositive Stunden (detected porpoise positive hours - DPH) auf. Am 07.07.2013 war die akustische Aktivität sehr viel niedriger und es wurden insgesamt drei DPH aufgezeichnet. Auch in FW wurden am 07.07. auf den zwei östlichsten Transekten keine Schweinswale gesichtet und dies könnte die an diesem Tag eventuell geringere Dichte im östlichen Bereich widerspiegeln.

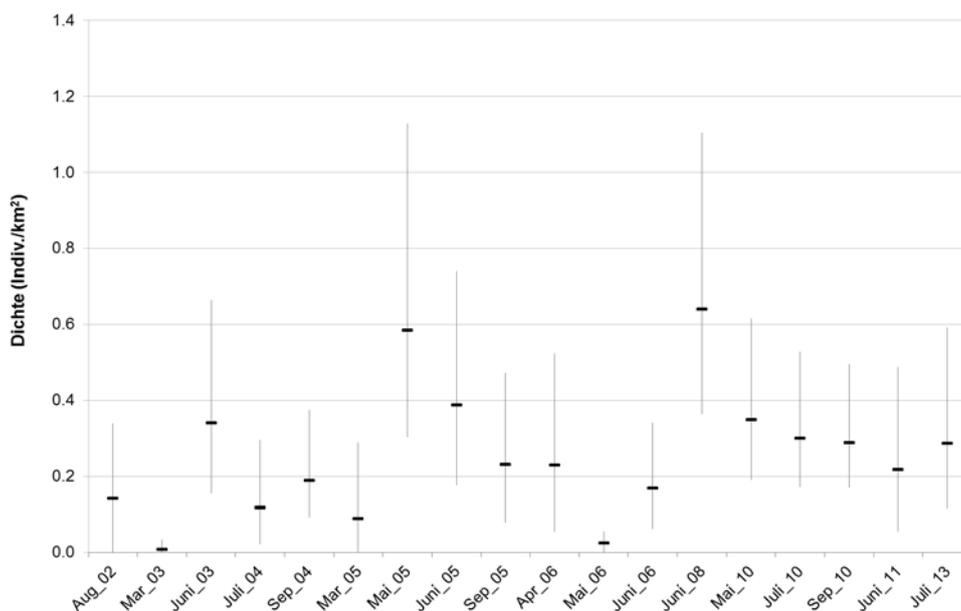


Abbildung 16: Schweinswaldichte in der Kieler Bucht (Stratum E) und assoziierte 95% Konfidenzintervalle (Daten aus Scheidat et al. 2008, Gilles et al. 2008, Gilles & Siebert 2009, 2010 und Gilles et al. 2011a).

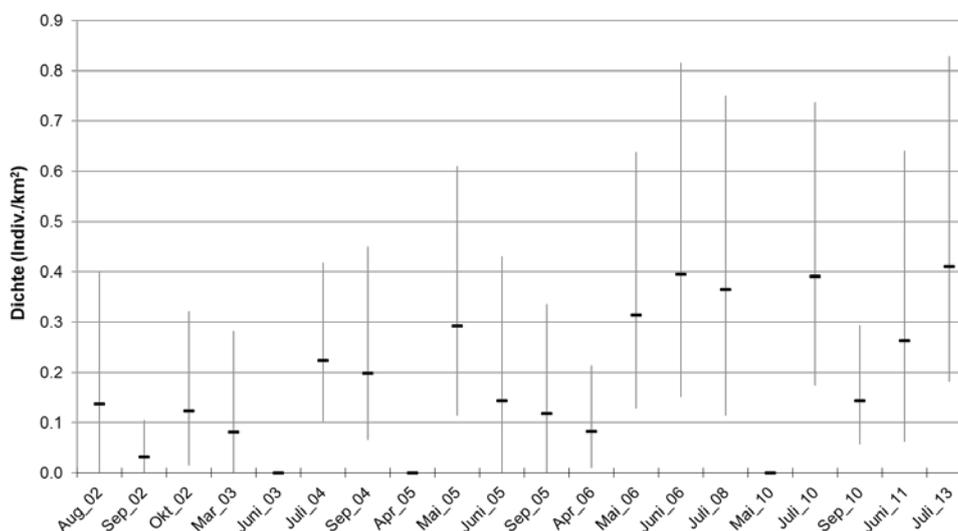


Abbildung 17: Schweinswaldichte in Stratum F_West und assoziierte 95% Konfidenzintervalle. Das MINOS-Gebiet F wurde post-stratifiziert, da F_West nur den westlichen Teil abdeckt (Daten aus Scheidat et al. 2008, Gilles et al. 2008 und Gilles & Siebert 2009, 2010 und Gilles et al. 2011a).

Anthropogene Aktivitäten Ostsee

In der westlichen Ostsee wurden am 06. & 07.07.2013 insgesamt 116 Schiffe gesichtet. Davon wurden 71% als Segelboote (82 Schiffe), 20% als Motorboot > 5m (23 Schiffe), 4% als Angelboote (5 Schiffe), 3% als Fähre (3 Schiffe), 2% als Motorboot < 5m (2 Schiffe) sowie 1% als Containerschiff (1 Schiff) kategorisiert. Treibender Müll und Netzmüll wurde vor allem in der Lübecker Bucht und um Fehmarn registriert, westliche Gebiete waren dagegen fast frei von Müll (n = 32 Müllsichtungen). Es wurden insgesamt 13 Stellnetze registriert, vor allem in südlich von Fehmarn, sowie ein Bundgarn-Netz in Dänemark nahe des kleinen Belts. Schiffe waren vor allem im Bereich der Kieler und der Lübecker Bucht verteilt, die hohe Zahl an Segelbooten ist für diese Jahreszeit in der Ostsee typisch (Abbildung 18).

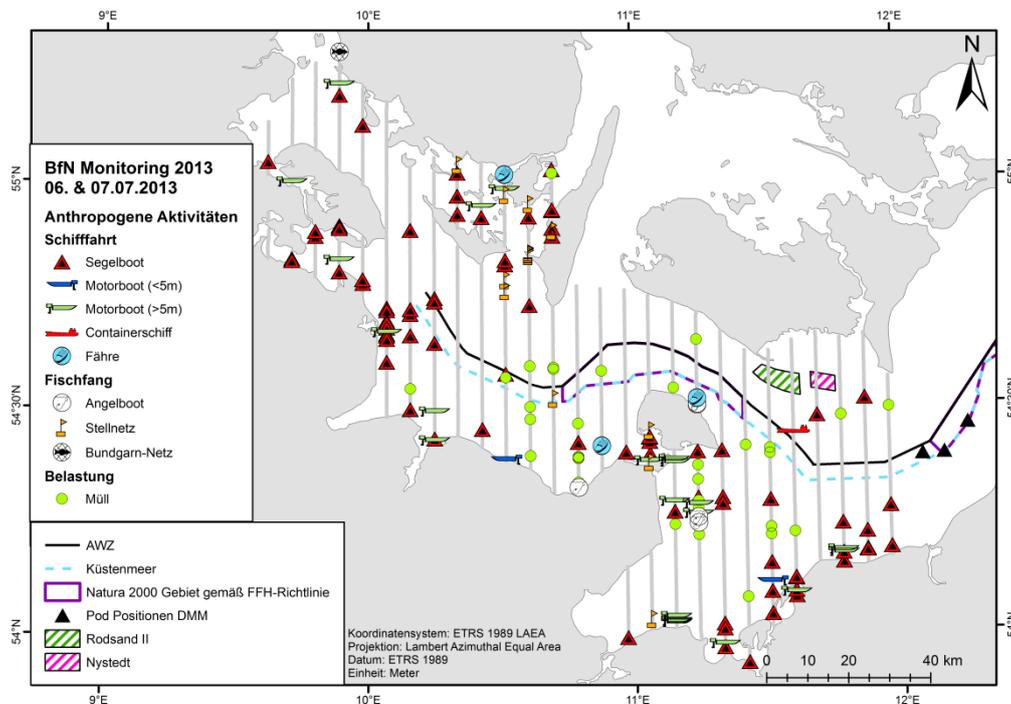


Abbildung 18: Sichtungen anthropogener Aktivitäten während der Erfassungsflüge für Schweinswale in den Gebieten E und F_West im Juli 2013.

3.3.3 Bayesische Trendanalyse der Schweinswaldichte

Trendanalyse südliche deutsche Nordsee (Gebiet D)

Die Ergebnisse des 1. *Bayesischen Monte Carlo Markov Chain gemischten Modells* (MCMCgImm) zeigen eine Zunahme der Schweinswaldichten für das gesamte Untersuchungsgebiet von 2002 bis 2012 (*jahr*, $p\text{MCMC} = 0,019$; Tabelle 9). Abbildung 19 differenziert die Ergebnisse nach Region (süd-westliche und süd-östliche deutsche Nordsee) und Jahreszeit. Im Frühling wurden die höchsten Schweinswaldichten gemessen, gefolgt vom Sommer. Vor allem das westliche Gebiet zeigte einen deutlichen, positiven Trend für Frühling und Sommer, während im Herbst kein eindeutiger Trend nachweisbar ist und in diesem Zeitraum auch die niedrigsten Dichten insgesamt ermittelt wurden. Die Schweinswaldichten im östlichen Gebiet waren überwiegend konstant, was durch einen signifikanten Interaktionsterm deutlich wird (*lon:jahr*, $p = 0,002$, Tabelle 9).

Die kontinuierliche Variable *lon* (mittlerer Längengrad des Transekts) bestätigte starke Unterschiede zwischen den Hotspots im Westen und geringerer Dichte in der südöstlichen Deutschen Bucht und damit einen negativen *lon* Effekt ($p\text{MCMC} < 0,001$). Der saisonale Effekt wird durch einen negativen *dayofyear*-term deutlich ($p\text{MCMC} < 0,001$; Tabelle 9), also mit höchsten Dichten im Frühling und dann abnehmenden Dichten über den Sommer zum Herbst.

Tabelle 9: Ergebnisse der MCMCgImm Analysen (1. Modell-D). post.Mittel = posteriores Mittel; 95% KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Neben den Parametern *dayofyear*, km^2 (als offset), *lon* (mittlerer Längengrad des Transektes), *jahr* und der Interaktion *lon:jahr*, wurden die *transekte* (random effects) und die *units* (Residuen) berücksichtigt.

	post.Mittel	unteres 95 % KI	oberes 95 % KI	eff.sample	pMCMC
Intercept	-1,395	-7,331	4,992	9000	0,661
day of year	-0,005	-0,007	-0,004	9000	< 0,001 ***
log(km ²)	1,000	1,000	1,000	9427	< 0,001 ***
lon	-9,528	-15,150	-4,069	9000	< 0,001 ***
jahr	0,004	0,001	0,007	9000	0,019 *
lon:jahr	0,004	0,002	0,007	9000	0,002 **
Transekt	0,171	0,060	0,299	9000	
Units	0,839	0,686	1,000	9414	

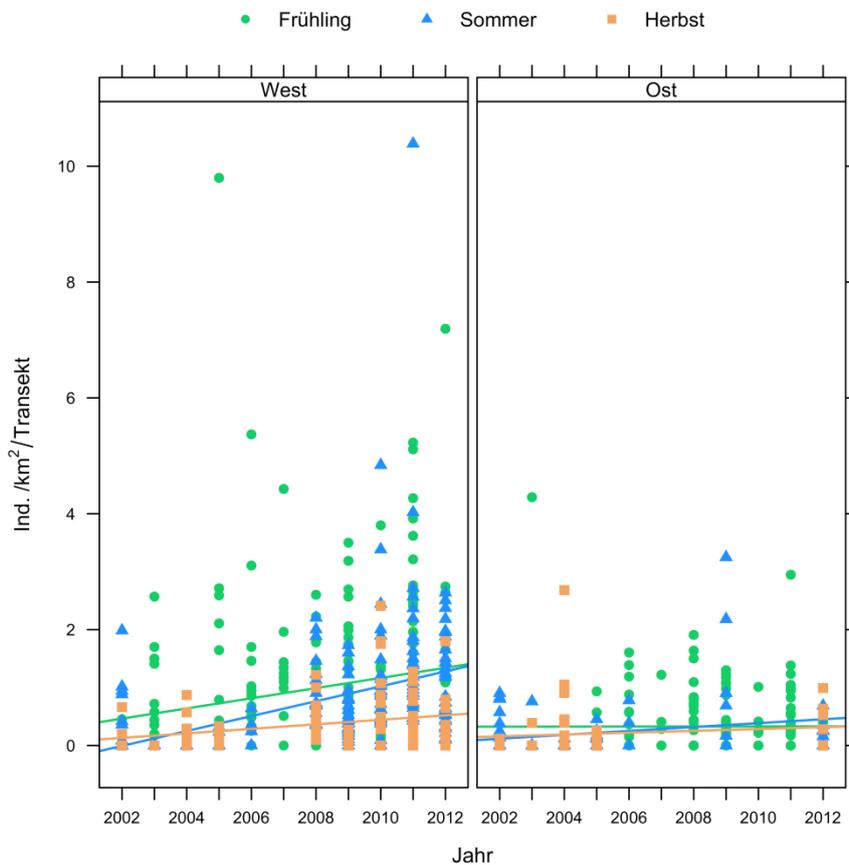


Abbildung 19: Entwicklung der Schweinswaldichte über die Jahre 2002-2012 in der südlichen Deutschen Bucht; unterteilt in süd-westliche deutsche Nordsee (West, linke Abbildungsseite) und süd-östliche deutsche Nordsee (Ost, rechte Abbildungsseite). Dabei wird in Frühlings-, Sommer- und Herbstfassung unterschieden. Für jede Jahreszeit und Region wurde eine separate Regressionslinie eingefügt, die den linearen Trend zeigt.

Im 2. Modell, in dem *jahr* als Faktor definiert wurde, zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen dem Referenzjahr 2002 und allen Jahren von 2005 bis 2012 ($pMCMC \leq 0,034$), während das Jahr 2003 keine signifikanten Unterschiede aufwies ($pMCMC = 0,118$; Tabelle 10).

Tabelle 10: Ergebnisse der MCMCglmm Analysen (2. Modell-DW), Teildatensatz ‚Westen und Frühling‘. post.Mittel = posteriores Mittel; 95%KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Der offset Parameter (km^2) wurde berücksichtigt. Jahr als Faktor zeigt die Unterschiede zu dem Referenzjahr 2002; die grau gestrichelte Linie steht für das fehlende Jahr 2004, in dem keine Erfassungen im Frühling durchgeführt wurden. Zudem wurden transekte (random effect) und units (Residuen) berücksichtigt.

	post.Mittel	unteres 95% KI	oberes 95% KI	eff.sample	pMCMC
Intercept	-2,690	-4,527	-0,899	9000	< 0,001***
log(km^2)	1,000	1,000	1,000	9000	< 0,001***
2003	1,389	-0,425	3,387	9000	0,118
2005	2,043	0,183	4,052	9000	0,019*
2006	2,468	0,604	4,397	9000	0,002**
2007	2,648	0,713	4,622	9000	0,001**
2008	2,420	0,627	4,448	9000	0,003**
2009	2,164	0,406	4,062	9000	0,006**
2010	1,775	0,052	3,750	9000	0,034*
2011	2,814	1,115	4,799	9000	< 0,001***
2012	3,208	1,399	5,243	9000	< 0,001***
Transekt	0,235	0,052	0,455	9000	
Units	0,604	0,386	0,818	9000	

Die Trendanalyse in der südlichen Deutschen Bucht zeigt einen signifikant positiven Trend und weist auf eine **insgesamt ansteigende Schweinswalpopulation** über die Jahre 2002 bis 2012 hin. Seit 2005 ist dieser positive Trend deutlich zu erkennen, wobei der Trend im Jahr 2012 etwas gebremst scheint. Die Trendanalyse bestätigt den hotspot im westlichen Gebiet (um Borkum Riffgrund). Dieser wurde von GILLES et al. (2009, 2011) bereits für das Frühjahr beschrieben, zeigt sich seit 2008 aber auch regelmäßig im Sommer, was die hohe ökologische Bedeutung dieses Gebietes für Schweinswale unterstreicht.

Dieser signifikante Anstieg der Schweinswalldichte in der südlichen Nordsee in den letzten acht Jahren wird auch von anderen Nordseeanrainern berichtet (z.B. SCHEIDAT et al. 2012, GEELHOED et al. 2013). Im gesamten Gebiet des niederländischen Kontinentalschelfs wurde die höchste Dichte im März 2011 geschätzt, diese war etwa drei Mal höher als im Juli 2010 und Oktober/November 2010 (GEELHOED et al. 2013). Auch in der belgischen Nordsee wird ein Anstieg der Schweinswalabundanz beobachtet, ähnlich wie in den Niederlanden nach einer jahrzehntelangen Abwesenheit (HAELTERS et al. 2011); dies spiegelt sich auch im

starken Anstieg der Strandungen und Beifänge wider, dabei sticht das Jahr 2011 mit der höchsten Anzahl an Strandungen heraus (116 Tiere; HAELTERS et al. 2012). Da der SCANSII Survey 2005 von keiner signifikanten Änderung der Abundanz seit SCANS 1994 berichtete, werden Fluktuationen in der Populationsgröße der gesamten Nordsee als unwahrscheinlich betrachtet; vermutlich wurde die Umverteilung durch lokale Reduktion oder Veränderung der Beuteverfügbarkeit, v.a. im nördlichen Bereich der Nordsee, ausgelöst (CAMPHUYSEN 2004, 2011, HAMMOND et al. 2013). In ähnlicher Weise sind Seevogel-Kolonien in der nördlichen Nordsee betroffen, deren Bruterfolg in den letzten Jahren dramatisch abgenommen hat (WANLESS et al. 2005, MITCHELL 2006). An den Ursachen wird weiter geforscht, im Verdacht stehen Klimawandel und/oder Überfischung. Es muss bedacht werden, dass das Konfliktpotenzial im Zusammenhang mit anthropogenen Aktivitäten in der südlichen Nordsee, die zu den am meisten genutzten Meeresgebieten der Welt gehört, mit der Zunahme der Schweinswalbestände steigen wird.

Trendanalyse Sylter Außenriff (Gebiet CN)

Das Bayesische Modell (MCMCglimm) mit *jahr* als kontinuierliche Variable weist auf stabile Bestände im Sommer im Sylter Außenriff über die Jahre 2002-2013 hin. Es konnte kein signifikanter Trend (weder positiv noch negativ) über alle Jahre nachgewiesen werden (post.mittel = -0,0002 (95%KI: -0,003 – 0,03), pMCMC = 0,894). Dennoch zeigte sich bei einer weiteren Modellierung, in der *jahr* als Faktor integriert wurde, dass es durchaus Untersuchungsjahre gab, in der die Dichte im Sommer signifikant höher war als im Referenzjahr 2002; dies war der Fall in den Jahren 2003, 2004, 2006 und 2011 (Tabelle 11). Da dies vor allem Jahre zu Beginn der gesamten Untersuchungsperiode betrifft, verläuft die Regressionslinie für den Sommer in Abbildung 20 leicht abfallend zum Jahr 2013 hin. Über den gesamten Zeitraum betrachtet ist der Trend jedoch, wie oben beschrieben, nicht signifikant. Die Dichten im Sommer sind nicht signifikant verschieden zu denen im Frühling (post.mittel = 0,026 (95%KI: -0,206 – 0,289), pMCMC = 0,863), jedoch deutlich höher als im Herbst (post.mittel = -1,428 (95%KI: -1,742 – -1,166), pMCMC <0,001).

Dies wird auch aus Abbildung 20 deutlich, in der die Erfassungen aus drei Jahreszeiten im Gebiet CN im Vergleich dargestellt sind. In den Jahren 2007-2011 wurden die Erfassungen von marinen Säugetieren, wie im Monitoringplan (BLMP) beschrieben bzw. mit dem BfN abgestimmt, nur in den Sommermonaten durchgeführt. Um robuste Aussagen zu aktuellen saisonalen Verteilungsschwerpunkten treffen zu können, und somit die höchsten Dichten im Jahresverlauf bestimmen zu können, sollten mindestens alle drei Jahre Erfassungen in der deutschen Nordsee im Frühling, Sommer und Herbst durchgeführt werden.

Tabelle 11: Ergebnisse der MCMCglimm Analysen, Schweinswaldichten im Sylter Außenriff (Gebiet CN) im Sommer der Jahre 2002-2013. post.Mittel = posteriores Mittel; 95%KI = Konfidenzintervall (KI); eff.sample = effektive Stichprobengröße; pMCMC = Signifikanz des Parameters. Der offset Parameter (km²) wurde berücksichtigt. *Jahr* als Faktor zeigt die Unterschiede zum Referenzjahr 2002. Zudem wurden *transekt* (random effect) und *units* (Residuen) berücksichtigt.

	post.Mittel	unteres 95% KI	oberes 95% KI	eff.sample	pMCMC
Intercept	0,09	-0,266	0,509	776	0,662
log(km ²)	1	1,000	1,000	776	< 0,001***
2003	0,744	0,173	1,239	776	0,005**
2004	0,910	0,473	1,377	776	< 0,001***
2005	0,149	-0,431	0,643	776	0,577
2006	1,273	0,638	1,920	647	< 0,001***
2007	0,493	-0,296	1,198	776	0,204
2008	0,407	-0,043	0,959	776	0,126
2009	0,058	-0,450	0,558	776	0,838
2010	-0,064	-0,494	0,385	776	0,825
2011	0,677	0,259	1,140	776	0,003**
2012	-0,110	-0,690	0,350	776	0,696
2013	0,177	-0,327	0,568	776	0,472
Transekt	0,024	0,000	0,074	776	
Units	0,470	0,364	0,578	776	

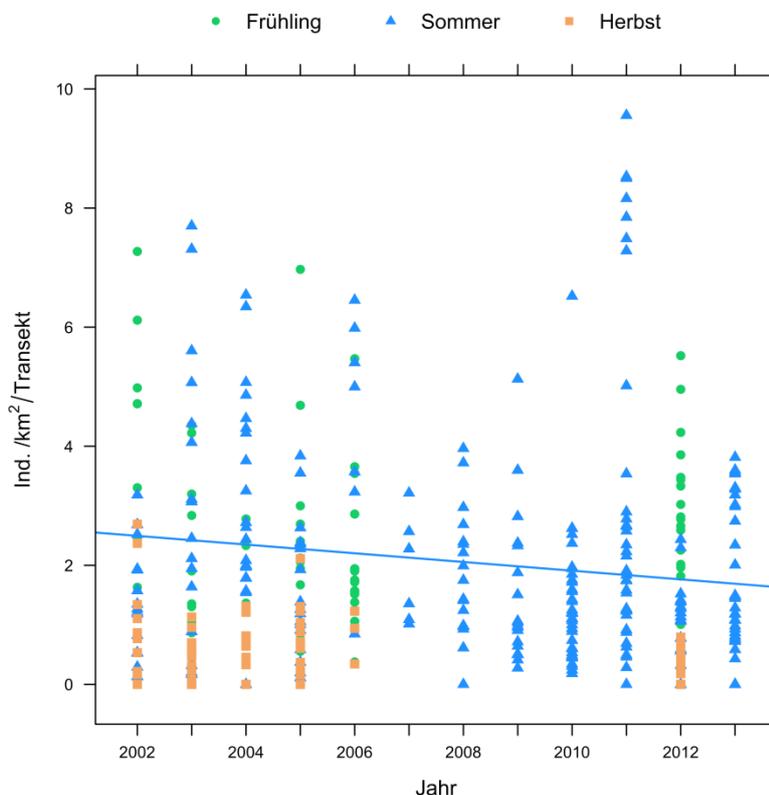


Abbildung 20: Entwicklung der Schweinswalddichte (Ind./km² pro Transekt) im Zeitraum 2002 bis 2013 im Sylter Außenriff (Gebiet CN). Dabei wird in Frühlings-, Sommer- und Herbstbefassung unterschieden. Für den Sommer wurde eine Regressionslinie eingefügt, die den linearen Trend zeigt.

Wildtierpopulationen sind dynamisch und Schwankungen ausgesetzt. Diese können natürlichen Ursprungs sein, z.B. durch Änderungen in der Nahrungsverfügbarkeit (FORD et al. 2010), Schwankungen des Räuberdrucks oder durch Krankheiten. Sie können aber auch durch anthropogene Eingriffe bedingt sein (DAVIDSON et al. 2012). Auch Schweinswale sind sehr dynamisch in der Nutzung ihres Lebensraumes. Ein möglichst umfassendes Verständnis der Trends nach langjährigem Monitoring ist wichtig für das Management sowie den Schutz dieser Topprädatoren, da sie als Indikatoren für den Zustand der Meeresumwelt gelten.

Geeignete Methoden, die auf demographische Raten und Trends auf der Basis von oft unvollständigen Zeitreihen schließen lassen, sind im Zusammenhang mit der Bestimmung des (günstigen) Erhaltungszustandes im Rahmen der FFH-Richtlinie gefragt. Artikel 8 der MSRL verwendet für die Bewertung des Ist-Zustandes und die Beschreibung des „guten Umweltzustands“ nach Artikel 9 ebenfalls die Bewertungsansätze mit entsprechenden Indikatoren der FFH-Richtlinie. In Bezug auf die Anforderungen der MSRL muss der

Anpassungs- und Entwicklungsbedarf, insbesondere hinsichtlich der regionalen Abdeckung der gesamten Nordsee, noch weiter geprüft werden. Im vorliegenden Bericht wurden Trends für Einzelregionen (MINOS Gebiete) berechnet. Ein Modell für Bestandstrends der gesamten Nord- bzw. Ostsee wird derzeit entwickelt und kann voraussichtlich im weiteren Projektverlauf angewendet werden. Es muss jedoch beachtet werden, dass für die gesamte Nord- und Ostsee sehr viel weniger Datenpunkte vorliegen, da eine Gesamterfassung nicht jährlich durchgeführt wird. Im aktuellen Monitorinplan wird die Nordsee alle drei und die Ostsee alle zwei Jahre erfasst.

In regional begrenzten Studien sind Trends generell schwierig zu fassen (FORNEY 2000). Beim Distance sampling, einer klassischen Snap-shot Methode, ist der Nachweis von kurzzeitigen Schwankungen oder Shifts nur begrenzt darstellbar, da sich die Konfidenzintervalle aufgrund intrinsisch hoher Erfassungsfehler in einzelnen Abundanzschätzungen oft überlappen (JEWELL et al. 2011). Die hier angewandte Methode der Bayesischen Modellierung wird zunehmend häufiger in Studien zur Ökologie von Wildtieren angewandt (MOORE & BARLOW 2013). Der Nachweis eines stabilen, positiven oder auch negativen Trends sowie die Größenordnung dieser Änderungen sind essentiell, um ein möglicherweise ausgeprägtes raum-zeitliches Muster der Habitatnutzung zu verstehen. Zudem können so eventuell natürlich bedingte von anthropogen bedingten Schwankungen unterschieden werden.

Die fluggestützten Erfassungen der marinen Säugetieren der letzten Jahre zeigen eine ausgeprägte Saisonalität in der Schweinswalverteilung innerhalb der deutschen Nordsee auf (GILLES et al. 2009, 2011b, 2012). Auch geografisch gibt es von Schweinswalen bevorzugte Gebiete wie etwa die südliche Nordsee (v.a. im Bereich Borkum Riffgrund) im Frühling und zunehmend auch im Sommer. Das Sylter Außenriff stellt im gesamten Jahresverlauf einen Konzentrationsschwerpunkt der Schweinswalverteilung dar. Gerade der hier dargestellte Nachweis von stabilen Beständen im Sommer über die Jahre 2002 bis 2013 unterstreicht die Wichtigkeit des Sylter Außenriffs für Schweinswale in der Nordsee. Die Dichten sind hier durchgehend hoch und im Spätfrühling sowie im Sommer finden sich dort zugleich die meisten Mutter-Kalb Paare, was die Wichtigkeit dieses Habitats als Fortpflanzungsgrund unterstreicht. Gerade in diesem Gebiet sollten Störungen in den Monaten Mai bis August, also in der sensiblen Hauptfortpflanzungsphase, weitestgehend vermieden oder reduziert werden.

4 B: Akustisches Monitoring von Schweinswalen in der deutschen Ostsee

4.1 Aufgabenstellung

Aufgrund verschiedener internationaler Konventionen (insb. OSPAR- Übereinkommen zum Schutz des Nordost-Atlantiks und Helsinki-Übereinkommen zum Schutz der Ostsee) und EU-Richtlinien (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie) ist die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, regelmäßig den Zustand der Schweinswalpopulationen innerhalb ihres Hoheitsgebietes zu erfassen und zu bewerten. Eine wichtige Grundlage für diese Bewertung bildet das langfristig angelegte Monitoring mariner Wirbeltiere in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ).

Neben flugzeuggestützten Zählungen zur Bestandserfassung von Walen, werden in der Ostsee die Ortungslaute von Schweinswalen durch ein Netzwerk speziell dafür entwickelter Messgeräte, sog. PODs (POrpoise Detector) erfasst. Durch Mustererkennungsprogramme und ein statistisches Verfahren, lässt sich aus diesen Daten die räumlich-zeitliche Verteilung der Schweinswale ableiten. Vergleicht man die so gewonnenen Erkenntnisse mit denen früherer Jahre, können Bestandstrends ermittelt und sowohl positive wie auch negative Entwicklungen identifiziert werden. Auf dieser Basis können nationale und internationale Naturschutz- und Managementmaßnahmen wissenschaftlich begründet, geplant und umgesetzt werden.

4.2 Material und Methoden

4.2.1 Untersuchungsgebiet

In Absprache mit dem Auftraggeber (Bundesamt für Naturschutz (BfN)) wurden Mitte 2011 sechs Messstationen in der deutschen AWZ ausgewählt und seitdem durchgängig mittels Schweinswaldetektoren betrieben (Tabelle 12 und Abbildung 21).

Tabelle 12: Geographische Lage der bisherigen Monitoringstationen in der AWZ der deutschen Ostsee.

Station	Station Name	östliche Länge	nördliche Breite	Wassertiefe [m]
D8	K69a	012,082166	54,387833	20,0
D10	K71	012,254500	54,454500	20,0
G25	Gru	014,105000	54,703000	16,0
G28	WOA	014,218333	54,608333	26,0
H18	NRE	014,166666	54,466666	13,0
H23	Ban	014,415833	54,327500	7,0

Gleichzeitig wurden an acht Stationen des kooperierenden deutschen SAMBAH Projektes (<http://www.meeresmuseum.de/sambah>, <http://www.sambah.org>) von Mai 2011 bis April 2013 zusätzliche Messgeräte ausgebracht (Tabelle 13 und Abbildung 21).

Tabelle 13: Geographische Lage der acht SAMBAH-Messstationen in der deutschen Ostsee östlich von 12° E, an denen im Rahmen von Cluster 3 zusätzliche Messgeräte von Mai 2011 bis April 2013 ausgebracht wurden.

Station ID	östliche Länge	nördliche Breite	Wassertiefe [m]
7001	12,187661	54,375583	18,0
7005	13,101582	54,687926	18,0
7006	13,349916	54,728983	36,0
7007	13,668212	54,625489	30,0
7008	13,598764	54,769534	43,0
7009	13,848120	54,809579	44,0
7010	14,165803	54,704775	28,0
7011	13,984904	54,521147	18,0

Ab Mai 2013 wurden an den folgenden Messpositionen Messgeräte im Rahmen des Monitoringclusters weiterbetrieben bzw. neu besetzt. (Tabelle 14 und Abbildung 21).

Tabelle 14: Geographische Lage der vier ehemaligen SAMBAH-Messstationen in der deutschen Ostsee östlich von 12° E, die nach der Beendigung der Feldphase von SAMBAH im Mai 2013 durch das Monitoringcluster übernommen wurden.

Station ID	östliche Länge	nördliche Breite	Wassertiefe [m]
7004	012,853768	54,646366	14,0
7006	013,349916	54,728983	36,0
7009	013,848120	54,809579	44,0
7015	013,80561	54,337258	15,0

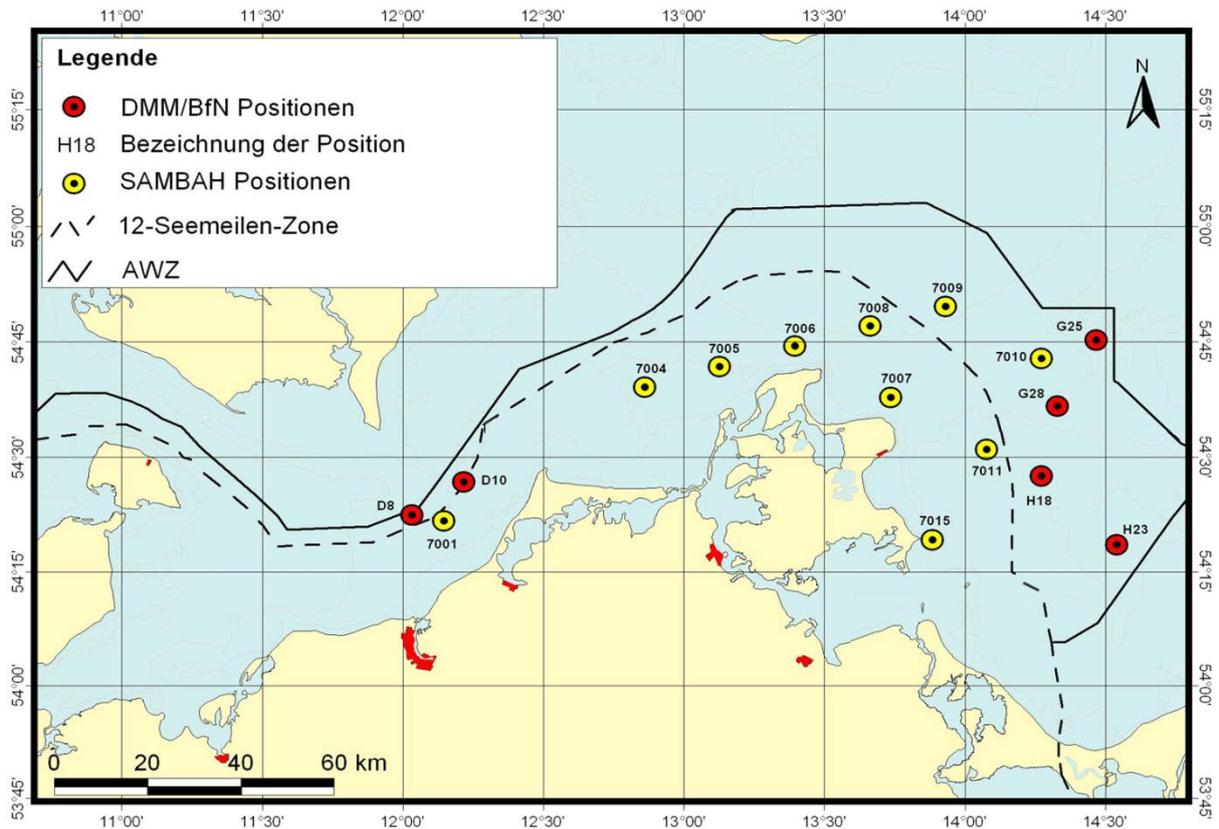


Abbildung 21: Messpositionen für das akustische Monitoring von Schweinswalen in der deutschen Ostsee. Rote Kreise: C-POD-Messpositionen von Cluster 3. Gelbe Kreise: ausgewählte ehemalige C-POD-Messpositionen von SAMBAH, an denen betrieb bzw. betreibt das Cluster 3 eigene Messgeräte für Vergleichsuntersuchungen (siehe Tabelle 13 und Tabelle 14).

4.2.2 Verankerung

Das bisher verwendete Verankerungssystem hat sich bewährt und wurde beibehalten (Abbildung 22). Details können GALLUS et al. 2011 entnommen werden. Die Messgeräte werden stets fünf bis sieben Meter unter der Wasseroberfläche befestigt. An den deutschen SAMBAH Messpositionen mit einer Mindestwassertiefe von 17 Metern wurde neben dem SAMBAH Messgerät ein zweiter Schweinswaldetektor in der für das Cluster üblichen Wassertiefe installiert. Der SAMBAH Detektor wird drei Meter über dem Meeresboden befestigt, damit die Ergebnisse mit denen der anderen Kooperationspartner des SAMBAH-Projektes vergleichbar sind und im Rahmen dieses Verbundvorhabens statistisch ausgewertet werden können.

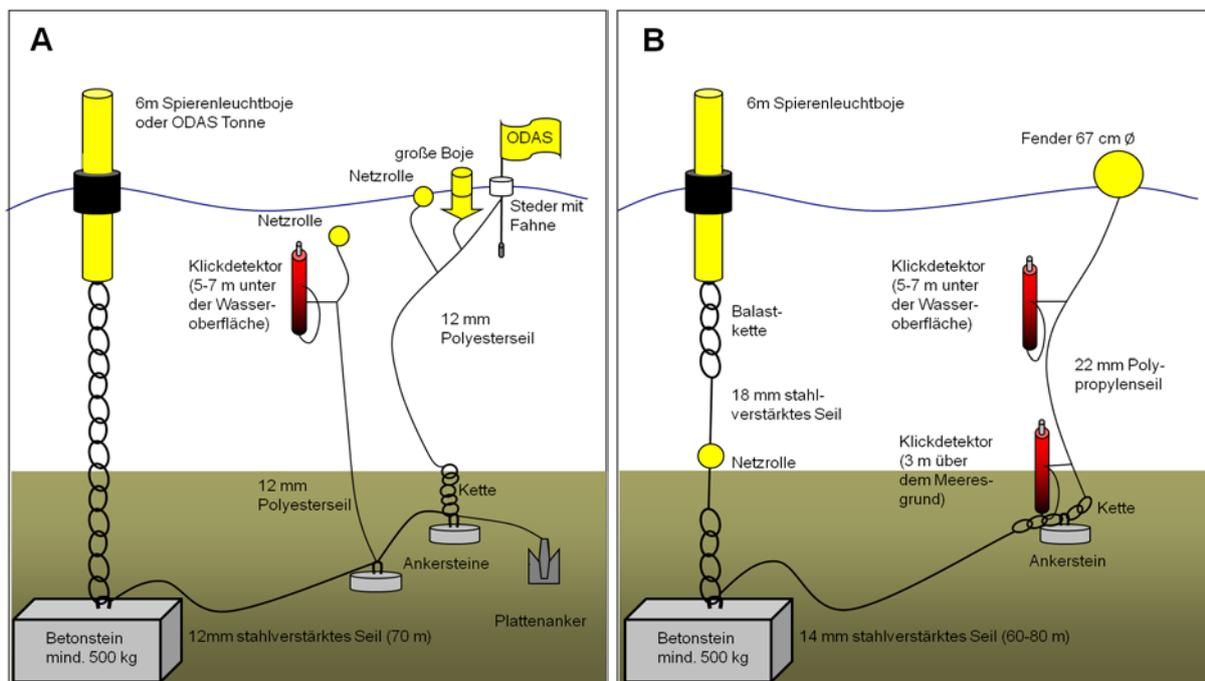


Abbildung 22: Verankerungssysteme. A: Ein Betonstein ist über ein stahlverstärktes Herkulesseil mit kleinen Ankersteinen verbunden, an denen das Messgerät bzw. die Oberflächenmarkierung befestigt ist. B: Die SAMBAH Messstationen sind mit einer anderen Oberflächenmarkierung versehen und die Messgeräte sind direkt an der Fenderleine installiert. Das untere Messgerät (3 m über dem Meeresboden) zeichnete Daten für das SAMBAH Projekt auf, das obere Messgerät für das Monitoringcluster.

4.2.3 Messgeräte

Bei den von der Firma Chelonia Ltd. entwickelten Schweinswaldetektoren handelt es sich um autonome Datenlogger, die im Meer ausgebracht über Monate hinweg Umgebungsgeräusche filtern und spezifische Lautereignisse registrieren (Abbildung 23).

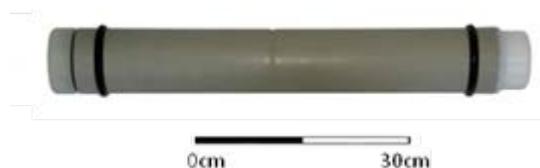


Abbildung 23: Schweinswaldetektor C-POD (Foto Johann Subklew).

Der C-POD (Cetacean PORpoise Detector) registriert neben dem Zeitpunkt und der Dauer von Schallereignissen auch Informationen über deren Frequenz und Amplitudenverlauf. Im Gegensatz zum Vorgängermodell T-POD, das nur Schallereignisse mit vordefinierten Kriterien in einem schmalbandigen Frequenzbereich registriert, nimmt der C-POD tonale Laute im Frequenzbereich von 20 kHz bis 150 kHz auf. Der C-POD hat vom Hersteller vorgegebene Einstellungen, die vom Nutzer nicht geändert werden können.

Die Sensitivität der C-PODs wird mit einer am Deutschen Meeresmuseum entwickelten Kalibrierung bestimmt (DÄHNE et al. 2013). Die Rohdaten werden mit Hilfe eines Mustererkennungsprogramms nach Lautsequenzen bestimmter Herkunft durchsucht. Diese werden vom Standardalgorithmus (KERNO) in die folgenden Qualitätsklassen unterteilt:

- ‚Hi‘ - high probability cetacean click trains: Lautsequenzen (= click trains), die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit von einem Schweinswal stammen.
- ‚Mod‘ - moderate probability cetacean click trains: Weniger eindeutige Lautsequenzen von einem Schweinswal.
- ‚Lo‘ - low probability cetacean click trains: In diese Kategorie fallen häufig Lautsequenzen von Schweinswalen, jedoch auch Sequenzen zweifelhafter Herkunft.
- ‚?‘ - doubtful trains: Diese Lautserien sollen seltener von Schweinswalen kommen und ihren Ursprung in Bootssonaren oder anderen Quellen haben.

Neben dem Standardalgorithmus KERNO bietet der Hersteller seit der C-POD Softwareversion 2.033 zwei zusätzliche Klassifizierer an, die die richtige Detektion von Schweinswallauten verbessern soll. Der HEL1-Klassifizierer wurde speziell für das Untersuchungsgebiet der Zentralen Ostsee konzipiert. Er soll die Anzahl der falsch positiven Ereignisse reduzieren, die in Gebieten mit einer geringen Schweinswalldichte besonders problematisch sind. Der GENENC-Klassifizierer soll laut Hersteller besser zwischen Lautsequenzen von Schweinswalen und anderen Zahnwalen unterscheiden können. Außerdem soll dadurch die Abgrenzung der Zahnwallaute vom Hintergrundrauschen eindeutiger möglich sein.

Da die Rohdaten Informationen einer ganzen (Frequenz-) Bandbreite von Lauten enthalten, und nicht, wie beim T-POD, nur auf ein schmales Frequenzband beschränkt sind, kann zusätzlich noch nach Lauttypen gefiltert werden, die für eine bestimmte Gruppe von Zahnwalen charakteristisch sind.

- ‚NBHF‘ – Narrowband High Frequency: Schmalbandige, sehr hochfrequente Laute werden von Schweinswalen und manchen anderen Kleinwalarten produziert
- ‚Other cet‘ - Breitbandige, tieffrequente Ultraschalllaute sind typisch für viele Delfinarten
- ‚Sonar‘ – Sonar
- ‚unclassified‘ - andere anthropogene Lautquellen
- Harbour Porpoise – Speciesfilter des HEL1 Klassifiers
- NBHF? – Speciesfilter des GENENC Klassifiers

Unabdingbar für den Einsatz der Geräte auf See ist es, die Eigenschaften eines jeden Schweinswaldetektors zu kennen. Deshalb wird jedes eingesetzte Gerät mindestens einmal im Jahr kalibriert. Dabei wird die Funktionalität untersucht, sowie die Radiärsymmetrie und die Hörschwelle bestimmt. Weitere Informationen zur Kalibrierung können in DÄHNE et al. 2013 nachgelesen werden.

4.2.4 Datenanalyse

Die bisher gewonnenen C-POD Daten wurden mindestens bis August 2013 ausgewertet (Abbildung 24). Insgesamt wurden seit Juli 2009 rund 12.000 Tage an bis zu 16 Messpositionen überwacht. Der Erfassungszeitraum variiert zwischen 83 (Station 7015) und 1.369 (Station D10) Observierungstagen pro Station. Diese große Varianz beruht auf der einen Seite auf der Übernahme von einzelnen Stationen aus dem SAMBAH Projekt im Mai 2013 (wenige Erfassungstage) und auf der anderen Seite auf parallelen Aufnahmen von C-PODs und dem Vorgängermodell T-POD an Messstationen im Rahmen des akustischen Schweinswalmonitorings bis Mitte 2011 (viele Erfassungstage).

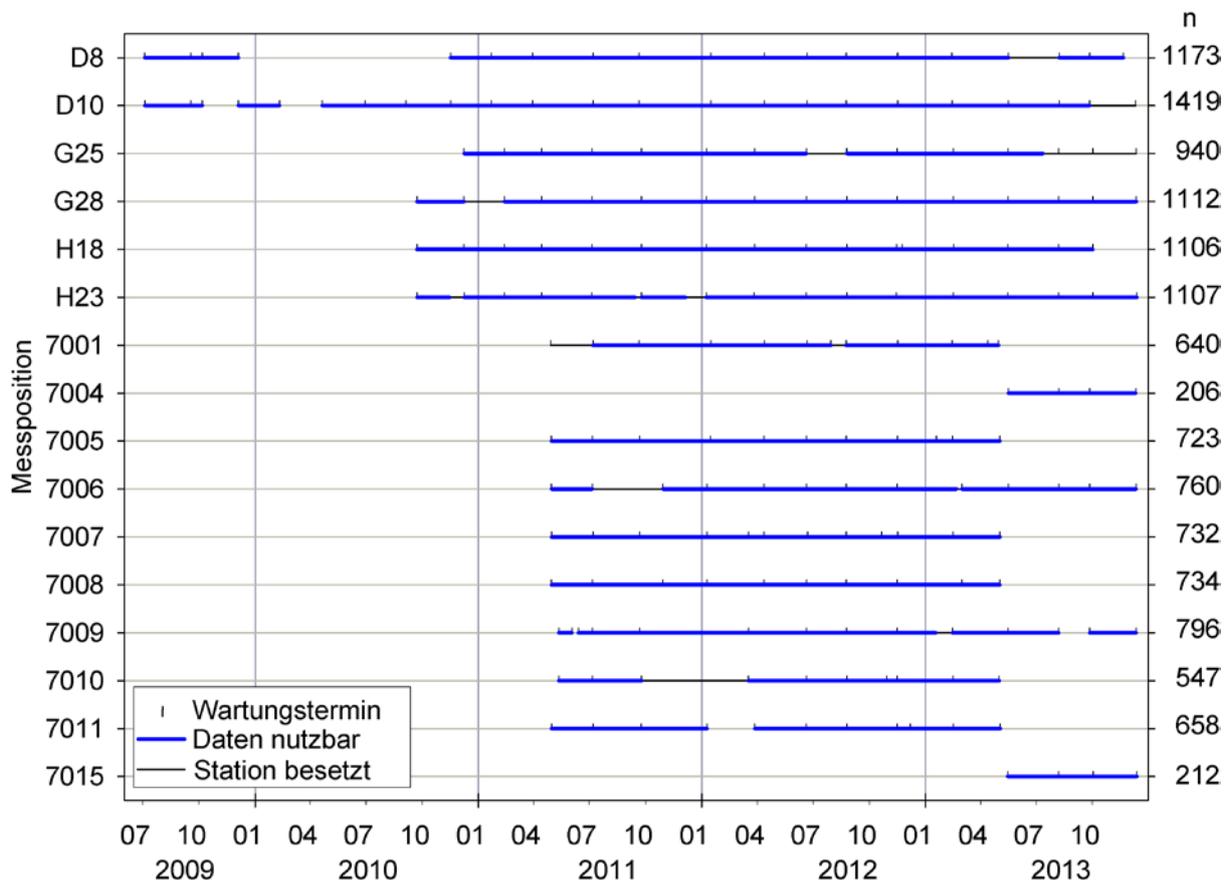


Abbildung 24: Ausbringungszeiträume der Messgeräte an den Cluster-Messpositionen und an zehn der 16 ehemaligen SAMBAH Stationen. n: Anzahl Observierungstage pro Station.

Mit den in der Software C-POD.exe (Version 2.033) enthaltenen Algorithmen (KERNO, HEL1 und GENENC) werden die Rohdaten nach aufgezeichneten Schweinswallautsequenzen durchsucht und nach der Wahrscheinlichkeit klassifiziert, mit der sie von ihnen stammen. Anschließend wird pro Algorithmus-Klassifizierer ein Export mit den in Tabelle 15 aufgeführten Einstellungen generiert.

Tabelle 15: Einstellungen der Algorithmus-Klassifizierer für den Datenexport.

Klassifizierer	Species	Qualität
KERNO	NBHF	Hi, Mod
HEL1	Harbour porpoise	all
GENENC	NBHF, NBHF?	all

Für die Analysen wird die Anzahl der vom Algorithmus klassifizierten Lautsequenzen pro 10 Minuten Monitoringzeit exportiert und je nach Bedarf zu größeren Zeiteinheiten

zusammengefasst. Analysiert werden schweinswalpositive Tage pro Monat. Hierbei handelt es sich um den Prozentsatz der Tage mit Schweinswalregistrierungen bezogen auf die Anzahl der Monitoringtage (rec_d) pro Monat.

Die durch die verschiedenen Klassifizierungen erzielten Ergebnisse werden einander gegenübergestellt und zum Teil auch einer visuellen Kontrolle unterzogen. Die Daten der Station 7004 und 7015 werden nicht dargestellt, da die Positionen erst ab Mai 2013 ins Cluster übernommen wurden. Die visuelle Kontrolle der gewonnenen Daten an den Stationen in der Pommerschen Bucht ab August 2013 läuft derzeit und wird dementsprechend in den Abbildungen noch nicht dargestellt.

4.3 Ergebnisse

Die Datenerhebung verlief erfolgreich und es entstanden nur kleinere Datenlücken (Abbildung 24). Beide im September 2011 ausgebrachten C-PODs an der Station 7010 gelten als verloren. Schlechte Wetterbedingungen bei der Ausfahrt im Winter 2012 verhinderten das Ausbringen des zweiten Messgerätes an der Station 7011. Das Messgerät, das an der Station D8 im Mai 2013 ausgebracht wurde, ist abgerissen worden und gilt als vermisst. Im Sommer 2013 wurde das Verankerungssystem an der Station 7009 komplett zerstört. Alle anderen Datenlücken entstanden aufgrund von fehlerhaft arbeitenden Messgeräten oder Batterieproblemen.

Die Ergebnisse des akustischen Monitorings belegen eine höhere Schweinswalddichte in der Kadetrinne mit einem deutlichen Rückgang an Schweinswalregistrierungen in Richtung Osten. Eine Übersicht der prozentualen Anteile an Schweinswalpositiven Tagen pro Station im gesamten Untersuchungszeitraum 2009 bis 2013 verdeutlichen diesen West-Ost-Gradient (Abbildung 25). Während an der westlichsten Station (D8) im Mittel über 82% (KERNO Klassifizierung) aller Observierungstage Schweinswalpositiv sind, liegt dieser Wert bei den Stationen nördlich von Rügen (7005-7008) zwischen 18 und 61%. In der Pommerschen Bucht wurden im gesamten Untersuchungszeitraum durchschnittlich zwischen 37% und weniger als 6% dpd verzeichnet.

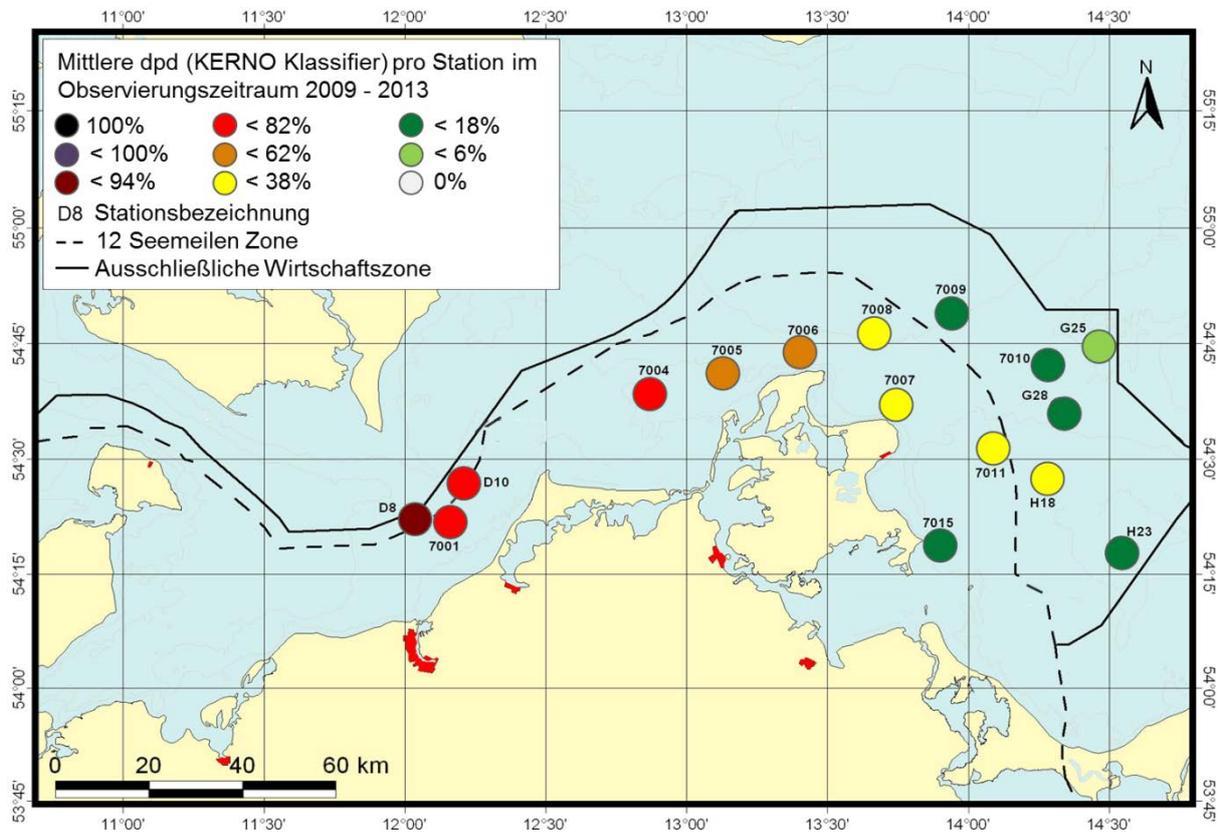


Abbildung 25: Geographische Veränderung in der relativen Schweinswalddichte angegeben als Anteil der schweinswalpositiven Tage (dpd) im Untersuchungszeitraum 2009 bis 2013. Angaben zum Observierungszeitraum pro Station siehe Abbildung 24.

Eine Übersicht zum saisonalen Verlauf in den vier Untersuchungsgebieten Kadetrinne, Rügen, Oderbank und Adlergrund liefert Abbildung 26. In der Kadetrinne wird das Minimum an Schweinswalregistrierungen im Februar/März erreicht und um Rügen einen Monat später. Östlich von Rügen dauert das Minimum im saisonalen Verlauf von März bis Mai. Ein Anstieg der Schweinswalregistrierungen ist in der Kadetrinne ab April, um Rügen ab Juni und östlich davon ab Juli zu erkennen. Die Dauer des Maximums verkürzt sich je weiter östlich das Untersuchungsgebiet gelegen ist und endet zwischen September auf dem Adlergrund und Dezember in der Kadetrinne.

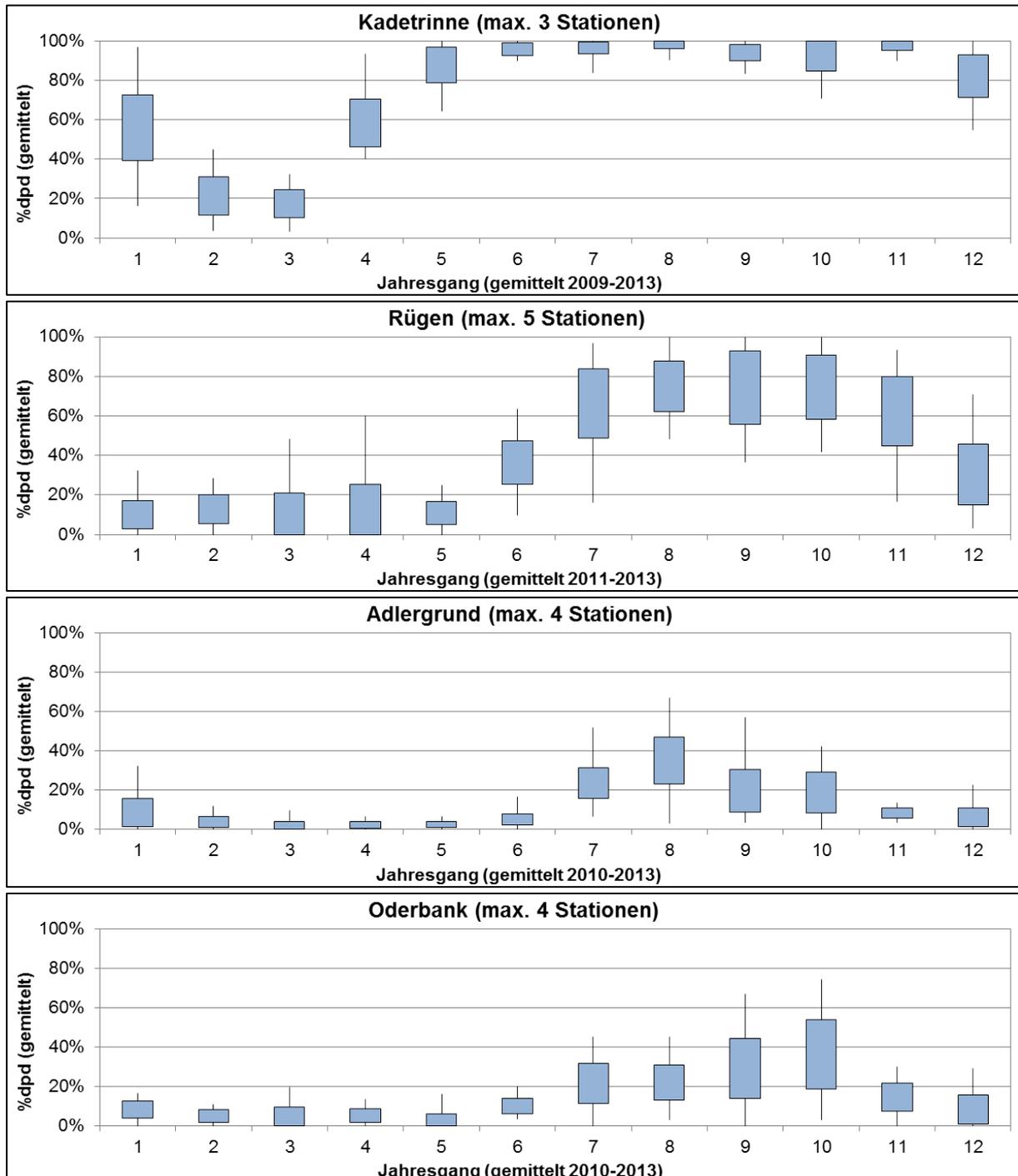


Abbildung 26: Prozent der detektierten schweinswalpositiven Tage (KERNO Klassifier) im Jahrgang gemittelt für die Messpositionen in den Untersuchungsgebieten Kadetrinne, Rügen, Adlergrund und Oderbank. Die Balken geben den Bereich des 95% Konfidenzintervalls an. Die senkrechten Linien zeigen die Minimal- und Maximalwerte pro Monat.

Die C-POD Daten aus der Kadetrinne wurden nicht visuell kontrolliert, aber die verschiedenen Klassifizierungsergebnisse einander gegenübergestellt (Abbildung 27). Es wird deutlich, dass der KERNO Klassifizierer die meisten schweinswalpositiven 10min Zeiteinheiten registriert hat, aber auch die beiden anderen Klassifizierer HEL1 und GENENC den saisonalen Rhythmus des Schweinswalvorkommens widerspiegeln. Zwischen Dezember und Februar fällt der prozentuale Anteil der detektierten schweinswalpositiven Tage (dpd) pro Monat auf unter 25 % und steigt ab April auf bis zu 100 %. Das Minimum wird jedes Jahr im Februar oder März erreicht, das Maximum im Spätsommer und Herbst. Die etwas höheren Registrierungsraten im Winter 2012 gegenüber den anderen Wintern und der leichte Einbruch der Registrierungsraten im September/Oktober 2012 an allen drei Stationen zeigen, dass die Ergebnisse der Messpositionen, die bis zu 13,5 km voneinander entfernt sind, für das Gebiet Kadetrinne repräsentativ sind.

Auch an den Stationen rund um Rügen wird diese klare Saisonalität deutlich (Abbildung 28). Das Sommermaximum ist allerdings weniger stark ausgeprägt, beginnt später und endet früher. Das Maximum mit 40 % bis 100 % dpd pro Monat wird zwischen Juli und November erreicht. Die Registrierungsraten steigen erst ab Juni und fallen wieder im November/Dezember.

Auf dem Adlergrund (Abbildung 29) und der Oderbank (Abbildung 30) konnten an maximal 77 % der beobachteten Tage Schweinswale detektiert werden. Dabei ist die Variabilität zwischen den Stationen groß. So wurden an den Stationen G25 und H23 nur sehr vereinzelt Schweinswale aufgenommen, während an den anderen Stationen 50 % und mehr visuell kontrollierte schweinswalpositive Tage (ppd, porpoise positive day) pro Monat registriert wurden. Neben dem Hauptmaximum an Schweinswalregistrierungen im Spätsommer zeigt sich an einigen Stationen, wie 7011 und G28, ein zweites Maximum im Winter. Hier wird aber auch die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der Klassifizierer und der visuellen Kontrolle deutlich. So wurden im Winter an bis zu 32 % der beobachteten Tage Schweinswale registriert (Station G28-WOA, Januar 2013, KERNO Klassifizierer, Abbildung 29). Durch die visuelle Kontrolle konnte aber nur eine dieser insgesamt zehn schweinswalpositiven 10min-Zeiteinheiten tatsächlich als Schweinswalsequenz verifiziert werden, das entspricht 3,2% ppd/Monat.

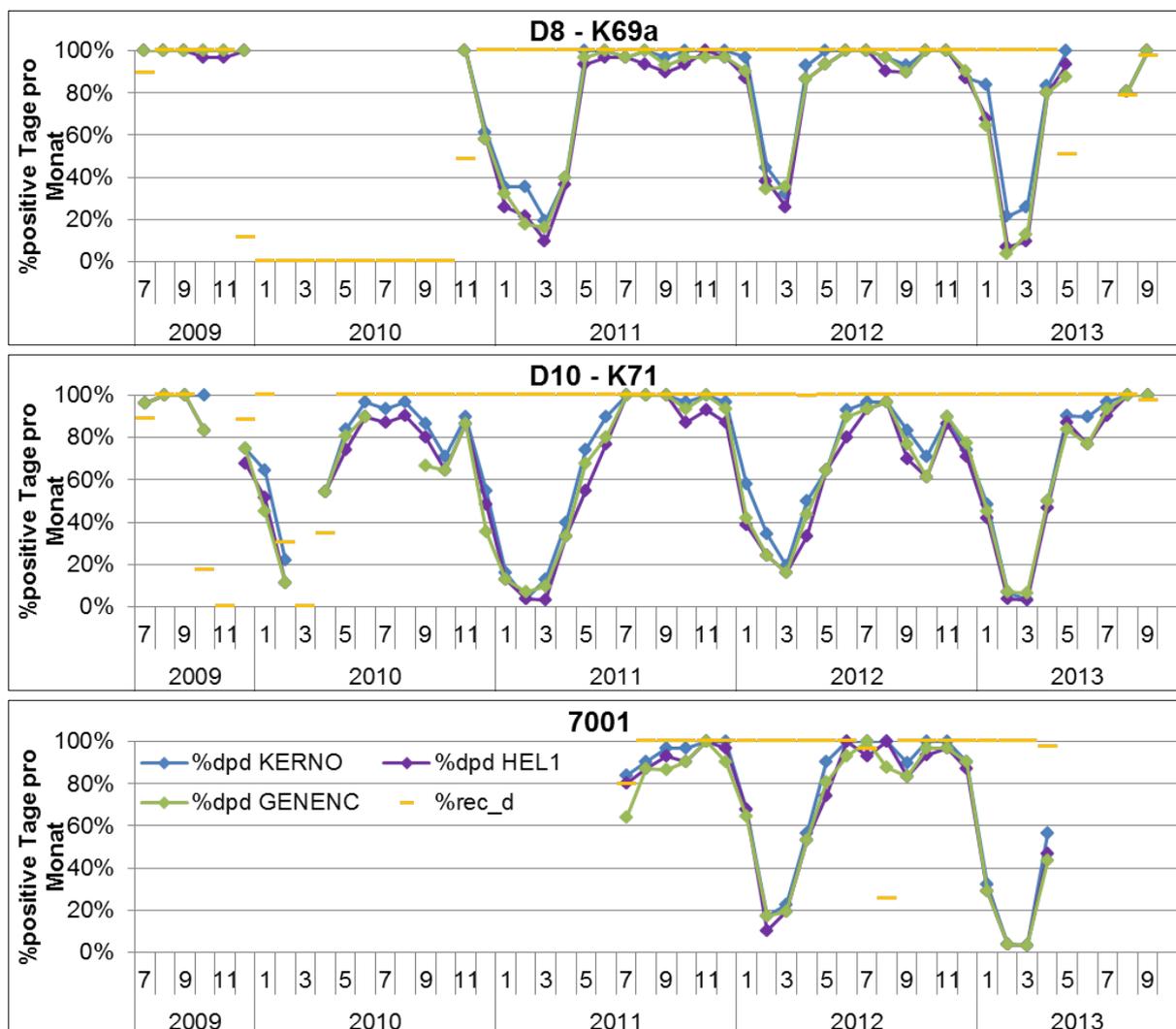


Abbildung 27: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen D8, D10 und 7001 in der Kadettrinne.

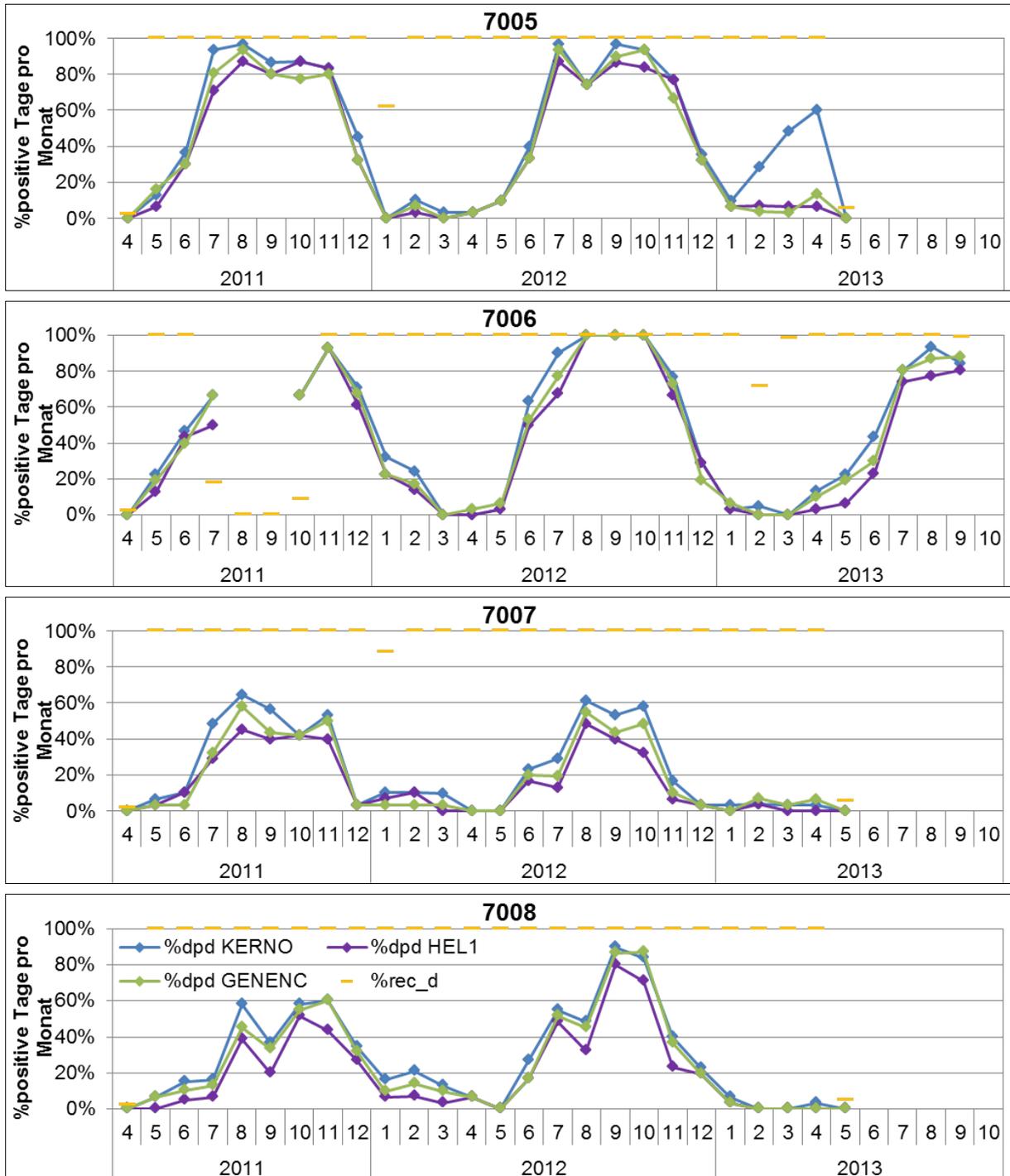


Abbildung 28: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifier [%dpd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen 7005-7008 rund um Rügen.

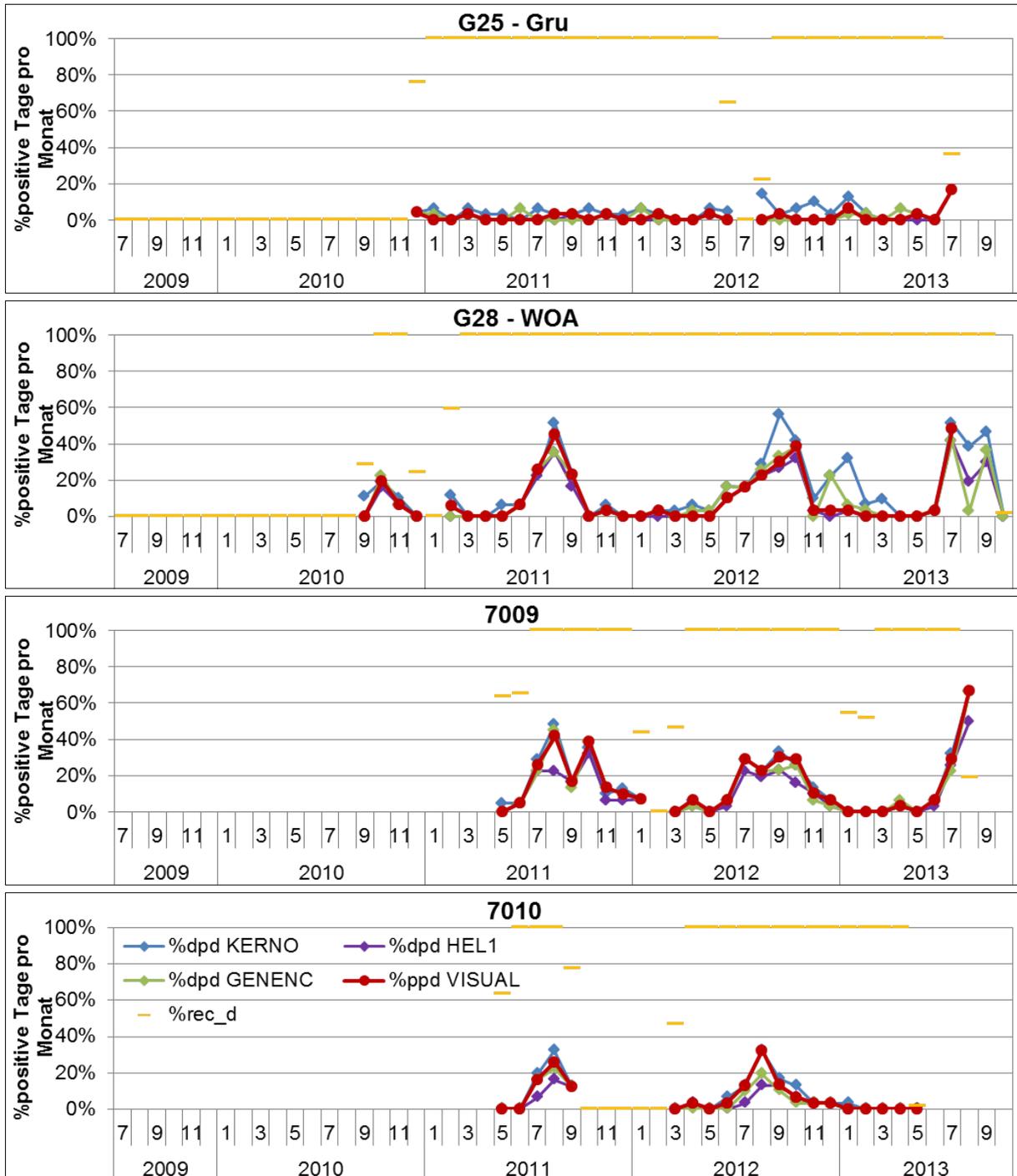


Abbildung 29: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] bzw. Visuelle Kontrolle [%ppd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen G25, G28, 7009, 7010 auf dem Adlergrund.

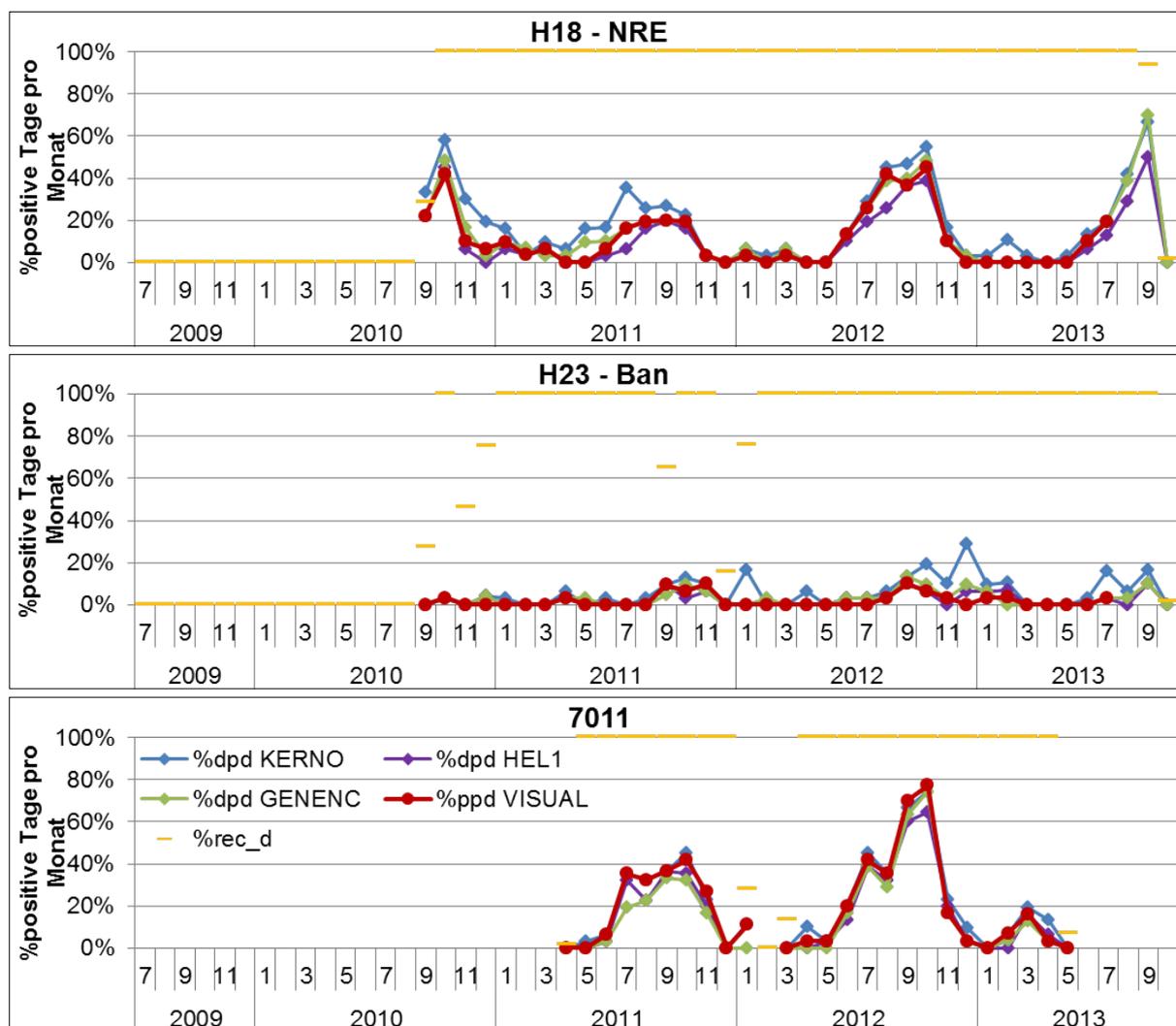


Abbildung 30: Prozentualer Anteil an schweinswalpositiven Tagen pro Klassifizier [%dpd] bzw. Visuelle Kontrolle [%ppd] und Monat sowie Aufnahmezeit [%rec_d] pro Monat an den Messpositionen H18, H23 und 7011 auf der Oderbank.

4.4 Diskussion

Die Datenerfassung an den 16 Messpositionen war sehr erfolgreich. Es traten vereinzelt Datenverluste auf. Kürzere Datenlücken von wenigen Wochen an einer Station sind relativ unproblematisch, da das Gesamtbild des saisonalen Verlauf trotzdem gut nachvollzogen werden kann und oft weitere Stationen in der näheren Umgebung Daten für diese Region liefern. Datenlücken von mehr als vier Wochen stellen insofern ein Problem dar, da dadurch die Aussagen zum Jahresverlauf schwieriger werden. Vor allem die Monate des Maximums oder Minimums von Schweinswalregistrierungen werden für weitere Schlussfolgerungen zu

Hilfe genommen. Fehlen diese Daten, kann kein Vergleich der Maxima/Minima über die Jahre hergestellt werden.

Alle derzeit zur Verfügung stehenden Klassifizier KERN0, HEL1 und GENENC spiegeln den saisonalen Verlauf der Schweinswalregistrierungen wieder, jedoch mit unterschiedlichen Wertigkeiten. KERN0 registriert mehr schweinswalpositive Zeiteinheiten als die beiden anderen Klassifizier. Die Diskrepanz zwischen den Klassifizier ist bei Daten aus der Kadetrinne gering und erhöht sich mit Verlagerung der Messposition nach Osten. Das bedeutet, dass Daten aus schweinswalarmen Gebieten nicht ohne eine visuelle Kontrolle der klassifizierten Schweinswalregistrierungen durch geschultes Personal verwendet werden sollten.

Die Ergebnisse des akustischen Monitorings bestätigen die bisher gewonnen Erkenntnisse zur geographischen und saisonalen Verteilung der Schweinswale in der deutschen Ostsee. Akustische und visuelle Studien (VERFUß et al. 2007, GILLES et al. 2008b, SCHEIDAT et al. 2008, BENKE et al. 2014, VIQUERAT et al. 2014) belegen die relativ hohe Schweinswaldichte in der westlichen deutschen Ostsee. VERFUß et al. (2007) und BENKE et al. (2014) zeigen, dass die relative Schweinswaldichte von Westen nach Osten abnimmt und höhere Registrierungsdaten im Sommer als im Winter festgestellt werden. Der Höhepunkt an Schweinswalregistrierungen erfolgt immer später im Jahr je weiter die Messposition im Osten liegt. Die sich immer weiter nach Osten erstreckende Wanderbewegung der Beltseetiere im Sommer und Herbst scheint sich über die Jahre entwickelt zu haben. Zwischen 2002 und 2007 wurde in der Kadetrinne das Sommermaximum in ein bis zwei Monaten erreicht, in denen 100% dpd registriert wurden (VERFUß et al. 2007). In den Untersuchungsjahren ab 2008 blieb das Sommermaximum über mehrere Monate in der Kadetrinne bestehen und zeitgleich stiegen die Sommer-Registrierungsdaten in der Pommerschen Bucht (GALLUS et al. 2011, GALLUS et al. 2012, BENKE et al. 2014). Eine Erhöhung der Registrierungsdaten zwischen Kadetrinne und Pommerscher Bucht spiegelt jedoch nicht unbedingt einen Bestandszuwachs wieder, sondern vielleicht eher eine Änderung des bevorzugten Lebensraumes. So schildern HAMMOND et al. (2013) eine Verschiebung des Verbreitungsgebietes der Schweinswale vom Nordwesten der Nordsee in den Südwesten zwischen 1994 und 2005. Als Grund für diese Verlagerung ist eine Veränderung des Vorkommens und/oder Verfügbarkeit der Beutefische am wahrscheinlichsten (HAMMOND et al. 2013).

Die Geburtenzeit bei Schweinswalen in der Ostsee konzentriert sich auf die Monate Juli und August (HASSELMEIER et al. 2004), ist also später als in der Nordsee. Die Paarung findet kurz nach der Geburt statt. Die Datengrundlage zur Ermittlung der räumlichen Schwerpunkte der Reproduktion der Schweinswale in der deutschen Ostsee umfasst alle vom ITAW erhobenen Daten aus fluggestützten Erfassungen im Zeitraum 2002 bis 2013 (u.a. SCHEIDAT et al. 2008, GILLES et al. 2011, 2014 (diese Studie), VIQUERAT et al. 2014) sowie die Totfundmonitoringdaten des ITAW für Schleswig-Holstein (WEHRMEISTER et al. 2013) und des DMM für

Mecklenburg-Vorpommern (1990-2012) (u.a. DÄHNE et al. 2012, HERRMANN et al. 2013) (Abbildung 31). Dabei gab es deutlich mehr Totfunde in Schleswig-Holstein (70 %) als in Mecklenburg-Vorpommern (30 %). Insgesamt wurden ca. 55 % aller Funde der Kategorie Jungtiere ≤ 120 cm (inkl. Föten) zugeordnet. Muttertiere wurden insgesamt sehr selten gefunden, davon die meisten (5) Mütter im Gebiet MV-III (Rostock bis Darß). Dies entspricht 45 % der gesamten Anzahl an gefundenen Muttertieren in der deutschen Ostsee. Insgesamt wurden während der Flugsurveys im Gebiet zwischen Wismar und Rostock (MV-III) mit 22 % die meisten Kälber in Mecklenburg Vorpommern gesichtet. Es kann somit im gesamten Bereich der deutschen Ostsee Fortpflanzung nachgewiesen werden. Diese Erkenntnisse verdeutlichen die Bedeutung der deutschen Ostsee als Lebensraum des Schweinswales besonders in der Paarungs- und Geburtszeit.

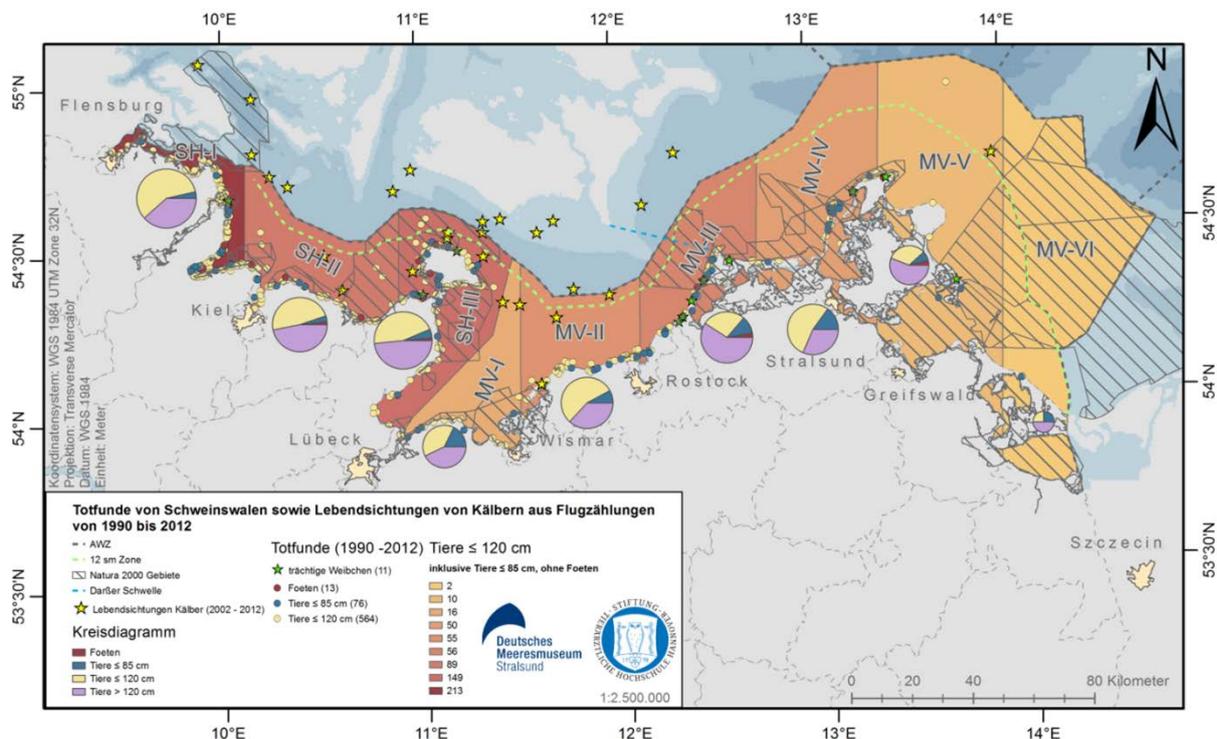


Abbildung 31: Totfunde von Schweinswalen sowie Lebenssichtungen von Kälbern aus fluggestützten Erfassungen von 1990 bis 2012. Quelle: ITAW und DMM 2013, unveröffentlicht.

Im Rahmen des SAMBAH Projektes wurden 16 C-POD Messpositionen in den deutschen Gewässern zwischen Kadetrinne und Pommerscher Bucht für einen Zeitraum von 24 Monaten ausgebracht. Die Ergebnisse decken sich mit den Daten des akustischen Monitorings des BfN und zeigen einen späteren Frühlingsanstieg und einen früheren Herbstabfall an Schweinswalregistrierungen an den östlicheren Stationen gegenüber den westlichen (KOBLOITZ et al. 2013). Die deutschen Daten allein liefern aber kein umfassendes Bild der Schweinswalbewegung in der Ostsee. Durch die Auswertung der SAMBAH Daten

der Ostseeanrainerstaaten wird dieses Bild in naher Zukunft vervollständigt werden können. Die vorläufigen Ergebnisse der 305 Messpositionen zeigen, dass wie erwartet die Mehrheit der Schweinswalregistrierungen im südlichen Teil der zentralen Ostsee erfolgte, in den dänischen, südschwedischen und deutschen Gewässern. Die nördlichste Registrierung wurde in finnischen Gewässern erzielt und überraschend viele südlich von Gotland. Diese vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass die Schweinswale die gesamte zentrale Ostsee bevölkern, aber in vielen Bereichen nur wenige akustische Registrierungen erfolgten, was auf eine geringe Schweinswaldichte deutet. Weitere Analysen sollen zu Bestandsschätzungen und Habitatpräferenzen führen. Auch mögliche saisonale Veränderungen der Schweinswaldichte werden untersucht.

5 Ausblick

Folgende **visuelle Erfassungen** sind im Rahmen des Standardmonitoringprogramms in den nächsten Monaten geplant:

- zwei flugzeuggestützte Erfassungen im Bereich „Borkum Riffgrund“ (Gebiet D) im März/April 2014
- zwei flugzeuggestützte Erfassungen im Bereich „Sylter Außenriff“ (Gebiet C_Nord) im Sommer 2014

Die bisherige technische und wissenschaftliche Umsetzung der **akustischen Datenerfassung** wird beibehalten. Die Messpositionen werden voraussichtlich bis September 2014 besetzt bleiben. Eine Übernahme der bisherigen Standorte in ein weiterführendes Monitoringprogramm spätestens ab November 2014 wird befürwortet, um eine möglichst durchgängige Datenreihe zu gewährleisten. Des Weiteren wird die Zusammenarbeit mit den anderen BfN Clustern weitergeführt, insbesondere mit Cluster 5 "Datenmanagement und Qualitätssicherung des biologischen Monitorings".

6 Danksagung

Der ganz besondere Dank des ITAW geht an die Piloten Peter Bernemann, Kai-Uwe Breuel, Michael Schütze, Peter Steinmetz und Stephan Stritter von der Sylt Air (Westerland). Die Durchführung der flugzeuggestützten Erfassungen wäre unmöglich gewesen ohne den besonderen Einsatz der Observer und Navigatoren: Sabine Billerbeck, Sina Danehl, Helena Herr, Tina Kesselring, Sebastian Müller, Carsten Rocholl, Cornelia Schmidt und Bianca Unger. Wir danken Dr. Katrin Ronnenberg für die statistische Unterstützung bei der Bayesischen Trendanalyse und Verena Peschko für die Vorbereitung der Monitoringsaison 2013.

Das akustische Monitoring konnte nur durch die tatkräftige Unterstützung der Techniker Katharina Brundiers und Martin Jabbusch so erfolgreich durchgeführt werden. Insbesondere die Ausfahrten auf die Ostsee, wo die Messstationen teils unter sehr schweren Bedingungen gewartet wurden, wurden durch sie hervorragend organisiert und ausgeführt. Bei der Datenverarbeitung und Auswertung wurden wir durch Kathrin Krügel und Daniel Spitz unterstützt, die es auch verstanden ihre eigenen Ideen einzubringen. Die Verwaltung des Deutschen Meeresmuseum, vor allem Ingrid Thomas, unterstützt das Projekt in verwaltungstechnischen Angelegenheiten. Karin T. Clausen, Anne Herrmann, Jens Koblitz, Julia Müller, Sarah Neumann, Johann Subklew und den studentischen Hilfskräften danken wir für ihre Unterstützung und ihre konstruktive Kritik. Weiterhin danken wir den Crews vom MS Seefuchs und vom MZS Arkona ebenso wie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des WSA Stralsund für ihre Unterstützung.

Wir bedanken uns bei Kai Borkenhagen für die Koordination des Clusters und bei Mirko Hauswirth und Kathrin Heinicke für die kompetente Fachbetreuung im BfN.

7 Literaturverzeichnis

- BENKE, H., BRÄGER, S., DÄHNE, M., GALLUS, A., HANSEN, S., HONNEF, C. G., KOBLITZ, J., KRÜGEL, K., LIEBSCHNER, A., NARBERHAUS, I., VERFUß, U. K. (2014): Baltic Sea harbour porpoise populations: Status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series* 495: 275-290
- BUCKLAND, S. T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P., LAKE, J. L., BORCHERS, D. L., THOMAS, L. (2001): Introduction to distance sampling. Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, New York
- CAMPHUYSEN, C.J. (2004): The return of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Dutch coastal waters. *Lutra* 47:113-122
- CAMPHUYSEN, 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
- DÄHNE, M., VERFUß, U. K., BRANDECKER, A., SIEBERT, U., BENKE, H. (2013): Methodology and results of calibration of tonal click detectors for small odontocetes (C-PODs). *Journal of the Acoustical Society of America* 134 (3), Pt. 2: 2514-2522
- DAVIDSON, A.D., BOYER, A.G., KIM, H., POMPA-MANSILLA, S., HAMILTON, M.J., COSTA, D.P., CEBALLOS, G., BROWN J.H. (2012): Drivers and hotspots of extinction risk in marine mammals. *PNAS* 109: 3395-3400
- GALLUS, A., HANSEN, S., KRÜGEL, K., DÄHNE, M., BENKE, H. (2011): Monitoringbericht 2010-2011. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere - Akustische Erfassung von Schweinswalen in der Ostsee. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: p 89-141
- GALLUS, A., DÄHNE, M., VERFUß, U. K., BRÄGER, S., ADLER, S., SIEBERT, U., BENKE, H. (2012): Use of static passive acoustic monitoring to assess the status of the 'Critically Endangered' Baltic harbour porpoise in German waters. *Endangered Species Research* 18: 265-278
- 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* 56: 45-57
- GERRODETTE, T., ROJAS-BRACHO, L. (2011): Estimating the success of protected areas for the vaquita, *Phocoena sinus*. *Marine Mammal Science* 27(2): E101–E125
- GILLES, A., HERR, H., LEHNERT, K., SCHEIDAT, M., SIEBERT, U. (2008a): Harbour porpoises - abundance estimates and seasonal distribution patterns. Wollny-Goerke K, Eskildsen K (eds). *Marine mammals and seabirds in front of offshore wind energy*. Teuber Verlag Wiesbaden: p 19 – 36
- GILLES, A., HERR, H., LEHNERT, K., SCHEIDAT, M., KASCHNER, K., SUNDERMEYER, J., WESTERBERG U., SIEBERT, U. (2008b): Erfassung der Dichte und Verteilungsmuster von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) in der deutschen Nord- und Ostsee. MINOS 2 - Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore - Windkraftanlagen (MINOS plus). Endbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit FKZ 0329946 B. Teilprojekt 2: pp 66

- GILLES, A., SIEBERT, U. (2009): Erprobung eines Bund/Länder-Fachvorschlags für das Deutsche Meeresmonitoring von Seevögeln und Schweinswalen als Grundlage für die Erfüllung der Natura 2000 - Berichtspflichten mit einem Schwerpunkt in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee (FFH-Berichtsperiode 2007-2012) - Teilbericht Schweinswale. Visuelle Erfassung von Schweinswalen, Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: p 5-30. http://www.bfn.de/0314_monitoringberichte.html abgerufen am 15.01.2014.
- 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. (2010): Monitoringbericht 2009-2010. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere - Visuelle Erfassung von Schweinswalen, Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: p 4-34. http://www.bfn.de/0314_monitoringberichte.html abgerufen am 15.01.2014.
- GILLES, A., PESCHKO, V., SIEBERT, U. (2011a): Monitoringbericht 2010-2011. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere - Visuelle Erfassung von Schweinswalen und akustische Erfassung im Seegebiet Doggerbank. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: p 5-73 (plus Anhang).
- Gilles, A., Adler, S., KASCHNER, K., SCHEIDAT, M., SIEBERT U. (2011b): Modelling harbour porpoise seasonal density as a function of the German Bight environment: implications for management. *Endangered Species Research* 14: 157-169
- GILLES, A., PESCHKO, V., SIEBERT, U. (2012): Monitoringbericht 2011-2012. Marine Säugetiere und Seevögel in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Teilbericht marine Säugetiere - Visuelle Erfassung von Schweinswalen und akustische Erfassung im Seegebiet Doggerbank. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz: p 5-73 (plus Anhang). http://www.bfn.de/0314_monitoringberichte.html abgerufen am 15.01.2014.
- GILLES, A., DÄHNE, M., RONNENBERG, K., VIQUERAT, S., ADLER, S., MEYER-KLAEDEN, O., PESCHKO, V., SIEBERT, U. (2013). Ergänzende Untersuchungen zum Effekt der Bau- und Betriebsphase im Offshore-Testfeld „alpha ventus“ auf marine Säugetiere. In: BEIERSDORF, A., BOETHLING, M., BINDER, A., NOLTE, N. (eds). *Ökologische Begleitforschung am Offshore-Testfeldvorhaben alpha ventus zur Evaluierung des Standarduntersuchungskonzeptes des BSH (StUKplus)*. Schlussbericht, 94 pp (*in review*)
- FORD, J.K.B., ELLIS, G.M., OLESIUUK, P.F., BALCOMB, K.C. (2010): Linking killer whale survival and prey abundance: food limitation in the oceans' apex predator? *Biology letters* 6: 139-142
- FORNEY, K. (2000): Environmental models of cetacean abundance: reducing uncertainty in population trends. *Conservation Biology* 14(5):1271-1286
- GORMLEY, A.M., SLOOTEN, E., DAWSON, S., BARKER, R.J., RAYMENT, W., DU FRESNE, S., BRÄGER, S. (2012): First evidence that marine protected areas can work for marine mammals. *Journal of Applied Ecology* 49: 474-480

- HADFIELD, J. D. (2010): MCMC Methods for Multi-Response Generalized Linear Mixed Models: The MCMCglmm R Package. *Journal of Statistical Software* 33(2): 1-22. <http://www.jstatsoft.org/v33/i02/> abgerufen am 15.01.2014
- HAELTERS, J., KERCKHOF, F., JACQUES, T.G., DEGRAER, S. (2011): The harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea: trends in abundance and distribution. *Belgian Journal of Zoology* 141: 75-84
- HAELTERS, J., KERCKHOF, F., TOUSSAINT, E., JAUNIAUX, T., DEGRAER, S. (2012): The diet of harbour porpoises bycaught or washed ashore in Belgium, and relationship with relevant data from the strandings database. Report, Royal Belgian Institute of Natural Sciences: pp 48
- HAMMOND, P. S., BENKE, H., BERGGREN, P., 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., MACLEOD, K., BERGGREN, P., BORCHERS, D. L., BURT, M. L., CAÑADAS, A., DESPORTES, G., DONOVAN, G. P., GILLES, A., GILLESPIE, D., GORDON, J., HEDLEY, S., HIBY, L., KUKLIK, I., LEAPER, R., LEHNERT, K., LEOPOLD, M., LOVELL, P., ØIEN, N., PAXTON, C. G. M., RIDOUX, V., ROGAN, E., SAMARRA, F., SCHEIDAT, M., SEQUEIRA, M., SIEBERT, U., SKOV, H., SWIFT, R., TASKER, M. L., TEILMANN, J., VAN CANNEYT, O., VÁZQUEZ, J. A.: (2013): Distribution and abundance of harbour porpoise and other cetaceans in European Atlantic shelf waters: implications for conservation and management. *Biological Conservation* 164: 107-122
- HASSELMEIER, I., ABT, K.F., ADELUNG, D., SIEBERT, U. (2004): Stranding patterns of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the German North and Baltic Seas: when does the birth period occur? *Journal of Cetacean Research and Management* 6: 259-263
- 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
- HERRMANN, A., WOLF, P., HARDER, K., BENKE, H. (2013): Auswertung der Sektionsergebnisse von Schweinswalfotfunden (*Phocoena phocoena*) an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns von 2003 bis 2012. Bericht für das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV, Güstrow. pp 40
- HIBY, A. R., LOVELL, P. (1998): Using aircraft in tandem formation to estimate abundance of harbour porpoise. *Biometrics* 54: 1280-1289
- HIBY, L. (1999): The objective identification of duplicate sightings in aerial survey for porpoise. In: Garner GW, Amstrup SC, Laake JL, Manly BFJ, McDonald LL, Robertson DG (eds.). *Marine mammal survey and assessment methods*. A.A. Balkema, Rotterdam: p 179-189
- JEWELL, R., THOMAS, L., HARRIS, C.M., KASCHNER, K., WIFF, R., Hammond, P.S., Quick, N.J. (2012): Global analysis of cetacean line-transect surveys: detecting trends in cetacean density. *Marine Ecology Progress Series* 453: 227-240
- KING, R., MORGAN, B.J.T., GIMENEZ, O., BROOKS, S.P. (2010): Bayesian analysis for population ecology. *Interdisciplinary Statistics Series*. Chapman and Hall/CRC, Taylor & Francis Group. Boca Raton, London, New York.

- KOBLITZ, J. C., CLAUSEN, K. T., GALLUS, H., HANSEN, S., BRUNDIERS, K., KOST, B., BENKE, H. (2013): The German contribution of harbour porpoise registrations in the Baltic Sea east of the Darss Sill as a part of the SAMBAH-Project. SAMBAH Final report for the Federal Agency for Nature Conservation, pp 38
- LAAKE, J. L., CALAMBOKIDIS, J., OSMEK, S. D., RUGH, D. J. (1997): Probability of detecting harbor porpoises from aerial surveys: estimating $g(0)$. *Journal of Wildlife Management* 61: 63-75
- MARSH, H., SINCLAIR, D. F. (1989): Correcting for visibility bias in strip transect surveys of aquatic fauna. *Journal of Wildlife Management* 53: 1017-1024
- MITCHELL, I. (2006) Impacts of Climate Change on Seabirds. *In*: Buckley PJ, Dye SR, Baxter JM (eds). *Marine Climate Change Impacts Annual Report Card 2006, Online Summary Reports*, MCCIP, Lowestoft.
- MOORE, J.E., BARLOW, J. (2011): Bayesian state-space model of fin whale abundance trends from a 1991–2008 time series of line-transect surveys in the California Current. *Journal of Applied Ecology* 48: 1195-1205
- MOORE, J.E., BARLOW, J.P. (2013). Declining abundance of beaked whales (family Ziphiidae) in the California Current large marine ecosystem. *PloS One* 8(1): e52770. doi:10.1371/journal.pone.0052770
- R CORE TEAM (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- SCHEIDAT, M., GILLES, A., KOCK K.-H., SIEBERT, U. (2008): Harbour porpoise *Phocoena phocoena* abundance in the southwestern Baltic Sea. *Endangered Species Research* 5: 215-223
- SCHEIDAT, M., VERDAAT, H., AARTS, G. (2012): Using aerial surveys to estimate density and distribution of harbour porpoises in Dutch waters. *Journal of Sea Research* 69: 1-7
- TAYLOR, B.L., MARTINEZ, M., GERRODETTE, T., BARLOW, J., HROVAT, Y.N. (2007): Lessons from monitoring trends in abundance of marine mammals. *Marine Mammal Science*, 23: 157-175
- VERFUß, U. K., 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 Marine Biology Association of the United Kingdom* 87: 165-176
- VIQUERAT, S., PESCHKO, V., FEINDT-HERR, H., GILLES, A., SIEBERT, U. (2013): Survey zum Schweinswalbestand in der westlichen Ostsee. Abschlussbericht für die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Förderkennzeichen 2812HS010), 29 pp <http://download.ble.de/12HS010/12HS010.pdf> abgerufen am 15.01.2014
- VIQUERAT, S., HERR, H., GILLES, A., PESCHKO, V., SIEBERT, U., SVEEGAARD, S., TEILMANN, J. (2014): Abundance of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic, Belt Seas and Kattegat. *Marine Biology* 161: 745-754
- WANLESS, S., HARRIS, M.P., REDMAN, P., SPEAKMAN, J.R. (2005): Low energy values of fish as a probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 294: 1-8

WEHRMEISTER, E., ULRICH, A., SCHMIDT, K., HILLMANN, M., SIEBERT, U. (2013), Totfundmonitoring von Kleinwalen in Schleswig-Holstein 2012. Bericht an das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Institut für terrestrische und aquatische Wildtierforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 18 pp