

---

# Über die Entstehung von „Heulern“ im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie  
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von

Peter Lienau

geboren in Frankfurt a. Main

Göttingen, 2010

Themenstellung und Betreuung:  
Prof. Dr. Dr. h.c. Antal Festetics

---

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Antal Festetics

2. Gutachter: Prof. Dr. Stefan Schütz

Tag der mündlichen Prüfung: 10.12.2010

---

Meiner Familie gewidmet...

Peter Lienau

Norden, im Oktober 2010

# Inhaltsverzeichnis

## Abbildungsverzeichnis

## Tabellenverzeichnis

## Abkürzungsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>3</b>
2.1	Untersuchungsgebiet	3
2.2	Seehund	8
2.3	Seehundpopulation und Heulerfunde im Niedersächsischen Wattenmeer	9
2.3.1	Feststellung der Populationsgröße - Zählflüge	9
2.3.2	Altersstruktur - Altersverteilung der Seehundpopulation	12
2.3.3	Mortalität der Seehundpopulation	13
2.3.4	Zwillingsgeburten	14
2.3.5	Beschreibung der Jungtierpopulation	14
2.3.6	Freilanderhebung - Funddaten der Seehunde	17
2.3.7	Heuler in der Seehundstation	19
2.4	Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys	31
2.5	Explorative Datenanalyse	31
2.5.1	Modellbildung	32
2.5.2	Meteorologische Daten	34
2.5.3	Hydrologische Daten	37
2.6	Störungen	42
2.6.1	Wochentageffekt	46
2.7	Überwachungskamera	47
2.8	Kameradaten	53
2.8.1	Kamera: Seehundrudel Norderney Ostspitze	53
2.8.2	Kamera: Art der Störungen	53
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>56</b>
3.1	Seehundpopulation	56
3.1.1	Geschlechterverhältnis der Seehundpopulation	58
3.1.2	Geburtenrate	59
3.1.3	Funddaten der Seehunde	62
3.1.4	Heuler in der Seehundstation	66
3.1.5	Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys	78
3.2	Überwachungskamera - Dokumentation von Störungen	86

<b>3.3</b>	<b>Explorative Datenanalyse der Heulerfunde</b>	<b>94</b>
3.3.1	Linearität der unabhängigen Variablen	94
3.3.2	Generalisiertes lineares Modell	105
<b>3.4</b>	<b>Erklärung des Heulerfundortes durch hydrologische Faktoren</b>	<b>106</b>
3.4.1	Driftmodelle zu Heulerfunden nach dem Lagrange'schen Verfahren	106
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>110</b>
<b>4.1</b>	<b>Heuler in der Seehundstation</b>	<b>110</b>
<b>4.2</b>	<b>Seehundrudel</b>	<b>114</b>
4.2.1	Auswirkungen von Störungen	116
<b>4.3</b>	<b>Explorative Datenanalyse</b>	<b>131</b>
4.3.1	Funddaten	131
4.3.2	Parameter	131
4.3.3	Gesamtmodell	136
4.3.4	Weitere Hypothesen zur Entstehung von Heulern	138
<b>4.4</b>	<b>Methodenkritik Kamera</b>	<b>142</b>
<b>5</b>	<b>Abgeleitete Empfehlungen zur Vermeidung von Heulern</b>	<b>151</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>154</b>
<b>7</b>	<b>Abstract</b>	<b>156</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b>	<b>158</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>160</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1-1: Untersuchungsgebiet (Quelle: BFN, Habitat Mare 2000).....	3
Abbildung 2.1-2: Das Europäische Wattenmeer (Quelle: Wadden Sea Forum 2009) .....	4
Abbildung 2.1-3: Zonierungskonzept des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer (Quelle: www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de, 2010) .....	5
Abbildung 2.1-4: Das Niedersächsische Wattenmeer bei Hochwasser (oben) und bei Niedrigwasser (unten) (Quelle: NLPV Niedersächsisches Wattenmeer) .....	6
Abbildung 2.1-5: Die Nordsee - Festlandsockel und Seehundsichtungen in der AWZ (Quelle: Borchardt, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.).....	7
Abbildung 2.1-6: Nutzungen der Nordsee (Quelle: BFN/BSH) .....	7
Abbildung 2.3-1: Bsp.: Zählflugkarte Nr.1, Maßstab 1:100.000 (Quelle: Czeck NLPV Nds. Wattenmeer).....	11
Abbildung 2.3-2: Darstellung nach Häufigkeiten der Seehundpopulation im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer 2006 (Quelle: Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer).....	12
Abbildung 2.3-3: Darstellung der im Jahr 2008 gezählten Jungtiere (blau), der modellierten Anzahl des um den Korrekturfaktor 1,2 korrigierten Jungtierbestands (gelb) und der daraus abgeleiteten Zahl der Jungtiere bis zu einem Alter von zwei Wochen (rot) ....	16
Abbildung 2.3-4: Verteilung von Jungtieren und Heulerfundorte im Niedersächsischen Wattenmeer 1991 (Quelle: Karte NLPV, Häufigkeiten Jungtiere: LAVES, Heulerfundorte: Seehundstation NDD) .....	18
Abbildung 2.3-5: Verteilung von Jungtieren und Heulerfundorte im Niedersächsischen Wattenmeer 2008 (Quelle: Karte NLPV, Häufigkeiten Jungtiere: LAVES, Heulerfundorte: Seehundstation NDD) .....	18
Abbildung 2.3-6: Einganguntersuchung – Kontrolle von Nabel, After und Genitalbereich.....	20
Abbildung 2.3-7: Blutabnahme aus dorsalem Blutgefäß.....	23
Abbildung 2.3-8: Messung der Gesamtlänge - Kopfspitze bis Schwanzspitze .....	23
Abbildung 2.3-9: reduzierte Länge nach Stede (Quelle: LAVES OL, Erhebungsbogen Robben) .....	24
Abbildung 2.3-10: Wägung eines Heulers – ruhige Tiere können auch ohne Korb gewogen werden .....	24
Abbildung 2.3-11: Flippermarke - Markierung bei Einlieferung.....	25
Abbildung 2.3-12: Flippermarke .....	25
Abbildung 2.3-13: Fütterung mit der Magensonde in der Quarantänestation.....	27
Abbildung 2.3-14: Übersicht der Beckenanlage.....	28
Abbildung 2.3-15: Fütterung.....	28
Abbildung 2.3-16: Transponder-Chip .....	29
Abbildung 2.3-17: Transponder-Chip Injektion bei der Abschlussuntersuchung.....	29
Abbildung 2.3-18: Orientierungsphase auf der Sandbank.....	30
Abbildung 2.3-19: Vorsichtige, aber direkte Annahme des aquatischen Lebensraums .....	30
Abbildung 2.4-1: Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys unter Druck.....	31
Abbildung 2.5-1: Vektorielle Darstellung der Tagesmittel von Windrichtung und Windgeschwindigkeit 29.8. bis 30.09.2002 MARNET Station Deutsche Bucht (Quelle: BSH, Ozeanographischer Zustandsbericht 2002) .....	35
Abbildung 2.5-2: Amphidromien-System der Nordsee (Quelle: Dietrich et al., 1992) .....	37
Abbildung 2.5-3: Seegat "Wichter Ee" zwischen Norderney und Baltrum (Quelle: NV-Verlag, digitale Seekarte des BSH).....	38
Abbildung 2.5-4: Relief des Rückseitenwatts von Juist (Quelle: Lienau, Ausstellungsmodul Wattenmeer/Waloseum).....	39
Abbildung 2.5-5: Relief des Rückseitenwatts von Juist 45° (Quelle: Lienau, Ausstellungsmodul Wattenmeer/Waloseum).....	39

Abbildung 2.5-6: Zeitserien der Windgeschwindigkeit und -richtung, der signifikanten Wellenhöhe (swH) und der Seegangrichtung des UFS GB 2002 (Quelle: BSH-Bericht Nordsee und Deutsche Bucht 2002) .....	41
Abbildung 2.6-1: Entwicklung der Übernachtungszahlen auf den ostfriesischen Inseln (ohne Wangerooge) (Quelle: IHK für Ostfriesland und Papenburg, Emden) .....	42
Abbildung 2.6-2: Tourismus versus Ruhebedürfnis von Seehunden (Quelle: NLPV, Vortrag Marine Mammals, Czeck, 2006).....	44
Abbildung 2.6-3: Monatliche Übernachtungszahlen im Bereich Norden-Norddeich 2006 bis 2009 (Quelle: Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden, Touristinfo, 2010).....	44
Abbildung 2.6-4: Anteile von Störereignissen aus Zählflügen 2002 bis 2008 (Quelle: Adam & Lindenborn, 2009) .....	45
Abbildung 2.6-5: Wattenmeer-Routen der "Soltwaters" (Quelle: Homepage der "Soltwaters") .....	46
Abbildung 2.7-1: Funkstrecke Norderney Ost zum Waloseum (Außenstelle Seehundstation Nationalpark-Haus ) .....	48
Abbildung 2.7-2: Luftbild Norderney Ostspitze, Darstellung markanter Punkte .....	49
Abbildung 2.7-3: Ansicht des Kamera-Systems Norderney Ostspitze bei hochauflaufender Flut .....	50
Abbildung 2.7-4: Aufbau des Kamera-Systems.....	50
Abbildung 2.7-5: Aufbauschema des Kamerasystems .....	52
Abbildung 2.8-1: Definition der variablen Störzone im Umkreis von $r = 250$ m vom am nächsten zum Störereignis liegenden Seehund .....	54
Abbildung 3.1-1: Entwicklung des Seehundbestandes im Niedersächsischen Wattenmeer 1958 bis 2008. Der schwarze Rahmen beinhaltet die in dieser Arbeit untersuchten Jahre. Der gelb umrandete Bereich beinhaltet die Ergebnisse der in Niedersachsen durchgeführten Zählflüge (Maximalwerte p.a.). (Quelle: LAVES, Ol/Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich ).....	56
Abbildung 3.1-2: Anzahl gezählter Seehunde im gesamten Wattenmeer 1975 bis 2009 (Quelle: CWSS/WHV).....	57
Abbildung 3.1-3: Entwicklung der Seehundpopulation im europäischen Wattenmeer, 1958 bis 1971/75 Schiffszählungen, 1971/75 bis 2010 Flugzählungen. Reale, absolute Zahlen <n Seehunde>, alle weiteren Graphen <n Seehunde> multipliziert mit Korrekturfaktor. ....	58
Abbildung 3.1-4: Entwicklung der prozentualen scheinbaren Pro-Kopf-Geburtenrate der Seehundpopulation im Niedersächsischen Wattenmeer 1976 bis 2010. Der schwarze Rahmen begrenzt den Untersuchungszeitraum dieser Arbeit. Die gelben Rahmen markieren die Sonderereignisse Staube 1988 und 2002. ....	59
Abbildung 3.1-5: Prozentualer Anteil eingelieferter Heuler im Verhältnis zu Jungtierzählergebnissen mit Korrekturfaktor 1,2 .....	61
Abbildung 3.1-6: Heulerfunde und Verteilungsmuster des Jungtierbestandes im Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer 2005 .....	62
Abbildung 3.1-7: Darstellung der prozentualen Anteile der Heulerfundorte "Insel" Cluster Xi und des "Festlands" Cluster Xf.....	63
Abbildung 3.1-8: Einteilung des Niedersächsischen Wattenmeeres in Sektoren .....	64
Abbildung 3.1-9: Aufteilung der Cluster pro Sektor des Niedersächsischen Wattenmeeres, die unterschiedlich blauen Balken markieren je einen Sektor .....	65
Abbildung 3.1-10: geschätztes Alter der eingelieferten Seehunde in Tagen, 1988 bis 2008 .....	66
Abbildung 3.1-11: Geschlechterverhältnis der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008 .....	67
Abbildung 3.1-12: Prozentualer Anteil der Geschlechter und Summe n der eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008.....	68
Abbildung 3.1-13: Gewicht in kg der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008 .....	69
Abbildung 3.1-14: $X_t = \text{proz. Wahrscheinlichkeit des Nichtüberlebens eingelieferter Heuler je Gewichts-Cluster CY}$ .....	70
Abbildung 3.1-15: Länge in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008 .....	71

Abbildung 3.1-16: Reduzierte Länge in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1998 bis 2008 .....	71
Abbildung 3.1-17: Umfang in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008 .....	72
Abbildung 3.1-18: Gesundheitszustand der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 2000 bis 2008 .....	73
Abbildung 3.1-19: Prozentualer Teil der verstorbenen oder euthanasierten Heuler p.a. 1988 bis 2008.....	74
Abbildung 3.1-20: Prozentuale Anteile eingelieferter Seehunde 1988 bis 2008 nach "verstorben" oder "euthanasiert" differenziert .....	74
Abbildung 3.1-21: Zeit n-Tage von Einlieferung bis Auswilderung der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008 .....	75
Abbildung 3.1-22: Auswilderungsgewicht aufgezogener Heuler der Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich .....	76
Abbildung 3.1-23: Anzahl der Seehunde auf der Ostspitze Norderneys; 1990 bis 2009, Auszug aus den Zählflugdaten (Datenquelle: Zählflugdaten des LAVES/OI) .....	78
Abbildung 3.1-24: Prozentualer Anteil gezählter Seehunde auf der Ostspitze Norderneys, Gegenüberstellung der Zählflugdaten und der Kameradaten.....	79
Abbildung 3.1-25: Bsp. für die typische Zusammensetzung des Rudels, 27 % subadult, 73 % adult (Die zwei weiblichen Kegelrobben wurden nicht berücksichtigt.....)	80
Abbildung 3.1-26: Starkes Jungtier in der Laktationsphase (17.07.2008) .....	80
Abbildung 3.1-27: Schematische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei westlichem Wind.....	81
Abbildung 3.1-28: Photographische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei westlichem Wind.....	81
Abbildung 3.1-29: Schematische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei nördlichem oder südlichem Wind .....	82
Abbildung 3.1-30: Bildung von 2 Gruppenteilen bei nördlichem oder südlichem Wind .....	82
Abbildung 3.1-31: Raumnutzung des Rudels bei nördlichem oder südlichem Wind bis in den Bereich der Zwischenzone des Nationalparks .....	82
Abbildung 3.1-32: Raumnutzung des Rudels bei störungsfreiem Haul-Out .....	83
Abbildung 3.1-33: Haul-Out eines Rudels ohne Störungsbelastung.....	84
Abbildung 3.1-34: Raumnutzung des Rudels bei gestörtem Haul-Out.....	84
Abbildung 3.1-35: Dauerhaftes Nachrücken an die Wasserlinie bei Störungsbelastung.....	85
Abbildung 3.1-36: Situationsbeschreibung Rudelverhalten bei Ostwind oben links: äußerst sensible Nutzung der Sandbank Norderneys rechts: bei Trockenfallen der Sandbank östlich des Baltrum-Fahrwassers wird sie okkupiert unten links: vergrößerte Darstellung der gegenüberliegenden Sandbank .....	85
Abbildung 3.2-1: Schematische Darstellung des täglichen Fähr- und Bootsverkehrs Baltrum/Neßmersiel h/z .....	86
Abbildung 3.2-2: Schematische Darstellung des Verlaufs einer "Fahrt zu den Seehundbänken"/Nationalpark-Erlebnisfahrt von Neßmersiel kommend .....	87
Abbildung 3.2-3: Schematische Darstellung des privaten Bootsverkehr, Vorbeifahrten besonders Interessierter.....	88
Abbildung 3.2-4: Schematische Darstellung des Kajak(- und Kanu)verkehrs.....	88
Abbildung 3.2-5: Schematische Darstellung der Störung von Landseite .....	89
Abbildung 3.2-6: Schematische Darstellung der Reaktion des Rudels aufgrund von Störereignissen .....	89
Abbildung 3.2-7: 11.06.2004; Anzahl, Art und Effektivität von Störereignissen, Norderney Ostspitze .....	91
Abbildung 3.2-8: 26.06.2008; Anzahl, Art und Effektivität von Störereignissen, Norderney Ostspitze .....	91
Abbildung 3.2-9: Anzahl von Störereignissen und Anzahl der Reaktionen des Rudels, Norderney Ostspitze gesamter Untersuchungszeitraum .....	92
Abbildung 3.3-1: Zweidimensionale Darstellung von Windrichtung <wiri> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	95



Abbildung 3.3-2: Zweidimensionale Darstellung von Windrichtung <wiri> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>95</b>
Abbildung 3.3-3: Zweidimensionale Darstellung der mittleren Windgeschwindigkeit <wimn> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>96</b>
Abbildung 3.3-4: Zweidimensionale Darstellung der mittleren Windgeschwindigkeit <wimn> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>96</b>
Abbildung 3.3-5: Zweidimensionale Darstellung der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxsu> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>97</b>
Abbildung 3.3-6: Zweidimensionale Darstellung der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxsu> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>98</b>
Abbildung 3.3-7: Zweidimensionale Darstellung des Maximums der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxmx> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>99</b>
Abbildung 3.3-8: Zweidimensionale Darstellung des Maximums der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxmx> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades.....	<b>99</b>
Abbildung 3.3-9: Zweidimensionale Darstellung des mittleren Tidehochwassers <tide> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>100</b>
Abbildung 3.3-10: Zweidimensionale Darstellung des mittleren Tidehochwassers <tide> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>100</b>
Abbildung 3.3-11: Zweidimensionale Darstellung des maximalen Tidehochwassers <tidemx> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>101</b>
Abbildung 3.3-12: Zweidimensionale Darstellung des maximalen Tidehochwassers <tidemx> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>101</b>
Abbildung 3.3-13: Zweidimensionale Darstellung der Sonnenscheindauer <sonne> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>102</b>
Abbildung 3.3-14: Zweidimensionale Darstellung der Sonnenscheindauer <sonne> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades.....	<b>102</b>
Abbildung 3.3-15: Zweidimensionale Darstellung der Niederschlagshöhe <nieder> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>103</b>
Abbildung 3.3-16: Zweidimensionale Darstellung der Niederschlagshöhe <nieder> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades.....	<b>103</b>
Abbildung 3.3-17: Zweidimensionale Darstellung der modellieren Anzahl der Jungtiere in einem Alter bis zu zwei Wochen <bis_2Wo> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades .....	<b>104</b>
Abbildung 3.3-18: Zweidimensionale Darstellung der modellieren Anzahl der Jungtiere in einem Alter bis zu zwei Wochen <bis_2Wo> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades.....	<b>105</b>

Abbildung 3.4-1: Drift des Fleckzentrums Seehund Nr. 9, Rückrechnung 12.06.2008 14.30 Uhr, Alter ca. 4 Tage, #9 Lebendfund, Fundort: Cuxhaven, 53°53'16.79"N/8°38'57.06"E, Windfaktor .010 (alle Zeitangaben in MESZ) (Quelle: BSH) .....	<b>107</b>
Abbildung 3.4-2: Drift des Fleckzentrums Seehund Nr. 10, Rückrechnung, 15.06.2008, 15.00 Uhr, Alter ca. 4 Tage, #10, Lebendfund, Fundort: Juist, 53°40'48.01"N/6°58'40.27"E, Windfaktor .010, (alle Zeitangaben in MESZ) (Quelle: BSH).....	<b>108</b>
Abbildung 3.4-3: Drift des Fleckzentrums Seehund Nr.15, Rückrechnung, 26.06.2008, 17.00 Uhr, Alter ca. 7 Tage, #15 Totfund, Fundort: Schillig, 53°42'14.78"N/8° 1'51.01"E, Windfaktor .010, (alle Zeitangaben in MESZ) (Quelle: BSH).....	<b>109</b>
Abbildung 4.1-1: Tod des Muttertiers während des Geburtsvorgangs (Quelle: Nationalpark-Ranger Rabenstein Juist 2001).....	<b>111</b>
Abbildung 4.1-2: Satellitensender wird auf dem Rücken eines Seehunds fixiert (Quelle: Borchartd, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.) .....	<b>113</b>
Abbildung 4.2-1: Satellitentelemetrische Untersuchungen von Seehunden (blau 2003 Texel, rot 1998 Rottum, grün 2002 Rømø, gelb 2002/03 Westerhever (Quelle: CWSS QSR 2004: Chapter 13: Marine Mammals).....	<b>114</b>
Abbildung 4.2-2: Windgeschwindigkeit ist für das Haul-Out-Verhalten nicht relevant Stürmische Winde aus Süd, Norderney Ostspitze .....	<b>115</b>
Abbildung 4.2-3: Kopfheberate von 100 % und anschließende Flucht.....	<b>117</b>
Abbildung 4.2-4: Sukzessive Wiederbesetzung der Liegefläche nach Störung, Zeitraum 1 Stunde .....	<b>118</b>
Abbildung 4.2-5: Robben- und Vogelschutzgebiete im Untersuchungsraum (Quelle: Müller 2007) .....	<b>120</b>
Abbildung 4.2-6: Ausreichende Distanz, gleichbleibende Geschwindigkeit und Fahrtrichtung maximal parallel zur Seehundbank sorgen nur für niedriges Störpotential.....	<b>121</b>
Abbildung 4.2-7: Distanz zur Seehundbank zu halten ist hier unmöglich (Quelle: Martin Stromann, SKN) .....	<b>122</b>
Abbildung 4.2-8: Erlebnisfahrt zu den Seehundbänken bei stürmischen Nordwestwinden .....	<b>123</b>
Abbildung 4.2-9: Negativ-Beispiele für Erlebnisfahrten, oben Kopfheberate 100 %, unten Kopfheberate 50 % .....	<b>123</b>
Abbildung 4.2-10: Hohes Interesse am Seehund vergrößert Störpotential Je nach Windrichtung oder Sensibilisierungsgrad durch vorangegangene Störungen, reagiert das Rudel different (links Ostwind = Teilflucht und Flucht, rechts Westwind = 100 % Kopfheberate) .....	<b>124</b>
Abbildung 4.2-11: Beispiele für Distanzen von Sportbooten zum Rudel, die keine sichtbare Reaktion hervorgerufen haben.....	<b>125</b>
Abbildung 4.2-12: Extremer Störfall, trockenfallen lassen und übernachten auf der Seehundbank .....	<b>125</b>
Abbildung 4.2-13: Kajakfahrer und Kanuten verursachen auch auf große Distanz massive Reaktionen des Seehundrudels .....	<b>126</b>
Abbildung 4.2-14: Kite-Surfen - ein noch nicht abzuschätzendes Störpotential.....	<b>127</b>
Abbildung 4.2-15: Der Zaun der Ruhezone wird respektiert, trotz Unruhe flüchten die Tiere nicht. ....	<b>128</b>
Abbildung 4.2-16: Im Sommer alltäglich, Fotografieren in der Ruhezone, bzw. im Vogelschutzgebiet ...	<b>128</b>
Abbildung 4.2-17: Selten, Hobbyforscher pirschen sich an und verlassen das VSG für die Seehunde störungsfrei .....	<b>128</b>
Abbildung 4.2-18: Störung bei Niedrigwasser, das Rudel wechselt auf die Liegefläche östlich des Fahrwassers .....	<b>128</b>
Abbildung 4.2-19: Außergewöhnliche Störung - nach Anrobben, Sprint und Versuch mit einem Hechtsprung einen Seehund zu fangen .....	<b>129</b>
Abbildung 4.2-20: Liegegemeinschaft mit Eiderenten .....	<b>130</b>
Abbildung 4.2-21: Vergesellschaftung von Seehund und Kegelrobbe .....	<b>130</b>
Abbildung 4.3-1: Tauchprofil eines weibliche Seehunds (Liebsch, Projekt MINOS) (Quelle: Borchartd, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.) .....	<b>138</b>
Abbildung 4.3-2: Prozentualer Anteil von potentiellen Zwillingen von der absoluten Anzahl n der gezählten Jungtiere. ....	<b>139</b>
Abbildung 4.4-1: Satellitenbild der Seehundbank Norderney Ostspitze (Quelle: Google Earth) .....	<b>142</b>
Abbildung 4.4-2: Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze bei Hochwasser .....	<b>142</b>

Abbildung 4.4-3: Standbild des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze bei Hochwasser aus Abbildung 4.4-2.....	143
Abbildung 4.4-4: Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser .....	143
Abbildung 4.4-5: Basiseinstellung des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser .....	143
Abbildung 4.4-6: Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser .....	144
Abbildung 4.4-7: Basiseinstellung des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze 6 Stunden nach Hochwasser (fast Niedrigwasser).....	144
Abbildung 4.4-8: Schematische Darstellung der Veränderung der Sandbankgröße pro Tidehub. Die gelb umrahmte Fläche bezeichnet den Bereich des Blickfeldes der Kamera, aus dem die Tiere sich bei ablaufendem Wasser, bei Nachrücken an die Wasserlinie, entfernen.....	145
Abbildung 4.4-9: Schematische Darstellung der Veränderung der Sandbankgröße pro Tidehub im Querschnitt, Ansicht aus südlicher Richtung .....	145
Abbildung 4.4-10: Kamera-Korrektur Richtung Osten/ Westen bei ablaufendem/auflaufendem Wasser.....	146
Abbildung 4.4-11: Scharfe Abrisskante - Gefälleübergang.....	146
Abbildung 4.4-12: Überriegeln der Individuen einer Gruppe .....	147
Abbildung 4.4-13: Überriegeln - nur dauerhafte Beobachtung ermöglicht Erfassung der Gesamtzahl der Gruppe: erst bei Auflösung der Gruppe, bzw. Nachrücken zur Wasserlinie ist eine Zählung möglich .....	147
Abbildung 4.4-14: Springtide und nordwestliche Winde sorgen für die Überflutung der gesamten Ostspitze Norderneys .....	147
Abbildung 4.4-15: Problem Regen, das Kamera-System fokussiert auf die Regentropfen .....	148
Abbildung 4.4-16: Der Blickwinkel nach Norden offenbart Störpotential von der Landseite. Nur bei Gesamtschwenks wurde dieser Blickwinkel eingestellt .....	149
Abbildung 4.4-17: Das neue Kamera-System (ab 2008) ermöglicht durch zwei Objektive parallel Total- und Großaufnahmen und Ton-Übertragung.....	150
Abbildung 4.4-1: Aktive Informationsarbeit ist die beste Heulervermeidungs-Strategie .....	151
Abbildung 4.4-2: Kegelrobberkolonie in Estland 2009 .....	153
Abbildung 4.4-3: Skizze Kamera-System auf Schwimmponton .....	153
Abbildung 1: Die Gründer der Seehundaufzucht- und Forschungsstation: Winhold Schumann und Erwin Manninga 1972 .....	213
Abbildung 2: Die erste Station am Norder „Schwanenteich“ 1973 .....	214
Abbildung 3: Neubau der Station in Norddeich 1981 .....	215
Abbildung 4: Seehundstation und Nationalpark-Zentrum 1992.....	215
Abbildung 5: Das Waloseum mit Quarantänestation 2006.....	216
Abbildung 6: Seehundstation Nationalpark-Haus 2007 .....	217
Abbildung 7: Organigramm zum Aufbau des Vereins zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes e.V. ....	218

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1-1: Flächen und deren prozentualer Anteil der NLP-Fläche (Quelle: <a href="http://www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de">www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de</a> ) .....	4
Tabelle 2.1-2: Schutzzonen und deren prozentualer Anteil der NLP-Fläche (Quelle: <a href="http://www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de">www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de</a> ) .....	5
Tabelle 2.3-1: Beispiel des Tideverlaufs, nach dem die Starzeitpunkte der Flugzeuge geplant werden (Quelle: Czeck, 2006, Vortrag Marine Mammals) .....	10
Tabelle 2.3-2: Beispiel der Zählflüge des Jahres 2006 (Quelle: LAVES OI, Huesmann) .....	10
Tabelle 2.3-3: HarbourSealHousing-Test nach Tierärztin Trei.....	21
Tabelle 2.3-4: Mittelwerte Blutparameter des Seehund-Jahrgangs 2000 bei Einlieferung (Quelle: Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich ) .....	22
Tabelle 2.3-5: Farbliche Aufteilung der Flossenmarken der Seehundstationen .....	26
Tabelle 2.5-1: Wertebereiche der verwendeten unabhängigen Variablen .....	33

## Abkürzungsverzeichnis

ad.:	adult
AWZ:	Allgemeinen WirtschaftsZone
BIC:	Bayessches Informationskriterium
BFN:	Bundesamt für Naturschutz
BSH:	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CWSS:	Common Wadden Sea Secretariat
DSL:	Digital Subscriber Line
DWD:	Deutscher Wetterdienst
FPS:	Frames per second
GIS:	Geoinformationssystem
GPS:	Global Positioning System
GV:	Geschlechterverhältnis
HKT:	Hämatokrit
IHK:	Industrie- und Handelskammer
LAN:	Local Area Network = Lokales Netzwerk
LAVES:	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
MARNET:	marines Umweltüberwachungs-Messnetz
MCH:	Mean Corpuscular Haemoglobin = mittlerer Gehalt an in den Erythrozyten
MCHC:	Mean corpuscular haemoglobin concentration = mittlere Hämoglobin Konzentration eines Erythrozyten
MCV:	Mean Corpuscular Volume = mittleres Zellvolumen
MESZ:	Mitteuropäische Sommerzeit
ML:	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung
MThw:	Mittleres Tidehochwasser
NDD:	Norddeich
NLPV:	Nationalpark-Verwaltung
NLP:	Nationalpark
NLWKN:	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NPNordSBefV:	Verordnung über das Befahren der Bundeswasserstraßen in Nationalparks im Bereich der Nordsee
NV:	Nautische Veröffentlichungen
OI:	Oldenburg
PDV:	Phocine Distemper Virus
RdErl.:	Runderlaß
RSG:	Robbenschutzgebiet
sad:	subadult
SMP:	Seal Management Plan
TMAP:	Trilaterales Monitoring und Assessment Programm
TSEG:	Trilateral Seal Expert Group
UFS:	Unbemanntes Feuerschiff
VORIS:	(Niedersächsisches) Vorschrifteninformationssystem
VSG:	Vogelschutzgebiet
W-LAN:	Wireless Local Area Network = Drahtloses lokales Netzwerk
WSD NW:	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest
WSW:	Westsüdwest - Windrichtung



## 1 Einleitung und Fragestellung

Der Seehund (*Phoca vitulina* Linné 1758) ist das Symboltier und der Sympathieträger des Wattenmeeres. Er ist die Spitze der Nahrungskette und somit wichtiger Bioindikator für diesen einzigartigen Lebensraum. Seehunde unterliegen dem Jagdrecht, werden aber nicht bejagt. Seit Anfang der 1970er Jahre gilt eine ganzjährige Schonzeit.

Das Verbreitungsgebiet der Seehunde erstreckt sich über die gesamte Nordhalbkugel, entlang der gesamten Nordseeküste befinden sich Kolonien. Im Bereich der europäischen Wattenmeer-Küste leben Seehunde im Bereich des Wattenmeeres, der Ästuarien, auf den dem Wattenmeer vorgelagerten Inseln.

Das Ökosystem Wattenmeer, das als Nationalpark und Weltnaturerbe besonderen Schutz genießt, wird seit Beginn des 20. Jahrhunderts zunehmend vom Menschen genutzt. Die Interaktionen zwischen Mensch und Seehund intensivieren sich. Für Seehunde, die sich als einzige Robbenart in tidalen Bereichen, fortpflanzen können (ABT 2002), sind die periodisch trockenfallenden Liegeflächen des Wattenmeeres lebensnotwendig. Trotz des Schutzes der Seehunde kommt es dazu, dass Jungtiere besonders in der frühen Laktationsphase vom Muttertier getrennt werden. Mit dem Bestreben die Mutter wiederzufinden, stoßen diese Jungtiere einen Kontaktruf aus, der die Bezeichnung "Heuler" prägte.

Die Intention dieser Arbeit ist die Untersuchung der Ursachen für die Entstehung von Heulern. Die in der Fachliteratur existenten Hypothesen zur Entstehung von Heulern werden in dieser Arbeit geprüft:

### Hypothese 1: Wetter:

- Heuler entstehen insbesondere in ihrer ersten Lebenswoche bei starken west- bis nordwestlichen Winden und entsprechend höher auflaufender Tide, oder bei starken Sommergewittern.
- Hoher Wellengang verstärkt die Gefahr des Kontaktabbruchs
- eine intensive akustische Kulisse erschwert das Zueinanderfinden durch Kontaktrufe
- die Säugephase wird verkürzt, da die Sandbänke nur für einen kurzen Zeitraum trocken fallen

### Hypothese 2: Störungen:

Heuler entstehen durch anthropogene Störungen (nichtgeführte Wattwanderer, Wanderer (auf Inseln), Wassersport, Berufsschiffahrt, Flugzeuge)

- bei schwerwiegenden Störungen flüchten die Tiere panikartig ins Wasser, bereits hier könnte es zu Trennungen kommen
- Störungen reduzieren die bereits durch die Tide zeitlich begrenzte Laktationsphase. Statt Energie durch Muttermilch zu erhalten, verbraucht das Jungtier additiv Energie durch Flucht (Sekundäreffekt: Hautläsionen Nabelbereich) während der Säugephase

Hypothese 3: Zwilling von Zwillingengeburt,

- der zu schwach ist, um zu überleben
- der den Kontakt zur Mutter nicht halten kann
- der von der Mutter nicht versorgt werden kann
- dem die Mutter nicht folgen kann (sie könne nur einem Zwilling folgen)

Hypothese 4: Tod der Mutter

- postnataler Tod der Mutter
- Krankheit der Mutter

Hypothese 5: Ablehnung des Jungtiers durch die Mutter, da

- die Mutter oder das Jungtier zu unerfahren bzw. ungeschickt ist
- das Jungtier zu schwach ist bzw. nicht lebensfähig erscheint
- sich das Jungtier durch zu kurze Abtrennung der Nabelschnur bzw. eine zu lange Nabelschnur, die nachfolgend abreißt, eine Infektion zuzieht

Hypothese 6: Entnahme von ruhenden Jungtieren durch Unbefugte

- Ruhende Jungtiere werden von Touristen fälschlicherweise als Heuler identifiziert und aus falsch verstandener Tierliebe zu einer Seehundstation gebracht.

Für den Untersuchungszeitraum dieser Arbeit, die Jahre 1988 bis 2008, wurden Daten erfasst, durch deren Analyse diese Hypothesen untersucht werden. Die Seehundstation Norddeich verfügt über die Daten aller Seehundfunde im Niedersächsischen Wattenmeer seit dem Jahr 1971. Auf Basis jährlich mehrmals stattfindender Seehundzählflüge wurde der Jungtierbestand modelliert und zur Erklärung der Anzahl der Heulerfunde verwendet. Ebenso werden klimatologische Faktoren, wie mittlere und maximale Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Luft- und Wassertemperatur, Niederschlagshöhe und Sonnenscheindauer, und hydrologische Faktoren wie das maximale Tidehochwasser zur statistischen Erklärung der Heulerfunde im Rahmen einer explorativen Datenanalyse herangezogen.

Im Zuge der Seehundzählflüge werden auch Störungen erfasst. Dies entspricht einer zeitlich sehr begrenzten Stichprobe. Um weitere Daten über die Auswirkungen von Störungen zu erheben, wurde ein autarkes Kamera-System entwickelt, das auf einer Seehundbank auf der Ostspitze Norderneys installiert ist. Seit 2003 bis heute wird ein wildlebendes Seehundrudel in den Monaten Mai bis Oktober störungsfrei und dauerhaft beobachtet und Störereignisse werden dokumentiert. Die Auswertung der vorliegenden Daten erfolgt erstmalig im Rahmen dieser Arbeit.



## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Das Europäische Wattenmeer, das sich an der Nordseeküste von Den Helder in den Niederlanden bis nach Esbjerg in Dänemark erstreckt, hat eine Größe von ca. 14.700 km<sup>2</sup>, ist 450 Kilometer lang und bis zu 40 Kilometer breit. Als Watt bezeichnet man den bei Niedrigwasser freiliegenden Grund der Nordsee. Es handelt sich um das größte zusammenhängende Wattgebiet der Welt. Der flächenmäßig größte Bereich befindet sich mit ca. 60 % an der deutschen Küste, 30 % sind den Niederlanden und 10 % Dänemark zugehörig. Das Wattenmeer ist der Bereich, der sich zwischen dem Fuß des Außendeichs und der Zehn-Meter-Tiefenlinie befindet (MÜLLER 2007).

Die Untersuchungen dieser Arbeit beziehen sich auf die gesamte Niedersächsische Küste. Von der Grenze zu den Niederlanden bis zur Elbe sind insbesondere der Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer, der sowohl die vorgelagerte Inselkette, als auch Teile der Ästuarien der Ems und Weser beinhaltet, als auch die nicht dem Nationalpark zugeordneten Flächen des Dollarts und der Elbe Bestandteil des Untersuchungsgebietes.



Abbildung 2.1-1:  
Untersuchungsgebiet (Quelle: BFN, Habitat Mare 2000)

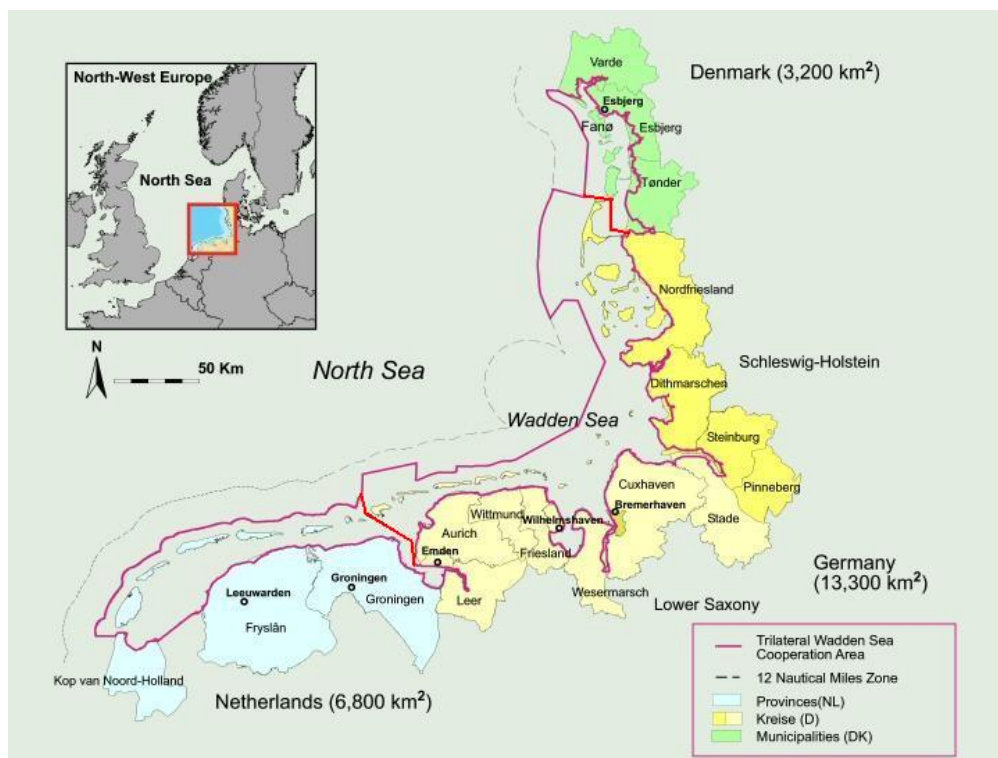


Abbildung 2.1-2:  
Das Europäische Wattenmeer  
(Quelle: Wadden Sea Forum 2009)

Das Niedersächsische Wattenmeer ist seit dem 01.01.1986 als Nationalpark (NLP) ausgewiesen. Seit Juni 2009 ist es Teil des UNESCO-Weltnaturerbes Wattenmeer. Die Gesamtfläche des Nationalparks beträgt ca. 3458 km².

Tabelle 2.1-1:  
Flächen und deren prozentualer Anteil der NLP-Fläche  
(Quelle: [www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de](http://www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de))

Flächenart	Fläche in km²	% der NLP-Fläche
Wattfläche	1.381	40 %
permanente Wasserfläche	1.886	54,5 %
Landflächen (Inseln & Küste)	191	5,5 %

Der NLP Niedersächsisches Wattenmeer ist das zweitgrößte deutsche Schutzgebiet, nach dem NLP Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer mit 4.410 km².

Der Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer ist in drei Schutzzonen eingeteilt. Der Schutz von Tieren, Pflanzen und Landschaft soll mit dem Naturerlebnis und der Erholung der Bewohner und Besucher einhergehen.

Tabelle 2.1-2:  
Schutzzonen und deren prozentualer Anteil der NLP-Fläche  
(Quelle: [www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de](http://www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de))

Schutzzone	Fläche in km <sup>2</sup>	% der NLP-Fläche
Ruhezone	2.369	68,5
Zwischenzone	1.072	31,0
Erholungszone	17	0,5

In der Ruhezone hat der Schutz von Tieren und Pflanzen Priorität. Die Ruhezone darf auf Wander-, Reit- und Radwegen betreten werden, die es ermöglichen, die Natur ohne Störwirkung zu beobachten. In der Zwischenzone soll das typische Landschaftsbild geschützt werden. Sie darf frei betreten werden, Mitnahme von Pflanzen oder zurücklassen von Müll ist nicht gestattet. In den Salzwiesen der Zwischenzone brüten geschützte Vogelarten. Diese Flächen sind gekennzeichnet, sie dürfen in der Brutzeit nur auf den ausgewiesenen Wegen betreten werden. Die Erholungszone dient der ruhigen Erholung des Menschen.

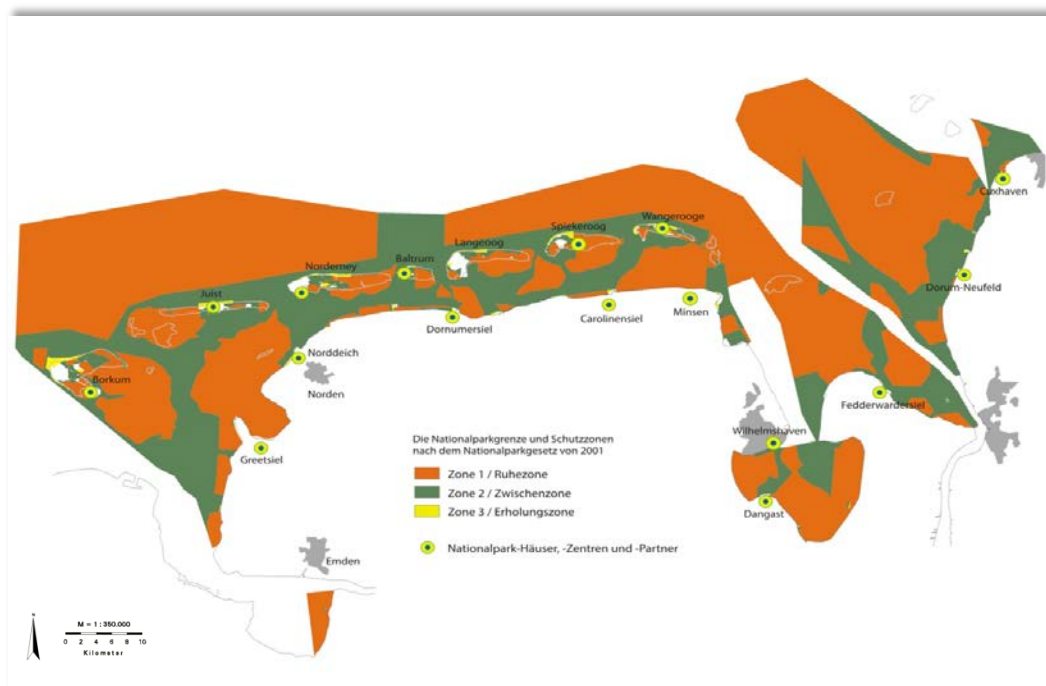


Abbildung 2.1-3:  
Zonierungskonzept des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer  
(Quelle: [www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de](http://www.nationalpark-wattenmeer.niedersachsen.de), 2010)

Das Wattenmeer entstand vor ca. 8.000 Jahren durch die Eiszeit und nachfolgende Prägung durch die Gezeiten. Nahezu 70 % des Wattenmeeres fallen trocken. Je nach Überflutungsdauer und -häufigkeit haben sich drei nennenswerte Bereiche gebildet. Das Sublitoral ist ständig von Wasser bedeckt. Das Eulitoral, auch Gezeitenzone, ist der Bereich zwischen Niedrig- und Hochwasserlinie. Durch verschiedene Fließgeschwindigkeiten gibt es eine kleinräumige Zonierung in Sand-, Misch und Schlickwatt. Es wird durchzogen von Prielen (natürlichen Flusssystemen), durch die bei Flut das Wasser einfließt und bei Ebbe

abfließt. Diese sind teils auch bei Niedrigwasser wasserführend und somit Rückzugsgebiet für wasserabhängige Organismen. Das Supralitoral befindet sich über der Hochwasserlinie und wird nur sporadisch überflutet: Salzwiesen, Dünen und Strände. Der hohe Eintrag von Sedimenten ist Ursache dafür, dass, nach dem Tropischen Regenwald, das Wattenmeer das zweitproduktivste Ökosystem der Welt ist. Nahezu 4.000 Tier- und Pflanzenarten sind auf den nahrungsreichen Lebensraum spezialisiert. Die Artenzahlen für die ostfriesischen Inseln belaufen sich sogar auf insgesamt ca. 1.500 Pflanzenarten und ca. 8.000 Tierarten. Dies entspricht einem Viertel der deutschen Flora und einem Fünftel der deutschen Fauna bei einer Gesamtfläche von ca. 100 km<sup>2</sup> (0,3 % der Gesamtfläche Deutschlands)<sup>1</sup>. Deshalb wird das Wattenmeer als "Brennpunkt" der biologischen Vielfalt bezeichnet (NLPV 2009). Die Artenvielfalt und der daraus resultierende Nahrungsreichtum ist auch ein Grund dafür, dass das Wattenmeer die "Drehscheibe" des ostatlantischen Vogelzugs ist. Es hat internationale Bedeutung als Rastgebiet für Brutvögel nordischer Länder, die sich hier die Fettreserven anfressen, welche sie für eine erfolgreiche Brut benötigen. So finden sich im gesamten Wattenmeer im Frühjahr und Herbst etwa 10–12 Millionen Vögel ein. Ebenfalls hoch ist die Bedeutung als Mauser- und Überwinterungsgebiet. Gleichzeitig ist es die Kinderstube vieler Fischarten und Lebensraum für Meeressäuger wie Schweinswale, Kegelrobben und Seehunde.



Abbildung 2.1-4:  
Das Niedersächsische Wattenmeer bei Hochwasser (oben) und bei Niedrigwasser (unten)  
(Quelle: NLPV Niedersächsisches Wattenmeer)

Das Niedersächsische Wattenmeer wird jedoch auch intensiv genutzt. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat einige interessante Graphiken zur Nutzung der Küstenregion publiziert, die veranschaulichen, wie intensiv tatsächlich dieser Bereich frequentiert wird. Aus den Abbildung 2.1-5 der Seehundsichtungen in der Allgemeinen Wirtschaftszone (AWZ) und Abbildung 2.1-6 der Nutzung der küstennahen Gebiete wird deutlich, dass Seehunde, die auf Beutezug sind, permanent durch Schiffsverkehr, Offshore-

<sup>1</sup> Zahlen aus "Weltnaturerbe Wattenmeer" der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer (2009)

Windkraftanlagen und daraus resultierender Unruhe und Lärm tangiert werden. Die Nutzungsübersicht beinhaltet eine Vielzahl relevanter Faktoren wie Schifffahrt, Fischerei, Seekabelverlegung, Sand- und Kiesabbau, Offshore-Windenergie, militärische Aktivitäten, Öl- und Gasgewinnung.

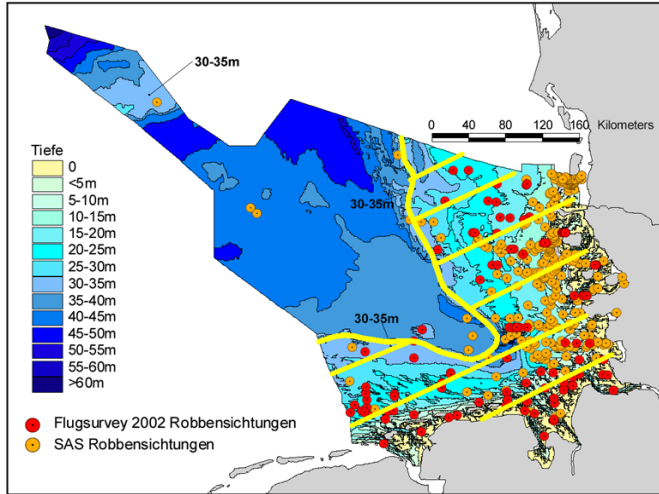


Abbildung 2.1-5:  
Die Nordsee - Festlandsockel und Seehund-sichtungen in der AWZ  
(Quelle: BORCHARDT, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.)

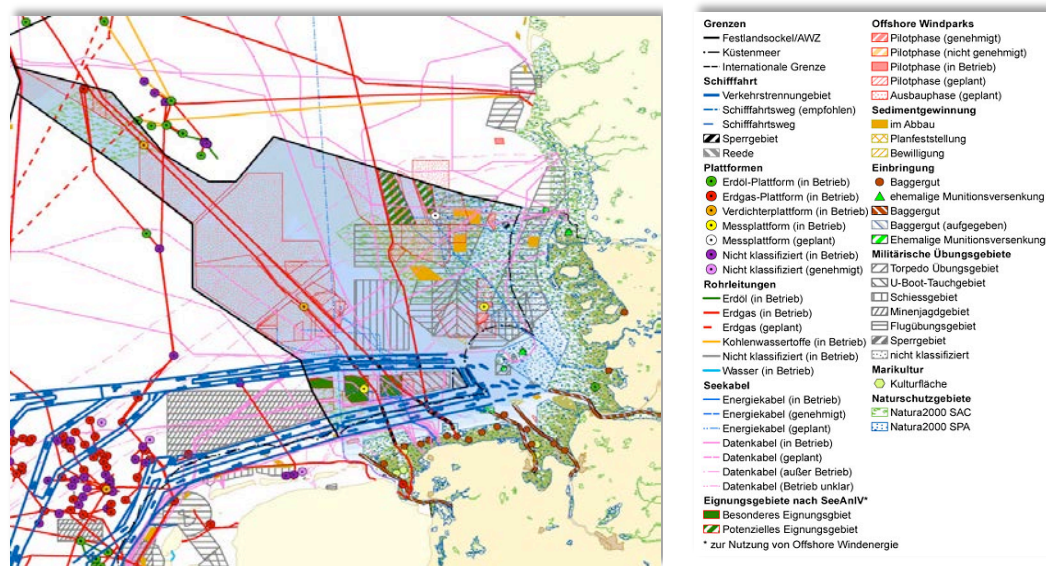


Abbildung 2.1-6:  
Nutzungen der Nordsee  
(Quelle: BFN/BSH)

Ein schwerwiegender Faktor, der insbesondere für die Lebensräume Insel und Wattenmeer relevant ist, wird jedoch nicht genannt - Tourismus. Das Untersuchungsgebiet ist ein Ort vielfältiger, touristischer Aktivitäten. Vom Badeurlaub bis zum Wassersport, von der Wattwanderung bis zur Tierbeobachtung reichen die Interessen der Gäste.

## 2.2 Seehund

Seehunde gehören zur Familie der *Phocidae* (Hundsrobben), der Unterfamilie *Phocinae* (Seehunde) und der Gattung *Phoca*, die aus sieben Arten besteht. Gegenstand dieser Arbeit ist die Art *Phoca vitulina* Linné 1758 bzw. die Unterart *Phoca vitulina vitulina* (Europäischer Seehund), eine von fünf Unterarten.

Durch seine fortpflanzungsbiologische Anpassung kann sich der Seehund als einzige Robbenart in tidalen Bereichen, die nur periodisch trockenfallen, fortpflanzen (ABT 2002): Seehunde gebären sehr weit entwickelte, schwimmfähige Jungtiere. Der Haar- und Zahnwechsel wird bereits im Embryonalstadium vollzogen (JOHN 1984).

Seehunde sind durch ihre spindelförmige Körperform, kurzen Flipper und die gut isolierende Fettschicht, den Blubber, an die semiaquatische Lebensweise angepasst. Das kurzhaarige dichte Fell fungiert ebenfalls als Isolator. Die Fellfarbe variiert individualspezifisch. Die Färbung des Rückenfells ist meist dunkler als die des Bauchfells. Jungtiere sind durch ihre silbergraue Fellfarbe gut von Subadulten und Adulten zu differenzieren. Der Kopf ist relativ klein und rundlich. Seehunde besitzen im Gegensatz zu den Ohrenrobben keine Ohrmuschel. Die wichtigsten Organe sind die dunklen Augen und die Vibrissen (Barthaare).

Männliche Tiere werden bis zu 1,80 Meter lang, 120 Kilogramm schwer und durchschnittlich 25 Jahre alt. Weibchen erreichen eine Körperlänge von bis zu 1,60 Meter, werden bis zu 120 Kilogramm schwer und haben eine durchschnittliche Lebenserwartung von bis zu 35 Jahren.

Der Jahresrhythmus der Seehunde unterliegt einem ausgeprägten Ablauf: Im Sommer beginnt ab Ende Mai die Geburtenphase, der sich die vier- bis sechswöchige Aufzucht- bzw. Laktationsphase anschließt. Der Fellwechsel findet je nach Altersklasse parallel von Juni bis September statt. In diesen Phasen sind Seehunde von ihren terrestrischen Liegeflächen abhängig. Die Paarung der polygamen Seehunde findet im August im aquatischen Lebensbereich statt. Die Trächtigkeit dauert zehn bis elf Monate, inklusive einer vier- bis sechswöchigen Diapause. Im Winter bauen Seehunde ihre Fettreserven auf. Sie sind marine Prädatoren, die sich jahreszeitlich differenziert von verschiedensten benthischen und pelagischen Fischarten ernähren. Seehunde sind Nahrungsopportunisten. Die hohe Variabilität ihres Beutespektrums reicht von der Krabbe über den Sandaal und Plattfisch bis zum Kabeljau. Im Sommer verbrauchen sie die im Winter kumulierten Energiereserven zum Großteil (ORTHMANN 2000).

Ab Anfang Mai beginnen insbesondere trächtige Weibchen die Liegeflächen im Wattenmeer zu besetzen, auf welchen sie die Jungtiere gebären (JOHN 1984, ABT 2002). Sofort nach dem Trockenfallen der Liegefläche setzt die Geburt ein (TEMTE 1994). Die Jungtiere haben ein durchschnittliches Geburtsgewicht von acht bis zehn Kilogramm, werden sofort gesäugt und müssen bei auflaufendem Wasser bereits in der Lage sein, der Mutter schwimmend zu folgen (JOHN 1984). Um überlebensfähig zu sein, müssen die Jungtiere in dieser Phase ihr Körpergewicht nahezu verdreifachen. In der Laktationsphase reagieren insbesondere Mutter-Jungtier-Verbände äußerst empfindlich auf ihre Umweltbedingungen (WIPPER 1974, JOHN 1984).

## 2.3 Seehundpopulation und Heulerfunde im Niedersächsischen Wattenmeer

Um Aussagen über Anzahl, Gesundheitsstatus, aber auch Fundorte von Heulern treffen zu können, wird in diesem Kapitel die Populationsgröße und -verteilung des Seehundbestandes betrachtet.

Das europäische Wattenmeer ist ein offenes Ökosystem. Trotzdem gilt die Population des Seehundbestandes innerhalb dieses Bereiches als weitestgehend abgeschlossen (JOHN 1984, ABT 2002). In dieser Arbeit wird der niedersächsische (und hamburgische) Teil des Wattenmeeres betrachtet. Es sind Zu- und Abwanderungen aus den benachbarten Bereichen beobachtet worden (DRESCHER 1979, WIPPER 1974, REIJNDERS 1984, JOHN 1984, RIES 1999, ABT 2002, MÜLLER 2007). Dieser unterschiedlich intensive, regionale Austausch konnte jedoch nicht ausreichend verifiziert werden, um in dieser Arbeit berücksichtigt zu werden. So hat JOHN (1984) die Hypothese aufgestellt, dass der Niedersächsische Bestand durch subadulte Seehunde aus dem Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer aufgefüllt werde. Diese Hypothese bestätigt auch REIJNDERS 1983. Ursächlich soll jedoch ein "Überbestand", also mangelnder Platz auf den Liegeplätzen und Nahrungsmangel in Schleswig-Holstein dafür verantwortlich sein (JOHN 1984). Betrachtet man jedoch die Entwicklung der Gesamtpopulation in den folgenden Jahrzehnten, kann diese Hypothese widerlegt werden. Die heutigen Populationen in Schleswig-Holstein und in Niedersachsen sind um ein Vielfaches höher als in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts. Da keine verifizierbaren Daten über den realen Austausch von Individuen der Teilpopulationen existent sind, beschränkt sich diese Arbeit auf die Daten, die bei den Zählflügen generiert werden. Diese werden mit Korrekturfaktoren belegt (s.u. 3.1.2).

Populationsparameter wie Altersverteilung, Geschlechterverteilung und Sterblichkeit in der Gesamtpopulation werden in dieser Arbeit nur peripher behandelt.

### 2.3.1 Feststellung der Populationsgröße - Zählflüge

Von 1958, dem Beginn der Zählungen des Seehundbestandes, bis 1975 wurden die Zählungen der Seehunde von Schiffen durchgeführt. Die Maximalzahl an Tieren, die sich auf Sandbänken befinden, ist logischerweise bei Niedrigwasser festzustellen, wenn alle potentiellen Liegeplätze trockengefallen sind. Zu diesem Zeitpunkt sind große Teile des Wattenmeeres mit Schiffen jedoch nicht zu erreichen. Man muss deshalb davon ausgehen, dass bis 1975 nur ein Bruchteil des realistischen Bestandes erfasst wurde.

Ab 1975 wurden die Zählungen modifiziert. Je nach Finanzlage der Länder wurden zwischen 3 und 10 Zählflüge per anno durchgeführt. Die trilateral koordinierten Zählungen (**SealManagementPlan**), also alle Zählungen im Wattenmeer, sollen möglichst am gleichen Tag stattfinden. Aufgrund der Größe des zu befliegenden Bereichs und der Tidewelle ist das jedoch nicht möglich. Seit 2002 werden in Niedersachsen fünf Zählflüge per anno durchgeführt. Drei Flüge finden in der Geburtsphase von Anfang Juni bis Mitte Juli statt. Zwei Flüge werden zur Phase des Haarwechsels der Tiere, Mitte Juli bis Mitte August, durchgeführt.

Tabelle 2.3-1:

Beispiel des Tideverlaufs, nach dem die Starzeitpunkte der Flugzeuge geplant werden  
(Quelle: CZECK, 2006, Vortrag Marine Mammals)

Datum	Flugplatz	NW	Stunden
01.06.2006	Borkum	NW 09.16 Uhr	0
01.06.2006	Hooksiel	NW 10.54 Uhr	+ 1,5 h
01.06.2006	Cuxhaven	NW 11.46 Uhr	+ 2,5 h

Tabelle 2.3-2:

Beispiel der Zählflüge des Jahres 2006  
(Quelle: LAVES OI, HUESMANN)

Termin	Emden	Mariensiel	Luneplate
11.06.2006	13:00	14:45	15:30
25.06.2006	12:45	14:15	14:45
09.07.2006	11:25	13:00	13:45
08.08.2006	12:10	13:45	14:30
23.08.2006	11:45	13:00	13:45

Die Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer stellt Zählkarten, basierend auf den neuesten Seekarten, zur Verfügung und wertet die Ergebnisse aus. Die Organisation der Zählflüge obliegt dem **L**andesamt für **V**erbraucher**S**chutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) in Oldenburg. Im Bereich Niedersachsens gibt es drei Startflughäfen, Norddeich/Emden, Mariensiel und Luneplate. Dem Verlauf der Tide angepasst starten die Zählflüge an einem Tag zeitversetzt.

Bei den Flügen wird versucht, detailliert Jungtiere von Alttieren zu unterscheiden und See-hunde und Kegelrobben getrennt zu erfassen. Die Differenzierung von Jungtieren und subadulten Einjährigen ist, zum Ende der Geburtsphase, nur mit Einschränkung möglich. Infolgedessen wird von den Zählenden auf vage "Einschätzungen" verzichtet und entsprechend kein Jungtier bei den Zählflügen Ende Juli bis Mitte August explizit ausgewiesen (HUESMANN 2007, LAVES, persönlicher Kommentar). Die Zählflieger registrieren ebenso Störungen (CZECK, 2006, Vortrag Marine Mammals).



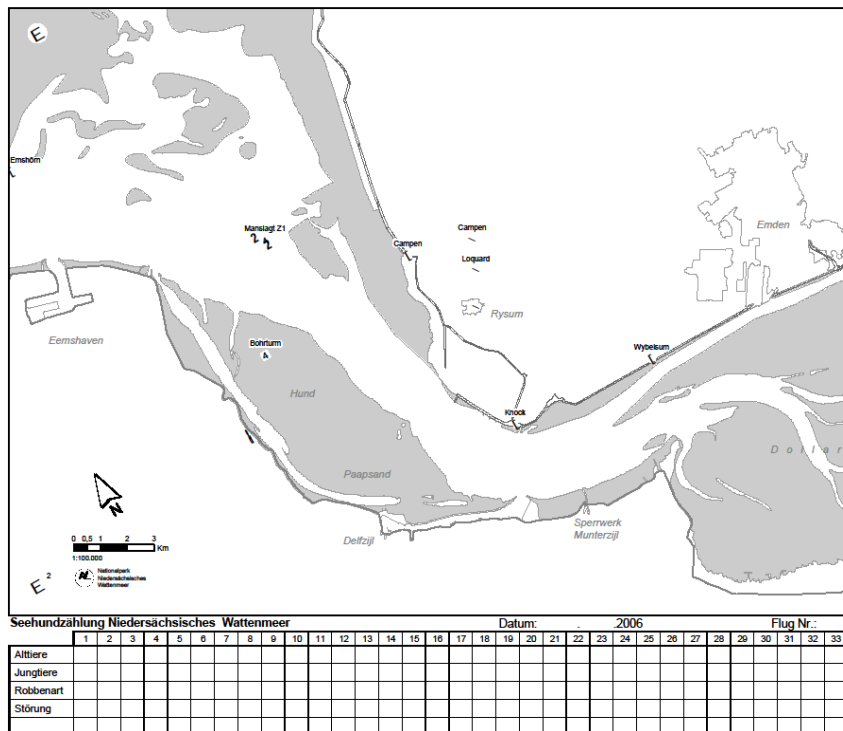


Abbildung 2.3-1:  
 Bsp.: Zählflugkarte Nr.1, Maßstab 1:100.000  
 (Quelle: CZECK NLPV Nds. Wattenmeer)

Die Flugzeuge sind mit einem Piloten und einem Zähler, z.T. mit einem Zweitähler besetzt. Die Zähler rekrutieren sich aus den örtlichen Jägerschaften und sind ehrenamtlich tätig. Die Zählung erfolgt per Handzählung, also rein visuell. In anderen Ländern wird eine andere Methodik verwendet. Der Zähler fotografiert die Gruppen und erarbeitet das Ergebnis am Computer.

Das Wattenmeer wird von West nach Ost, dem Tideverlauf folgend, bestmöglich bei absolutem Niedrigwasser und ab Mittag befliegen (SCHWARZ 1997). Der westliche Teil des Niedersächsischen Wattenmeeres erstreckt sich vom Dollart bis nach Spiekeroog. Der mittlere Teil wird befliegen von Spiekeroog gen Osten bis Bremerhaven und beinhaltet den Jadebusen. Der östliche Teil beginnt in Bremerhaven und endet in Cuxhaven.

Aus den Zählflugkarten generiert das LAVES die Populationsdaten. Diese werden für die o.g. Teilbereiche erfasst, kumuliert und nach Abschluss der Zählflüge veröffentlicht.

Die Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer generiert aus den Zählflugdaten Kartenmaterial, das die Population nach Häufigkeiten darstellt (Abbildung 2.3-2). Die Ergebnisse der Seehundzählungen im Niedersächsischen Wattenmeer für die Jahre 1958 bis 2008 und Darstellungen der Population nach Häufigkeiten für die Jahre 1991 bis 2008 befinden sich im Anhang 1.

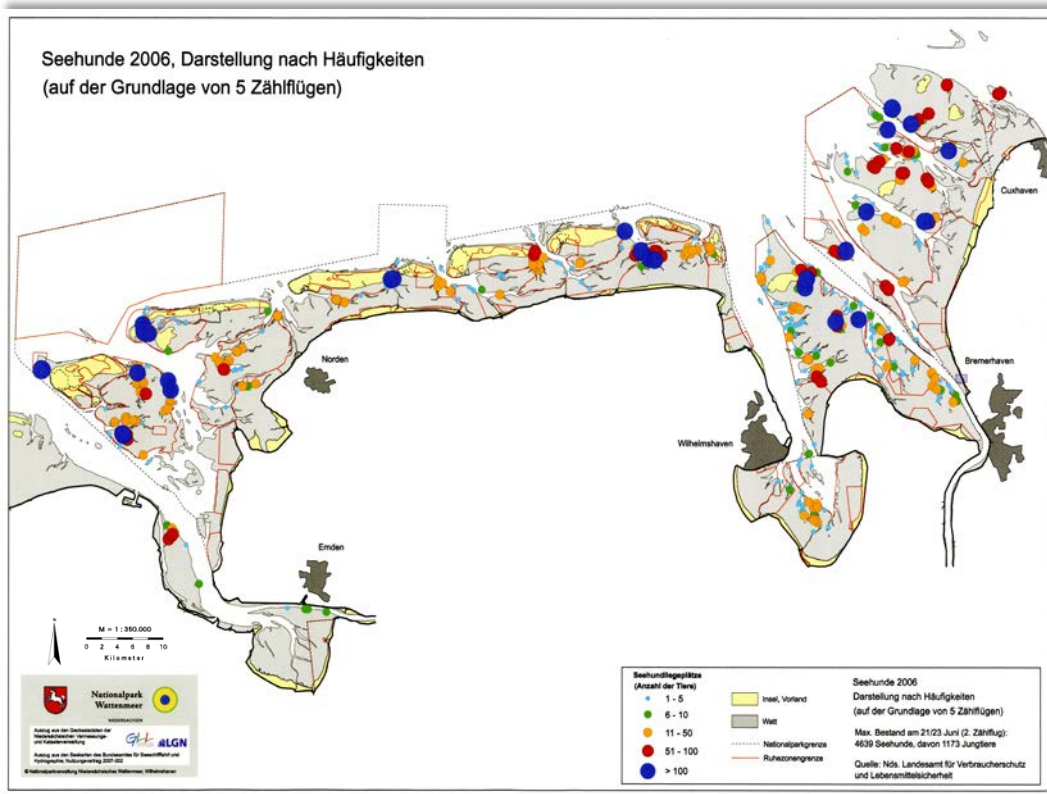


Abbildung 2.3-2:  
Darstellung nach Häufigkeiten der Seehundpopulation im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer 2006  
(Quelle: Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer)

### 2.3.2 Altersstruktur - Altersverteilung der Seehundpopulation

Eine detaillierte Altersstruktur des Bestandes ist trotz verschiedener Untersuchungen nicht bekannt. Bereits 1966 wurde, anhand von erlegten Seehunden, das Alter von Seehunden per Querschliff durch die Zahnwurzel bestimmt. Parallel wurde die Länge des Baculums<sup>2</sup> untersucht (MOHR 1966). Die Mittelwerte der Baculum-Längen lassen auf das ungefähre Alter der Seehundrüden schließen. Die Untersuchung gewährt eine Basis für weitergehende Untersuchungen, die Stichprobe war jedoch zu gering und die erlegten Tiere nicht repräsentativ für die Altersklassen des Gesamtbestands. Zudem bietet das Baculum nur die Möglichkeit der Schätzung des Alters männlicher Tiere.

REIJNDERS hat 1975 die "Spurbreiten-Methode" entwickelt. Seehunde, die entweder bei ablaufendem Wasser der Wasserlinie nachrücken oder bei Flucht die Sandbank verlassen, hinterlassen "Eingriffe" der Krallen der Vorderflipper im Sand. REIJNDERS hat den Abstand zwischen den Eingriffen vom linken zum rechten Vorderflipper vermessen und eine statistische Absicherung für drei Altersklassen herbeigeführt: Juvenile bis 32 cm Spurbreite, Subadulte mit 36 cm bis 55 cm Spurbreite und Adulte > 56 cm. JOHN (1984) wiederum, hat die Ergebnisse der Spurbreiten-Methode teilweise widerlegt - je nach Festigkeit des San-

<sup>2</sup> Penisknochen

des, Gefälle der Sandbank und Geschwindigkeit des sich fortbewegenden Tieres, werden die o.g. Maße unbrauchbar bzw. sind diese unrealistisch.

Der Versuch, aus der Feststellung des Alters von Totfunden die Altersstruktur statistisch zu berechnen, ist nicht möglich (JOHN 1984). Zwar wäre es möglich, eine "Lebensstafel" (CAUGHLEY 1977) zu konstruieren, aus der indirekt die Altersstruktur der Population ablesbar wäre. Dies funktioniert aber nur, wenn die Exponentialrate des Wachstums der biologischen Einheit bekannt ist. Ebenso muss die Wahrscheinlichkeit des Todes für Tiere jeglicher Altersklasse gleich sein, und der Stichprobenumfang sollte groß genug sein. Die beiden erstgenannten Parameter sind allerdings nicht bekannt.

ABT (2002) hat Altersbestimmungen an Totfunden von 1988 bis 1999 durchgeführt. Jungtiere des jeweils aktuellen Jahrgangs waren anhand der Zahnentwicklung, ggf. sogar durch Relikte der Nabelschnur erkennbar. Ein Teil der Subadulten (Vorjährige bis 1,5 Jahre) ist durch Körpermaße oder die Begutachtung der Pulpahöhle eines Eckzahns, die sich frühestens nach dem ersten Lebensjahr schließt (MOHR 1966, BIGG 1969, MATZKE 2001), identifiziert worden. Mehrjährige hat ABT der Zahnzementzonenuntersuchung unterzogen. Mit einer Stichprobengröße von 4.716 Tieren, davon 3.305 Abgänge der Staupe 1988, hat ABT eine gute Basis geliefert. Dass die Altersverteilung der Totfunde, diejenige der Ausgangspopulation repräsentiert (MARSH & SCHEIBEL 1989) ist jedoch anzweifelbar. DIETZ et al. (1989) gehen vom Verlust des nahezu gesamten Jahrgangs 1988 aus. HEIDE-JØRGENSEN et al. (1992) haben überproportionale Verluste bei verschiedenen demographischen Gruppen festgestellt. Die natürlichen Populationsabgänge können also aus dem Grund, dass sie sich aus einem Mischverhältnis von Altersverteilung und altersspezifischer Sterblichkeit zusammensetzen, nicht den Altersaufbau direkt widerspiegeln.

Die Idee, mit einem einfacheren Ansatz der Problemlösung näherzukommen, wäre die Reduktion der Altersstufen auf drei ökologische Altersstadien: präreproduktiv - juvenile und subadulte Individuen. D.h. beim Weibchen bis ca. zum 3. Lebensjahr, beim Männchen bis zum 4. bis 5. Lebensjahr, reproduktiv - alle Älteren als in der präreproduktiven Klasse (Adulte) und postreproduktiv - keine Fortpflanzungsaktivität mehr (JOHN 1984). Letztere Klasse ist zu vernachlässigen, da der Seehund eine sehr lange und hohe Fortpflanzungsaktivität aufweist (BIGG 1969, WIPPER 1974). Aber da nicht bekannt ist, wieviele Tiere einen "neuen" Jahrgang begründen, ist selbst diese simple Variante unkalkulierbar.

### 2.3.3 Mortalität der Seehundpopulation

Gerade die Mortalität, die insbesondere in der Jugendklasse einen wichtigen Faktor darstellt, ist eine weitere unbekannt Variable. Die Dynamik einer Population basiert auf Reproduktion und Sterblichkeit (ABT 2002). Um die Variablen berechnen zu können, muss Datenmaterial von größeren Stichproben zur Verfügung stehen, die die Altersverteilung des Bestandes repräsentieren. ABT (2002) weist in der Methodenkritik seiner Arbeit darauf hin, dass der Großteil der Daten (die der Totfunde infolge von Staupe 1988) nicht für die Modellierung der Altersstruktur nutzbar war. Er reduzierte im Rahmen seiner populationsdynamischen Analyse auf die Daten der natürlich verendeten Tiere 1989 bis 1999. Statt erwarteter/kalkulierter 14 % Totfunde des zählbaren Bestandes, wurden jedoch weniger als 3 % an Totfunden registriert. Ergänzend stellt ABT die Frage, ob die Altersverteilung der Totfunde aufgrund des Geschlechts und des Alters, respektive der unterschiedlichen, saisonalen Bindung an Land, repräsentativ wären. Die räumliche Verteilung der Seehunde im Wattenmeer variiert mit Alter, Geschlecht und Reproduktionsstatus der Individuen (DRESCHER 1979, JOHN 1984, TOUGAARD 1989). Eine repräsentative Stichprobe ist somit nicht existent.

Die Intention dieser Arbeit ist nicht, populationsdynamische Parameter und Entwicklungen zu modellieren. Ausschließlich die relative Bestandeshöhe und die daraus resultierende potentielle relative Anzahl von Jungtieren sind Parameter, die in der deskriptiven Bestandsdarstellung relevant sind.

Für die Mortalitätsrate von Jungtieren (Erstjahressterblichkeit) gibt es in der Literatur vielfältige Angaben. Nach der Kalkulation einer Mortalitätsrate von 60 % bis 65 % (REIJNDERS 1978, DRESCHER 1979) legte REIJNDERS (1997) neuere Untersuchungen vor, die die Mortalitätsrate im 1. Jahr auf 42,7 % beziffert. ABT (2002) schätzt die Mortalitätsrate auf  $\leq 35$  %. Eine unkonventionelle, aber durchaus realistische Berechnung legt BORCHARDT (1995) mit einer Mortalitätsrate von 25 % vor. Die Daten, die dem Verfasser vorliegen, lassen nicht im Ansatz zu, Hypothesen über die Mortalitätsrate zu formulieren. Die Gesamtanzahl der registrierten Heuler-Totfunde von 1988 bis 2008 im Niedersächsischen Wattenmeer (die Staupe-Jahre 1988 und 2002 wurden wegen der Gefahr der massiven Verzerrung der Ergebnisse herausgefiltert) beläuft sich auf 274 Individuen! Das prozentuale Maximum an Jungtier-Totfunden wurde 2001 mit 30 Individuen ermittelt. Dies entspricht nicht einmal 3 % der absolut gezählten, also nicht modellierten, oder mit Korrekturfaktoren belegten Jungtieranzahl im gleichen Jahr!

Sicherlich sind die Mortalitätsraten nicht per anno pauschal vergleichbar. Der Gesundheitsstatus und die Größe der Population sind genauso zu berücksichtigende Parameter, wie die Witterungsbedingungen und Störungsintensitäten. In diese Arbeit wird deshalb eine Mortalitätsrate von 30 % der Jungtiere angenommen. Diese basiert auf einer Mischkalkulation bzw. dem Mittelwert der von BORCHARDT (1995) und ABT (2002) entwickelten Werte.

#### 2.3.4 Zwillingsgeburten

Zur Feststellung der Anzahl von Zwillingsgeburten standen ausschließlich die Ergebnisse aus den Beobachtungen der Seehundzählflüge zur Verfügung.

Die Datenbasis ist nicht belastbar. Eine statistische Auswertung konnte aus diesem Grund nicht durchgeführt werden. Die zwillingspezifischen Daten werden in Kapitel 4.3.4 diskutiert.

#### 2.3.5 Beschreibung der Jungtierpopulation

Das Vorhandensein von Jungtieren ist notwendige Voraussetzung zur Entstehung von Heulern. Hypothese: Sind viele Jungtiere im Wattenmeer, so sind auch Heulerfunde wahrscheinlicher. Dabei sind jedoch zum größten Teil nur solche Jungtiere von Bedeutung, die nicht älter als 2 Wochen sind. Um die Dynamik der Jungtiere in einem statistischen Modell beschreiben zu können, wurde die Zahl der bis 2 Wochen alten Jungtiere für jeden Tag des Untersuchungszeitraumes (1. Mai bis 31. Juli jeden Jahres von 1988 bis 2008) von den Flugzählungen abgeleitet.

Um Aussagen über die Anzahl der gefundenen Tiere und auch über deren Fundorte treffen zu können, müssen verschiedene Populationsparameter dargestellt werden. Mutter und Jungtier müssen zur Laktation des Jungtieres während der Niedrigwasserphase die Sandbank frequentieren (WIPPER 1974, JOHN 1984). Ein ergänzender einschränkender Faktor ist, dass Teile der Neugeborenen in den ersten Tagen sterben (ABT 2002).

### 2.3.5.1 Datenmaterial

Es werden jährliche Zählflüge nach Vorgaben des Trilateralen Seehundabkommens durchgeführt. Im Laufe der Jahre wurden unterschiedlich viele Befliegungen vorgenommen. Es fanden im Zeitraum von 1988 bis 2008 minimal drei Zählflüge während der Setzperiode statt. Seit dem Jahr 2002 wird das Wattenmeer per anno dreimal während der Setzperiode und zweimal während der Haarwechselphase befliegen. Die Zählflüge, Ende Juli bis Mitte August, in der Phase des Haarwechsels, ergaben keine Daten zu Jungtieren, da diese zu diesem Zeitpunkt nicht mehr von im Vorjahr geborenen, schwachen Subadulten zu unterscheiden sind, bzw. ein Teil der Jungtiere bereits selbständig ist und keinen Kontakt zum Muttertier hat. Die Zählflüge, die von Ende Mai bis Mitte Juli durchgeführt wurden, erfassen die Jungtiere, die sich zum Zeitpunkt der Befliegung auf den Ruheplätzen aufhalten. Im Verhältnis zur großen Zahl der Jungtiere sind eventuell mit gezählte Totgeburten nicht von Bedeutung.

### 2.3.5.2 Ableitung eines Parameters zur Beschreibung der Jungtierpopulation

Die Jungtierpopulation wurde jahresspezifisch von 1988 bis 2008 durch eine Funktion ausgedrückt. Hierzu wurde manuell in MS EXCEL eine Funktion so angepasst, dass sie die durch die Zählflüge gefundenen Zahlen – korrigiert mit dem Faktor 1,2 (s.o.) – beschrieb. Der Funktionswert für jeden Tag des Untersuchungszeitraumes wurde als geschätzte Geburtenrate berechnet und für jeden Tag wurden diese Geburtenraten der letzten zwei Wochen zum Parameter <bis\_2Wo> aufsummiert. Dieser wurde als ein Parameter zur statistischen Modellierung der Heulerfunde herangezogen (s. Kapitel 2.8).

Das Modell für die Anzahl der bis zum Tag X geborenen Jungtiere wurde wie folgt definiert: Die jährliche Gesamtzahl von Jungtieren wurde als Produkt der maximalen Jungtierbeobachtungen während der relevanten Zählflüge des entsprechenden Jahres mit dem Korrekturfaktor 1,2 geschätzt:  $G_J = \max(\text{Zählflug}_{JJJJ}) * 1,2$ . Grundmodell für den Verlauf der Geburtenrate war die Standardnormalverteilung. Um auch eine Schiefe des Modells anpassen zu können, wurden 3 Zeitpunkte zur Parametrisierung herangezogen: Zeitpunkt der ersten Geburt  $X_1$ , Zeitpunkt der Kulmination der Geburtenrate  $X_k$  und Zeitpunkt der letzten Geburt  $X_n$ . Für jedes Jahr wurden dementsprechend n Tage mit Geburten festgesetzt. Folgende Funktionen beschreiben das Modell zur Jungtierpopulation:

$$f_1(X) = \begin{cases} [(X-X_k)/(X_k - X_1)] * 3 & ; X < X_k \\ [(X-X_k)/(X_n - X_k)] * 3 & ; X \geq X_k \end{cases} \quad (1)$$

$f_1$  entspricht somit den um 3 überhöhten relativen Abständen des Datums zum Kulminationstag.

$$f_2(f_1(X)) = \begin{cases} 0 & ; X < X_1 \\ G_J & ; X > X_n \\ F(f_1(X)) * G_J & ; X_1 \leq X \leq X_n \end{cases} \quad (2)$$

F ist hier die Verteilungsfunktion einer standardnormalverteilten Zufallsvariable multipliziert mit der Gesamtzahl der Jungtiere  $G_J$ .

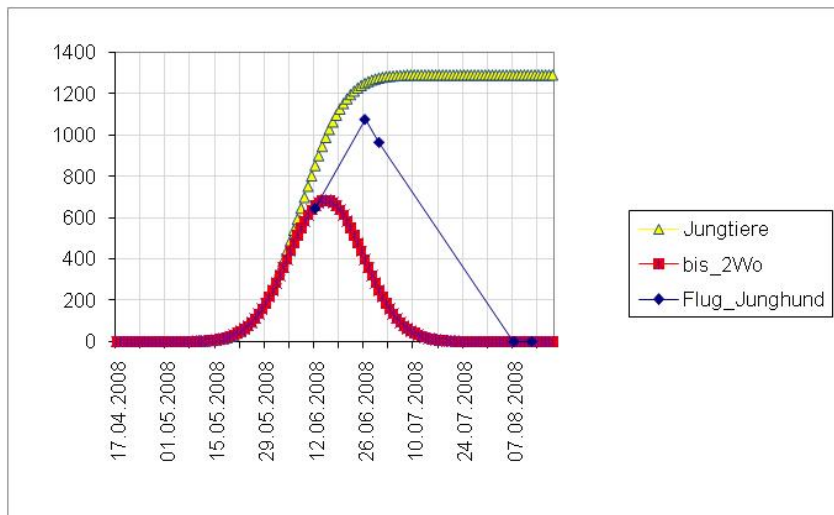


Abbildung 2.3-3:

Darstellung der im Jahr 2008 gezählten Jungtiere (blau), der modellierten Anzahl des um den Korrekturfaktor 1,2 korrigierten Jungtierbestands (gelb) und der daraus abgeleiteten Zahl der Jungtiere bis zu einem Alter von zwei Wochen (rot)

Die Verteilung des so entstandenen Parameters wird in Anhang 4 nach Jahren getrennt durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

### 2.3.6 Freilanderhebung - Funddaten der Seehunde

Heuler werden seit ca. 1980 nahezu von den gleichen Personen geborgen. Die früher übliche grobe Angabe des Seehundfundortes, z.B. "Juist/Bill", wurde im Laufe der Jahre verfeinert. Seit 2001 werden genaue GPS-Daten genutzt. Die Mitarbeiter der Seehundstation Nationalpark-Haus wurden mit verschiedenen Garmin GPS-Handhelds ausgestattet. Um die Daten der Fundorte vor 2001 genauer festlegen zu können, wurden die jeweils zuständigen Wattenjagdaufseher befragt. Häufig waren die Funde in relativ gleichem topographischen Raum zu finden (PETRUS pers. Kommentar 2009). Die Ergebnisse der Befragungen wurden nachfolgend mit detaillierten Koordinaten in eine Datenbank und zur Visualisierung in digitale Karten eingepflegt. Ebenso wurde mit den Totfunden verfahren. In Abbildung 2.3-4 ist das Beispieljahr 1991, geringer Bestand, und in Abbildung 2.3-5 das Jahr 2008, hoher Bestand, aufgeführt. Alle weiteren Darstellungen sind im Anhang 2 zu finden. Die Karten sind den jeweiligen Darstellungen der Seehundpopulation nach Häufigkeiten jahresweise zugeordnet.

Es stehen Daten von 953 Heulern, die lebend eingeliefert wurden, zur Verfügung.

274 Totfundmeldungen von Seehundwelpen sind dokumentiert. Die Datenaufnahme erfolgt zum Großteil ebenfalls durch ehrenamtliche Mitarbeiter. Da durch die Epidemien 1988 und 2002 die Daten massiv verfälscht würden, wurden verschiedene Filter eingesetzt und entsprechend nicht bei der Datenerfassung berücksichtigt:

- Totfunde 1988 und 2002 - stark erhöhte Totfundrate durch PDV-Epidemie.
- Totfunde von September bis April - selbst Frühgeburten von Seehunden sind bis zum Jahr 2009 frühestens Anfang Mai gefunden worden (Seehundstation Friedrichskoog, ROSENBERGER / Zeehondencreche Pieterburen, T'HART, pers. Kommentare). Die Funde bis zum 30. April wurden entsprechend nicht berücksichtigt. Da die Geburtenphase bis ca. Mitte Juli andauert, könnte ein spät geworfenes Jungtier, das spät von der Mutter getrennt wurde, bzw. bereits einige Tage tot war, bis Ende August aufgefunden werden. Der "Totfund-Filter" variiert zu der Filterung der Lebendfunde. Lebendfunde wurden nur bis zum 31.07. berücksichtigt, um subadulte, abgesäugte Tiere, die nicht mehr von der Mutter abhängig sind, statistisch nicht zu erfassen.
- Totfunde, die älter als 60 Tage geschätzt wurden. Bei stark verwesenen Jungtieren, wird sowohl die Vermessung, als auch die genauere Untersuchung des Kadavers, etwas "distanziert" vorgenommen. Geruch und bakteriologische Belastung des Kadavers sind dafür ursächlich. Um bestmöglich die Hauptanzahl der Jungtier-Totfunde zu erfassen, wurde statistisch in Kauf genommen, dass evtl. ein früh geworfenes und entsprechend früh auf sich selbst gestelltes, subadultes Tier in die Totfundstatistik einfließt. Da es nicht Ziel dieser Arbeit ist, populationsdynamische Prozesse zu untersuchen, wird die nicht kalkulierbare Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Altersschätzung der Totfunde toleriert.



Abbildung 2.3-4:  
Verteilung von Jungtieren und Heulerfundorte im Niedersächsischen Wattenmeer 1991  
(Quelle: Karte NLPV, Häufigkeiten Jungtiere: LAVES, Heulerfundorte: Seehundstation NDD)

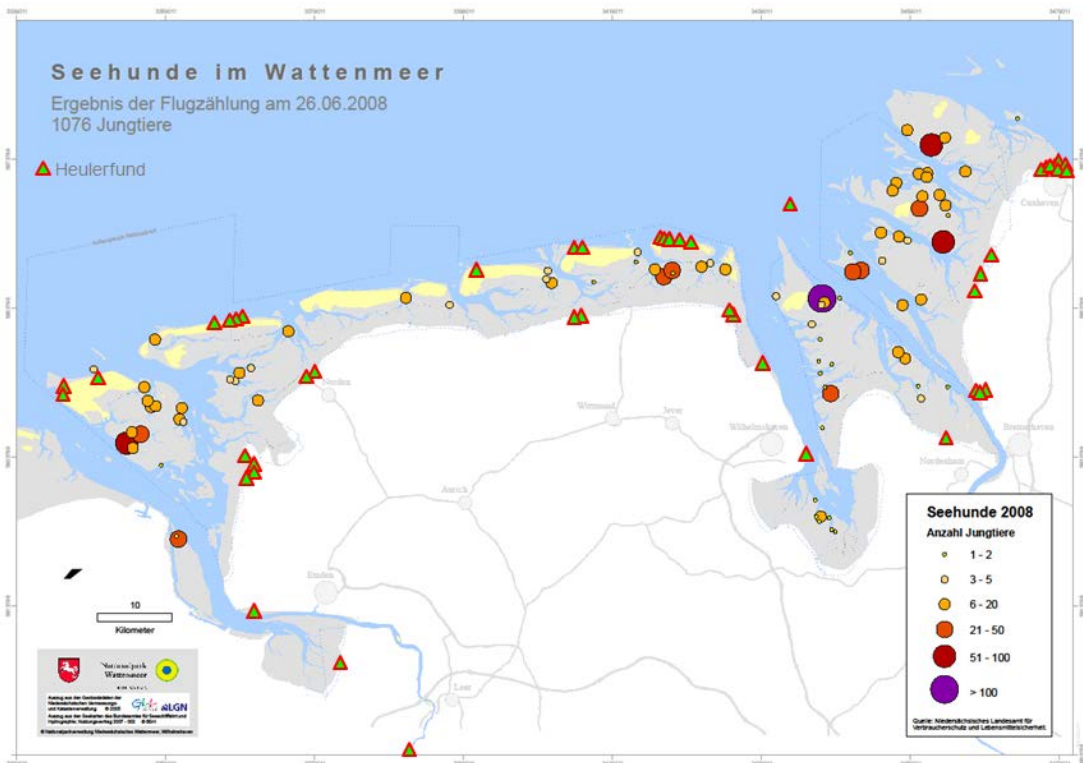


Abbildung 2.3-5:  
Verteilung von Jungtieren und Heulerfundorte im Niedersächsischen Wattenmeer 2008  
(Quelle: Karte NLPV, Häufigkeiten Jungtiere: LAVES, Heulerfundorte: Seehundstation NDD)



### 2.3.7 Heuler in der Seehundstation

Heuler versuchen durch Rufe, dem „Heulen“, mit dem Muttertier Kontakt aufzunehmen. Zu Beginn der Seehundforschung wurde differenziert in „echte“ Heuler, stark abgekommene Tiere die seit längerer Zeit von der Mutter getrennt sind und „unechte“ Heuler. Dies seien „gewaltsam“ von den Müttern getrennte Jungtiere, die „kugelrund und wohlgenährt“ in Aufzuchtstationen gebracht würden (RÜMPLER 1979). In den 70er Jahren mag es der Fall gewesen sein, dass Jungtiere von unbedarften Menschen einfach mitgenommen wurden. Diese Hypothese ist nicht belegt. Dieser Faktor ist jedoch seit mindestens einem Jahrzehnt irrelevant. Innerhalb der letzten Dekade gab es in Niedersachsen keinen Fall des unbefugten Aneignens von Jungtieren (SEEHUNDSTATION NATIONALPARK-HAUS NORDEN-NORDDEICH 2009).

Die Differenzierung in „echte“ oder „unechte“ Heuler ist also zu unspezifisch. Der Faktor „Zustand“ kann nicht als Indikator für die „Echtheit“ von Heulern, bzw. die Ursache Trennung sein. Neugeborene scheinen prinzipiell derangiert (DANIEL et al. 2001). Frühestens 10 Tage nach der Geburt wirken die Jungtiere prinzipiell erstmalig wohlgenährt. Werden diese Tiere von der Mutter getrennt und kurzfristig gefunden, handelt es sich ebenso um Heuler, allerdings in einem besseren Ernährungs- und folglich auch Gesundheitszustand. Ein Jungtier indes, das längere Zeit von der Mutter getrennt ist, leidet unter Mangelernährung und Dehydratation und erscheint abgekommen.

Die Jungtiere werden von verschiedensten Personenkreisen gefunden: Touristen, Strandmeister, Mitarbeiter des NLWKN, Wasserschutzpolizei etc. Die Seehundstation wird umgehend informiert. Sollte ein Finder nicht mit der Verfahrensweise bei Fund eines Jungtiers vertraut sein, wird meistens die Polizei, Feuerwehr oder Kurverwaltung telefonisch informiert. Diese leiten die Information an die Seehundstation Nationalpark-Haus weiter, welche wiederum einen ehrenamtlichen Mitarbeiter schickt. Vor einem Zugriff eruiert dieser aus der Distanz die individuelle Situation und, wenn es notwendig erscheint, kontrolliert er das Tier aus der Nähe. Handelt es sich um ein gesundes Tier und ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass das Tier nur ruht und der Kontakt zum Muttertier nicht abgebrochen ist, verbleibt das Tier vor Ort. Befindet es sich an einem touristisch hochfrequentierten Ort, wird versucht, es an eine ruhigere Stelle zu bringen. Sollte es sich bei dem Tier mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit um einen Heuler handeln und überlebensfähig erscheinen, wird es zur Seehundstation transportiert. Ist das Tier jedoch stark abgekommen und apathisch, oder so stark verletzt, dass eine Rehabilitation ausgeschlossen werden kann, wird es vor Ort erlegt und nachfolgend zur pathologischen Untersuchung ebenfalls in die Seehundstation Nationalpark-Haus gebracht. (RdErl. d. Nds. ML v. 27. 1. 2004, Umgang mit krank, verletzt oder hilflos aufgefundenen wild lebenden Tieren in den Wattenjagdbezirken).

#### Transport der Heuler

Über ein Netzwerk ehrenamtlicher Mitarbeiter und durch die Unterstützung der örtlichen Reedereien bzw. Lufttransportgesellschaften wird dafür Sorge getragen, dass ein Heuler schnellstmöglich in die Quarantänestation der Seehundstation Nationalpark-Haus gebracht wird. Der Transport erfolgt bestmöglich in den frühen Morgenstunden oder auch spätabends. Zum Einen ist der touristische Verkehr zu diesen Zeiten reduziert, was ein schnelleres Erreichen des Zielortes zulässt. Zum Anderen wird die Gefahr der „Überhitzung“ bzw. des Hitzestaus während des Transports reduziert (DITTRICH, 2007). Klimatisierte Fahrzeu-

ge erleichtern den Tagestransport. Als Transportbehältnis werden Weidenkörbe bzw. -truhen (B 90 cm x H 50 cm x T 40 cm), mit einem Deckel verwendet. Die Körbe gewährleisten eine gute Durchlüftung. Das Weidengeflecht leitet Feuchtigkeit ab bzw. nimmt diese auf. Die Korbdeckel reduzieren die Lichteinstrahlung, so dass die Tiere während des Transporte ruhen können.

### Eingangsuntersuchung

In der Quarantänestation werden die Tiere dem Tierpfleger bzw. der Veterinärin übergeben. Die meist dehydrierten Tiere werden mit Elektrolyten, die mit einer Magensonde verabreicht werden, stabilisiert. Vor der Erstuntersuchung müssen insbesondere die Tiere, die im Wattbereich aufgefunden wurden, gewaschen werden, um etwaige Hautläsionen erkennen zu können.

Um die Überlebensfähigkeit eingelieferter Seehunde optimal taxieren zu können, hat die Seehundstation im Jahr 2002 den „HarbourSealHousing“-Test entwickelt (HEIKE TREI, Stationstierärztin, Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich). Anhand der Parameter kann die Einschätzung des Gesundheitszustandes eines Heulers dokumentiert werden. Seit 2002 wird der Test prinzipiell angewendet.

Es wird nach einem Schulnoten-System ausgewertet, allerdings mit konträrem Punkte-System:

0-4 Punkte:	sehr guter Status	→	1
5-8 Punkte:	guter Status	→	2
9-10 Punkte:	befriedigender Status	→	3
11-13 Punkte:	ausreichender Status	→	4
14-15 Punkte:	mangelhafter Status	→	5
16+ Punkte:	unbefriedigender Status	→	6

Tiere, mit mehr als 15 Punkten, werden euthanasiert. Es obliegt selbstverständlich der Veterinärin, individuell zu entscheiden, ob die Euthanasie notwendig ist. Die Nutzung des HarbourSealHousing-Tests ist jedoch eine hervorragende Basis für die Kontinuität der veterinärmedizinischen Untersuchungen, die Vergleichbarkeit und Verwertbarkeit der Daten eines jeden Tieres.



Abbildung 2.3-6:  
Eingangsuntersuchung – Kontrolle von Nabel, After und Genitalbereich

Tabelle 2.3-3:  
HarbourSealHousing-Test nach Tierärztin Trei

HARBOURSEALHOUSING Test			0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	Punkte
1	H	Heartbeat	160-180 Schläge/min	< 160 Schläge/min	> 180 Schläge/min	
2	A	Abdomen	weich	angespannt	hart	
3	R	Respiation	gut	flach	unregelmäßig	
4	B	Blutbild (kleines Blutbild/gr.Screening)	alle Werte im Normalbereich	> 5 Werte verändert	> 8 Werte verändert	
5	O	Oral Mucosa	rosarot -bläßrosa (anämisch)	bläß - gelblich (ikterisch)	rotblau -blau (zyanotisch)	
6	U	Underweight	> 9,5 kg (Juni) od. > 10 kg (Juli)	>8 kg - 9,5 kg (Juni)/ 9 kg -10 kg (Juli)	7,5-8 kg (Juni) und < 9 kg (Juli)	
7	R	Reaction	rege/mobil	vorhanden	apathisch	
8	S	Skin	normal	teilweise Embryonalhaar	komplett Embryonalhaar	
9	E	Eyes	Linkes Auge o.B.	re. oder lk. Konjunktivitis	re. u. lk. Konjunktivitis	
			Rechtes Auge o.B.	re. oder lk. Hornhautverletz.	re. u. lk. Hornhautverletz.	
10	A	Age (teeth)				
11	L	Looking	kräftig	normal	schwach	
12	H	Heat / Temperatur S556	normal	erhöht	stark erhöht	
13	O	Oral Plaque	beidseitig vorhanden	fehlt		
14	U	Umbilicus	Nabel fehlt, Häutchen gefaltet, Basis plan	Nabel da, frisch, eingetrocknet, Basis plan	Nabel da, Sek./Eiter anpressbar, Basis dick	
15	S	State of nutrition	gut genährt	normal	abgekommen	
16	I	Injuries / Anzahl der Läsionen	keine	mittel	stark	
17	N	Nerves Kopfhaltereflex	vorhanden	teilweise fehlend	fehlend	
		Kopfstretchreflex				
		Flipperreflex				
18	G	Genital tract	sauber	kotverschmutzt	Pusteln	
			0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	
					Ergebnis:	

### Blutuntersuchung

Sehr wichtiger Bestandteil des HarbourSealHousing-Tests ist die Blutuntersuchung. Jedem Tier wird bei Einlieferung, nach ca. vier Wochen Aufenthalt in der Station und kurz vor der Auswilderung Blut abgenommen (TREI pers. Kommentar 1999). Prinzipiell wird das kleine Blutbild untersucht. Die Blutprobenergebnisse ermöglichen es, eine Aussage über den Gesundheitszustand des Heulers zu erhalten.

Je später im Jahr die Einlieferung, desto höher ist die Leukozytenzahl. Desto höher der Hkt-Wert<sup>3</sup>, desto höher der MCV-Wert<sup>4</sup> (TREI pers. Kommentar 1999).

<sup>3</sup> Hämatokrit-Wert

<sup>4</sup> Mean Corpuscular Volume = mittleres Zellvolumen

Die Leukozyten spielen eine wichtige Rolle im Immunsystem des Körpers. Die Erythrozyten enthalten das Hämoglobin, dessen wesentliche Aufgabe es ist, den Sauerstoff aus den Lungen in den ganzen Körper zu transportieren. Die Thrombozyten sind ein Bestandteil der Blutgerinnung. Ein Rückgang der Anzahl der Leukozyten kann u. a. durch eine Immunschwäche verursacht werden. Unter den spezielleren Autoimmunerkrankungen versteht man Störungen, bei denen das Immunsystem die körpereigenen Zellen angreift. Ursachen können aber auch gewisse Virusinfektionen sein. Ein akuter Anstieg der Anzahl der Leukozyten kann u. a. durch Infektionen mit Bakterien verursacht werden. Durch die Kontrolle der Leukozyten kann man auch die Entwicklung einer Krankheit verfolgen und die Behandlung dahingehend abstimmen.

Tabelle 2.3-4:

Mittelwerte Blutparameter des Seehund-Jahrgangs 2000 bei Einlieferung

(Quelle: Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich )

Kleines Blutbild	Mittelwert
Leukos / nl	7,43
Erys / Peter Lienau	5,78
Hämoglobin g/ dl	20,79
Hämatokrit %	52,58
Glukose	134,40
Total Bilirubin	3,30
MCV %	90,88
MCH <sup>5</sup> fl	36,04
MCHC <sup>6</sup> pg	39,56
Thrombos 1.000 / $\mu$ l	385

Hämoglobin befindet sich in den Erythrozyten und transportiert Sauerstoff. Zwei zentrale Messungen der Erythrozyten sind der Hämatokritwert (Verhältnis von festen Bestandteilen zum Gesamtblut in Prozent) und die absolute Menge des Hämoglobins im Blut (Hämoglobinkonzentration in Gramm pro Deziliter). Bei Blutmangel (Anämie) ist die Hämoglobinkonzentration herabgesetzt. Unter Hämatokrit versteht man den Anteil des Volumens aller Erythrozyten am Blutvolumen (Hämatokritwert, Angabe in % oder % mal 0,01 (SI-Einheit). Durch Abzentrifugieren der schweren festen Bestandteile des Blutes werden diese von der restlichen Flüssigkeit zur Volumenbestimmung getrennt. Ein geringer Hämatokritwert kommt bei Blutmangel sowie nach schweren Blutungen vor. Ein hoher Hämatokritwert stellt sich z. B. bei Flüssigkeitsmangel ein (TREI, pers. Kommentar 2008).

<sup>5</sup> Mean Corpuscular Haemoglobin = mittlerer Gehalt an in den Erythrozyten

<sup>6</sup> Mean corpuscular haemoglobin concentration = mittlere Hämoglobin-Konzentration eines Erythrozyten



Abbildung 2.3-7:  
Blutabnahme aus dorsalem Blutgefäß

Ergänzend wird auf Staupe-Antikörper (Canine Distemper Virus /Phocine Distemper Virus) und auf Herpes-Antikörper (PhHV-1) untersucht (HARDER 1997). Positiv getestete Tiere würden selektiert. Seit Bestehen der Station gab es diesen Fall nicht. Eine Impfung von Stationstieren wird nicht vorgenommen, da diese die gleichen Voraussetzungen haben sollen, wie die wildlebend aufgewachsenen Artgenossen.

#### Vermessung

Als Maße werden der Umfang des Tieres hinter den Vorderflippers, die Gesamtlänge von der Kopfspitze bis zur Schwanzspitze, sowie die reduzierte Länge festgestellt. Die reduzierte Länge wurde von STEDE 1988 entwickelt. Da die Halswirbelsäule von Seehunden S-förmig gebogen ist, kommt es bei der Feststellung der Gesamtlänge eines Tieres bei verschiedenen Vermessern zu starken Differenzen.



Abbildung 2.3-8:  
Messung der Gesamtlänge - Kopfspitze bis Schwanzspitze

Der Kopf müsste zur Vermessung gestreckt werden. Selbst, wenn diese Streckung durchgeführt würde, kann es hier, je nach Intensität des Streckvorgangs, zu differenten Ergebnissen kommen. STEDE hat entsprechend die „reduzierte Länge“ entwickelt:

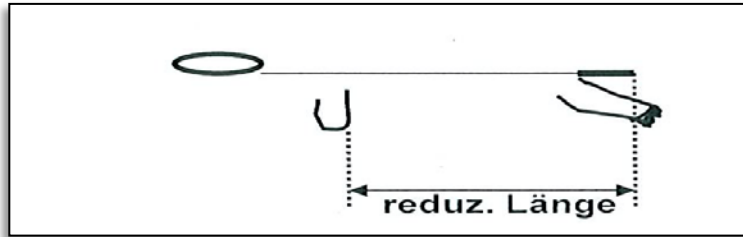


Abbildung 2.3-9:  
reduzierte Länge nach STEDE  
(Quelle: LAVES OL, Erhebungsbogen Robben)

Das Maß wird bestimmt durch die Längenangabe von der Hinterkante der Vorderflipper bis zur Schwanzspitze. Die Aufnahme der reduzierten Länge eines Seehundes ermöglicht die Vergleichbarkeit der Daten. Lebendfunde werden zwar durch einen sehr kleinen, immer identischen Personenkreis untersucht, Totfunddaten werden aber, allein in Niedersachsen, von bis zu 50 verschiedenen Untersuchenden aufgenommen.

### Gewicht

Das Gewicht eines Tieres ist ebenfalls einer der wichtigsten Parameter zur Einschätzung der Überlebensfähigkeit der Heuler. Das Abkommen zum Schutz der Seehunde im Wattenmeer (Seehundabkommen) trat am 1. Oktober 1991 als erste Übereinkunft nach Art. 4 des Übereinkommens zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten in Kraft. Laut diesem „Conservation and Management Plan for the Wadden Sea - Seal Population“ (SMP) und entsprechend des Runderlasses des Niedersächsischen ML (v. 27. 1. 2004 – 204.1-42500/0-403, 42506-54 – VORIS 78530 –) „Umgang mit krank, verletzt oder hilflos aufgefundenen wild lebenden Tieren in den Wattenjagdbezirken“, muss ein Heuler ein Mindestgewicht von 7,5 kg haben, um aufgezogen werden zu dürfen. In besonderen Fällen werden mit Ultraschall oder auch einem Röntgengerät weitergehende Untersuchungen durchgeführt, um Diagnosen zu verifizieren (TREI pers. Kommentar 1999).



Abbildung 2.3-10:  
Wägung eines Heulers – ruhige Tiere können auch ohne Korb gewogen werden

Für jedes Tier wird ein „Heulerkarteiblatt“ angefertigt. Dieses Protokoll (Anhang 14) beinhaltet alle spezifisch relevanten Daten eines Tieres.

Bei der Einlieferung erhält das Tier eine Nummer. Dieser Nummer werden in allen Bereichen Daten zugeordnet. Vom Funddatum bis zum Datum der Einlieferung und von den Wetterverhältnissen bis 6 Tage vor dem Fund bis zur veterinärmedizinischen Diagnose werden alle relevanten Informationen dokumentiert.

In der Quarantänestation stehen vier autarke Quarantäneeinheiten zur Verfügung. Es wird versucht, die Tiere in Einzelhaltung zu separieren. Bei hohen Einlieferungszahlen müssen jedoch Kleingruppen parallel eingelieferter Tiere pro Quarantäneeinheit gebildet werden. Diese Kleingruppen durchlaufen das Procedere der Untersuchung parallel und werden auch gemeinsam zur Station transferiert. Die Gefahr, dass eines der Tiere Träger eines Virus sein könnte, kann nicht ausgeschlossen werden. Käme es zu dieser Situation, hätte es zur Folge, dass die gesamte Kleingruppe euthanasiert werden müsste.

### Markierung



Abbildung 2.3-11:  
Flippermarke - Markierung bei Einlieferung



Abbildung 2.3-12:  
Flippermarke

Um jegliche Verwechslungsmöglichkeit auszuschließen, werden die Tiere bereits nach der Eingangsuntersuchung mit einer Flippermarke markiert. Die Flippermarke hat eine Größe von 35 mm x 10 mm und besteht aus zwei Kunststoffplättchen, eine davon ist mit einem Dorn versehen, der mit einer Spezialzange durch die Haut zwischen den Zehen des Hinterflippers gepresst wird, um sie zu fixieren (STEDE 1999). Die beiden Teile sind jeweils 1mm dick und haben abgerundete Kanten, um die Verletzungsgefahr der Haut zu minimieren. Die Flippermarken sind jeweils einseitig bedruckt. Das Basisteil beinhaltet eine Nummer, das Aufsatzelement ist mit der Adresse und der Telefonnummer der Station versehen. Die Seehundstation Norden-Norddeich verwendet zur Wiedererkennung ausschließlich gelbe Flippermarken (s. Abbildung 2.3-11). Die Seehundstationen Friedrichskoog in Schleswig-Holstein, Pieterburen (Niederlande) und EcoMare (Niederlande/Texel) variieren farblich (s. Tabelle 2.3-5).

Von 1984 bis 1998 wurden in Niedersachsen Gefrierbrandmarkierungen vorgenommen. Diese Methode wurde von TOUGAARD in Dänemark entwickelt. Mit Bronzestempeln, die mit Trockeneis auf  $\leq -70^\circ \text{C}$  herunter gekühlt werden, wird eine Buchstaben-Zahlen-Kombination hinter dem Schulterblattbereich "eingebraunt". Nach 14 Tagen ist diese Markierung durch Pigment- und Haarverlust zu erkennen. Die Gefahr von Entzündungen an den depigmentierten Hautstellen führte zur Einstellung der Anwendung dieses Verfahrens.

Tabelle 2.3-5:  
Farbliche Aufteilung der Flossenmarken der Seehundstationen

Institut	Farbe Flossenmarke	
	Seehund	Kegelrobbe
Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich	Gelb	Gelb
D- Niedersachsen		
Seehundstation Friedrichskoog	Pink (Station)	Pink (Station)
D -Schleswig-Holstein	Grün (Wildfang)	Grün (Wildfang)
Zeehondencrèche Pieterburen	♂ blau-gelb	♂ blau-gelb
NI	♀ weiß-gelb	♀ weiß-gelb
	Blau-weiß mit Nummer	Blau-weiß mit Nummer
EcoMare Texel - NI	Orange	Orange

### Fütterung

Aufgrund der o.g. Dehydration werden Heuler vor dem Beginn der Fütterungen mit Elektrolyten stabilisiert.

Spätestens nach 4 Stunden wird mit der 1. Fütterung begonnen. Da sich die Jungtiere, mit einem Einlieferungsalter von ca. 2-14 Tagen, in natura in der Laktationsphase befinden, wurde eine spezifische Nahrungsmischung, die der Zusammensetzung der Muttermilch ähnelt, entwickelt. Zu 150 ml abgekochtem Wasser wird Hunde-Muttermilchersatzpulver beigemischt. Das Pulver hat einen Fettanteil von 39 %, was dem natürlichen Fettanteil der Seehundmuttermilch von fast 44 % nahezu entspricht (GARCIA-HARTMANN 1999). Ergänzt wird das Pulver mit verschiedenen Zusätzen:

Durch die Umstellung auf künstliches Futter, bzw. durch starke Aufnahme von Seewasser vor ihrer Bergung, leiden die Tiere anfänglich an Durchfall. Durch die Zugabe des Präparates Stullmisan wird die Kotkonsistenz schnell normalisiert. Enterotoxine<sup>7</sup>, die durch Darminfektionen, Parasiten oder Futterwechsel entstehen, binden sich an Darmepithelzellen. Dadurch werden Elektrolyte in den Darm geleitet, worauf Wasser nachströmt. Der Kot wird dünnflüssig und es kommt zum Durchfall. Die in Stullmisan<sup>®</sup> zu 98 % enthaltenen Fichtennadelspitzenextrakte bestehen zu einem großen Teil aus Gerbstoffen, welche entzündete Darmepithelzellen abdichten. Damit wird der Wasserverlust gesenkt und die Bindung der Giftstoffe an die Darmepithelzellen gehemmt (TREI pers. Kommentar 1999).

<sup>7</sup> Bakteriengifte, die Durchfallerkrankungen hervorrufen können



Nutri-Plus® ist als hoch konzentrierter Energieträger mit Eiweiß, Fetten, Vitaminen und Mineralstoffen der zweite Futterzusatzstoff.

Die Fütterung der Tiere wird nach einem standardisierten Futterplan vorgenommen (s. Anhang 13). Zum Beginn des Fütterns wird Haferbrei der Nahrungsmischung hinzugefügt. Das Gemenge wird püriert und auf ca. 37°C erwärmt. Nach 4 Tagen wird roher Hering mit einem Fleischwolf zu feinem Brei verarbeitet und zum vorher pürierten Haferbrei hinzugefügt. Der Fischbrei wird nicht püriert, damit die Seehunde Magensäure aufbauen.



Abbildung 2.3-13:  
Fütterung mit der Magensonde in der Quarantänestation

Die Fütterung erfolgt über eine Magensonde. Ein weicher medizinischer Silikon-Schlauch mit einem Durchmesser von 10 mm wird dem Tier bis kurz vor den Magen geschoben. Über einen Trichter wird die Futtermischung dem Tier in einem Zeitraum von ca. 30 Sekunden verabreicht. Ziel dieser Zwangsernährung ist, den Kontakt zwischen Tierpfleger und Jungtier zu minimieren und lange Ruhezeiten zwischen den Fütterungen zu gewährleisten. Erste Versuche der Fütterung mit einer Babyflasche von EHLERS von den Tiergrotten, Bremerhaven und REINECK vom Senckenberg-Institut, Wilhelmshaven, funktionierten, bedeuteten aber neben einem immensen Arbeitsaufwand, auch einen intensiven Kontakt mit dem Jungtier. Dies zeigte sich als kontraproduktiv zum eigentlichen Ziel, der Auswilderung. In den Anfängen der Heuleraufzucht wurden die Tiere nicht ausgewildert, sondern zum Beispiel an Tiergärten abgegeben. Die Prägung auf den Menschen war somit unproblematisch. In den 1970er Jahren wurde die Magensondenfütterung entwickelt (KETTLER pers. Kommentar 2008) und erwies sich als effizient und praktikabel.

Nach ca. 8 bis 14 Tagen wird, je nach individuellem Zustand und nach Auswertung der oben genannten Parameter, festgestellt, ob das Tier in die eigentliche Aufzucht aufgenommen werden kann. Sollte dies nicht der Fall sein, muss das Tier euthanasiert werden. Da jedoch bereits bei der Eingangsuntersuchung mithilfe des HarbourSealHousing-Tests selektiert wird, ist diese Variante sehr selten. Sind die Parameter positiv und die Untersuchungen auf Staupe und Herpes negativ, werden die Tiere aus der Quarantänestation in die Seehundstation Nationalpark-Haus transportiert. Hier werden sie in Kleingruppen in vier Aufzuchtbecken untergebracht. Alle Becken in der Seehundstation Nationalpark-Haus befinden sich im Freien. Die Aufzuchtbecken sind mit Vorrichtungen zur Beschattung der Liegeflächen ausgestattet. Prinzipiell sollen die Jungtiere der Witterung ausgesetzt wer-

den. Obwohl die Beckenanlage gen Westen absolut offen ist, kommt es an warmen Tagen zu hohen Temperaturen. Dies macht die o.g. Beschattung erforderlich. Bei extremer Hitze wird mit leisen Ventilatoren das Mikroklima der Beckenanlage optimiert.

Nach ca. drei Wochen wird sukzessive von der ersten Fütterungsphase zur zweiten Fütterungsphase umgestellt. Nach der Fütterung erhält das Jungtier dann einen kleinen Hering. Der Tierpfleger öffnet den Fang des Jungtieres und führt den Hering zum Rachen des Tieres. Per Schluckreflex nimmt das Tier den Hering selbständig auf. Hering ist ein hervorragender Nahrungsfisch für Seehunde. Bei einem Fettgehalt von 15 % bis 17,8 % und hohem Anteil von Vitamin D und B<sub>12</sub>, eignet sich Hering sehr gut als Basisfutter. Zudem ist er in den verschiedensten Größen erhältlich und wird palettenweise, schockgefroren geliefert. Das Ziel, möglichst frischen Fisch zu füttern, wird nur auf diese Weise erreicht. Als Nahrungszusatz werden Fish-Eater-Tabletten beigemischt, um der Thiaminase-Problematik<sup>8</sup> (DITTRICH 2007) entgegenzuwirken.

Bereits nach wenigen Tagen schlucken die Tiere den Hering selbständig. Spätestens zu diesem Zeitpunkt werden sie von den Aufzuchtbecken in ein großes Beobachtungsbecken umgelegt. In diesem Becken stehen die Tiere noch in direktem Kontakt zu ihren Pflegern.



Abbildung 2.3-14:  
Übersicht der Beckenanlage



Abbildung 2.3-15:  
Fütterung

Sobald die Tiere ansatzweise selbständig fressen, werden sie auf größere Becken verteilt. Diese Becken haben Tiefen von 1,2 m bis 2,35 m. Es bietet sich genügend dreidimensionaler Raum, um völlig selbständig zu schwimmen. Um der Vorliebe der Tiere für spezifische Liegeflächen bei verschiedenen Windrichtungen nachzukommen, werden mindestens zwei unterschiedliche Flächen pro Becken angeboten (SPICHER 1990). Die Beckenkanten wurden als abgerundete rechte Winkel gestaltet. Eine schräge Kante wäre eigentlich optimal, doch da aus hygienischen Gründen die Beckenanlage mit Kunststoff be-

<sup>8</sup> Thiaminasen sind Enzyme, die in mehreren Bakterienarten in z.B. Hering vorkommen. Sie können das Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamin) in der Nahrung zerstören und zu Mangelerscheinungen (Hypovitaminosen) führen.

schichtet ist, hätten die Tiere keine Chance das Wasser zu verlassen, da sie darauf mit ihren Krallen keinen Halt finden könnten, wie auf einer Sandbank.

Der Kontakt zu den Tieren wird nun sukzessive abgebaut. Die Anzahl der Fütterungen wird bis kurz vor Auswilderung auf zwei Mahlzeiten pro Tag reduziert. Die Liegeflächen werden täglich einmal abgespült. Einmal pro Woche wird das Wasser aus den einzelnen Becken abgelassen. So wird der Zugriff auf die Tiere ermöglicht. Bei Bedarf werden die Tiere gewogen bzw. veterinärmedizinisch untersucht oder eine Blutabnahme durchgeführt.

Nachdem die Nahrung in den ersten drei bis vier Wochen noch individuell gefüttert wurde, wird in der Eingewöhnungsphase im Auswilderungsbecken das Futter auf zwei Arten angeboten:

- a) durch individuelle Fütterung in der Kleingruppe
- b) durch Werfen des Futterfisches in das Becken.

Letzteres sorgt für Konkurrenz um die Nahrung, motiviert die Tiere eine Eigendynamik auszuprägen und um das Futter zu "kämpfen".

Die letzte Phase der Fütterung besteht ausschließlich aus dem Einwerfen der Fische in das Becken.

Bei einem Mittelwert aller Einlieferungsgewichte der Seehunde 1988 bis 2008 von 9,39 kg (s. Kapitel 3.1.4) bedarf es durchschnittlich ca. 84 Tage Aufzuchtzeit (Mittelwerte 1988 bis 2008 gefiltert) bis die Tiere das minimale Aussetzgewicht von 25 kg bis Optimalgewicht 30 kg erreicht haben. Die Staupejahre 1988 und 2002 sowie das Jahr 1989, in dem die Tiere zwecks wissenschaftlicher Untersuchungen über einen längeren Zeitraum in der Station verblieben, wurden aus der Mittelwertberechnung herausgefiltert.

### Auswilderung



Abbildung 2.3-16:  
Transponder-Chip



Abbildung 2.3-17:  
Transponder-Chip Injektion bei der Abschlussuntersuchung

Bevor die Tiere in die Freiheit entlassen werden, wird die Abschlussuntersuchung durchgeführt. Sie ist der Eingangsuntersuchung (s.o.) ähnlich. Da die Tiere in den letzten Wochen der Aufzucht sehr kräftig und wehrhaft geworden sind, werden sie, wie bei einem Wildfang, mit einem Netz fixiert (SCHWARZ 1997).

Im Rahmen dieser Untersuchung wird ein Transponder-Chip subkutan in das Fettgewebe hinter der Schulter injiziert. Die reiskorngroßen Chips mit den Maßen 15 mm x 3 mm sind eigentlich "Responder". Auf einer in Glas eingeschmolzenen Platine ist ein Code gespeichert, der elektronisch mit einem Scanner ausgelesen werden kann. Die im Mikrochip enthaltene Buchstaben-Zahlenkombination besteht aus der 3-stelligen Ländernummer und der 12-stelligen Tiernummer (DIN ISO 11784 und 11785 (Spezifizierung der Datenübertragung)). Sie sind ausschließlich dafür geeignet, dass die Tiere bei Wiederfund (Staupe-Epidemie, Wildfang), oder nach ihrem natürliche Ableben "erkannt" werden können (STEDE 1999).

Die Transponder werden an der seitlichen Brustwand hinter dem Schulterblatt in das subkutane Fettgewebe implantiert/injiziert. Hier sind Zonen geringster Bewegung. Laut STEDE (1999) fehlt ein Hautmuskel, der ein "Wandern" des Transponders, welches wahrscheinlich durch Kontraktionen von Muskelfasern geschehen würde, verursachen könnte. Dieser Bereich bleibt zudem auch bei stark verwesenen Seehunden am längsten erhalten und ermöglicht somit eine erfolgreiche Prüfung der Markierung.

An verendeten markierten Seehunden konnte STEDE nachweisen, dass die Transponder im Fettgewebe an der ursprünglichen Injektionsstelle reaktionslos in einer feinen Bindegewebskapsel liegen.

Nach Abschluss der Untersuchung werden die Tiere in Spezialkisten oder Körben per PKW zu einem Boot gebracht, auf dieses verladen und in die Nähe eines wildlebenden Rudels gebracht.

In gebührendem Abstand zum Rudel, läuft das Schiff mit dem Bug auf die Sandbank auf. Ein prophylaktisches Gehege wird installiert. Die Tiere können sich darin akklimatisieren. Das Boot entfernt sich vom Strand und wartet ca. 200 Meter entfernt. Nach der Orientierungsphase, in der sich die Tiere etwas beruhigt haben, wird der Zaun zur Seeseite hin geöffnet. Die Tiere robben meist direkt in das nahe Wasser und entfernen sich in kürzester Zeit vom Auswilderungsort.



Abbildung 2.3-18:  
Orientierungsphase auf der Sandbank



Abbildung 2.3-19:  
Vorsichtige, aber direkte Annahme des  
aquatischen Lebensraums

## 2.4 Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys

Die Sandbank auf der Ostspitze Norderneys hat sich erst seit 1993 zu einem beliebten Liegeplatz für das Seehundrudel entwickelt. Die Auswertung des Datenmaterials der Zählflüge hat ergeben, dass die Sandbank bis 1993 nicht von Seehunden frequentiert wurde. 1992 wurden bei 10 Zählflügen erstmalig zwei Kegelrobben gesichtet. Erst im Jahr 1993, wiederum bei 10 Befliegungen, wurden bei 3 Flügen bis zu 78 Seehunde gezählt. Bis heute hat sich das Rudel mit einer Anzahl von z.T. über 400 Individuen stark vergrößert. Die deskriptive Studie über das Rudel basiert auf den Ergebnissen der Seehundzählflüge von 1988 bis 2008 und den mithilfe des Kamerasystems generierten Daten von 2003 bis 2008. Die Studie besteht aus den Bereichen: Zusammensetzung des Seehundrudels und Raum-Zeitsystem des Seehundrudels (s. Kapitel 3.1.5).



Abbildung 2.4-1:  
Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys unter Druck

## 2.5 Explorative Datenanalyse

Es gibt derzeit keine technische Methode die Entstehung von Heulern unmittelbar und flächendeckend oder auch nur stichprobenartig zu beobachten. Die zur Verfügung stehenden Daten entstammen empirischen Beobachtungen. Diese erfüllen nicht die Kriterien eines Feldversuches, der zur Beantwortung vorher formulierter Hypothesen angelegt wurde. Zudem besteht grundsätzlich eine zeitliche und räumliche Differenz zwischen Heulerentstehung und Heulerfund. Die vorliegende Arbeit unternimmt daher den Versuch, die Daten zu den Heulerfunden - die Anzahl der Heulerfunde pro Tag - in einer explorativen Datenanalyse durch unabhängige Variablen statistisch zu erklären. Die hier verwendeten Variablen wurden derart definiert, dass sie einen Zusammenhang mit der Heulerentstehung vermuten lassen. Die zu Grunde liegenden Hypothesen und Variablen sind in den Kapiteln 2.5.2, 2.6.1 und 2.5.3 dargestellt.

Datengrundlage zu den Heulerfunden waren die Daten der Seehundstation von 1998 bis 2008. Um den Zeitraum auf den für Heulerfunde relevanten Jahreszeitraum zu beschrän-

ken, wurden ausschließlich die Daten der Monate Mai bis Juli untersucht. Die unabhängigen bzw. erklärenden Variablen wurden als Tageswerte für den Untersuchungszeitraum ermittelt bzw. abgeleitet (s.u.).

### 2.5.1 Modellbildung

Mit der Statistiksoftware SAS 9.1 wurden die vorliegenden Daten untersucht. Die Prozedur GENMOD ermöglicht es, die Anzahl der Heulerfunde pro Tag unter der Annahme einer Poisson-Verteilung in einem generalisierten linearen Modell durch unabhängige Variablen zu beschreiben. Eine Log-Funktion wurde als link-Funktion gewählt.

$$g(x) = \log(x)$$

Die Prozedur verwendet die Maximum Likelihood Methode zur Anpassung des Modelles. Dieses wurde schrittweise ermittelt. Hierzu wurde jeweils diejenige unabhängige Variable ins Modell aufgenommen, die erstens signifikant im Sinne des Wald Chi Square Tests war ( $\alpha = 0.01$ ) und zweitens, gemessen am Bayesschen Informationskriteriums (BIC), die beste Modellanpassung ermöglichte.

Die Linearität der unabhängigen Variablen wurde durch Punktdiagramme überprüft (s. Kapitel 3.3.1). Die abhängige Variable - Anzahl der Heulerfunde pro Tag - wurde dabei sowohl in logarithmischer Transformation als auch ohne Transformation unter Verwendung von Standardfunktionen des Programms Microsoft EXCEL als Punktwolke dargestellt. In diese wurden je zwei Trendfunktionen eingefügt. Zum einen die lineare Trendfunktion. Diese sollte eine Steigung zeigen, die nicht der jeweils unterstellten Hypothese widerspricht (s. Kapitel 2.3.5.2 und 2.5.2 bis 2.5.3). Eine erwartete positive Korrelation - höhere erwartete Fundzahlen bei höherem Wert der unabhängigen Variable - sollte durch eine ansteigende Gerade bestätigt werden und umgekehrt. Als zweite Trendfunktion wurde ein Polynom 6. Grades in die Punktwolke gelegt. Beobachtungen, die stark von einer linearen Beziehung zwischen abhängiger und unabhängiger Variable abweichen, führen zu einem abweichenden Verlauf dieser zweiten Trendfunktion zur erstgenannten. Solche Beobachtungen wurden durch entsprechendes Filtern der Rohdaten identifiziert. Es wurde untersucht, ob die Abweichung vom zweidimensional dargestellten linearen Trend durch Koinzidenz mit extremen Werten anderer Variablen erklärt werden kann. In diesem Fall kann die beobachtete Abweichung von der Linearität der dargestellten Beziehung durch außerordentliche Umweltbedingungen erklärt werden. Die Hypothese der Linearität der untersuchten Beziehung wird nicht verworfen.

Um eine Überparametrisierung der Daten zu vermeiden, wurde stets ausschließlich die zuerst ins Modell aufgenommene, signifikante Variable (z.B. <wimn> einer Parametergruppe (z.B. Windgeschwindigkeit) berücksichtigt. Eventuell vorhandene weitere Variablen zu dieser Parametergruppe (wie z.B. <wimxm> und <wimxsu>) wurden bei der weiteren Modellbildung nicht berücksichtigt.

Nur solche Variablen werden in das Modell aufgenommen, deren Schätzwert (Modellparameter) ein der unterstellten Hypothese entsprechendes Vorzeichen hat.

Der Wertebereich der zur Modellierung herangezogenen Variablen ist in Tabelle 2.5-1 mit Mittelwert und Standardabweichung aufgeführt:

Tabelle 2.5-1:  
Wertebereiche der verwendeten unabhängigen Variablen

Variable	N	Mittelwert	Std_Dev	Min	Max
bis_2Wo	1864	148,2	214,12	0	929,6
luft	974	451,7	86,92	239	706
nieder	1864	56,7	88,60	0	932
sonne	1864	222,7	110,14	0	479
tide	1864	9,7	0,39	8,59	10,63
tidemx	1864	3,3	0,13	2,92	3,98
wasser	850	495,4	85,31	-134	717
wimn	1864	16,5	5,41	0	35,9
wimmx	1864	14,5	3,64	6,2	27,6
wimxsu	1864	36,1	8,31	16	70
wiri	1864	27,7	20,54	0	72

## 2.5.2 Meteorologische Daten

Um die Wahrscheinlichkeit des Zusammenhangs der Entstehung von Heulern mit klimatischen Daten zu prüfen, wurden relevante Parameter des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zu Windrichtung, Windstärke, Sonnenscheindauer, Niederschlag abgefragt. Für die Station „Norderney“ konnten vom DWD diese Werte für den gesamten Untersuchungszeitraum zur Verfügung gestellt werden. Tageswerte wurden für die Monate Mai bis Juli aus den Daten der Jahre 1988 bis 2008 extrahiert und in die Datenbank der Heulerfunde/Totfunde integriert.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich zwischen subtropischen und polaren Hochdruckgebieten, die man als die Westwindzone bezeichnet. Charakteristisch für die Westwindzone sind häufige Wetterwechsel, verursacht durch kleinere Tief- und Hochdruckgebiete, die in rascher Folge von West nach Ost über das Untersuchungsgebiet ziehen. Liegt zusätzlich über Nordeuropa ein Tief und über Südeuropa ein Hoch, befindet sich Mitteleuropa in einer westlichen Luftströmung, der Westwetterlage. Atlantische Tiefausläufer haben massiven Einfluss auf die vorherrschende Witterung.

### Windgeschwindigkeit

Der DWD lieferte das Tagesmittel und Tagesmaximum der Windgeschwindigkeit in m/s.

Hypothese  $H_{\text{wind}}$  Je höher die Windgeschwindigkeit in den vorangegangenen Tagen, desto häufiger ist die Wahrscheinlichkeit von Heulerfunden.

Um die zeitliche Verzögerung („lag“) zwischen Heulerentstehung und Heulerfund beschreiben zu können, wurden für die Windgeschwindigkeit Parameter entwickelt, welche die Daten des DWD über eine Zeit von 3 Tagen integrieren. Im Fall der mittleren Windgeschwindigkeit wurde für jeden Tag das Mittel der 3 vorhergehenden täglichen mittleren Windgeschwindigkeit als Parameter <wimn> definiert. Als Parameter für die maximale Windgeschwindigkeit wurden in dieser Untersuchung zwei Parameter verwendet: Die Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten der letzten drei Tage <wimxsu> und das Maximum dieser Werte <wimxmx>.

Die Verteilungen der Parameter zur Windgeschwindigkeit werden in Anhang 5, Anhang 6, Anhang 7 nach Jahren getrennt durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

### Windrichtung

Die Windrichtung stand in Grad mit stündlicher Angabe zur Verfügung. Nur für den Zeitraum zwischen dem 25.07. bis 29.05.2007 waren die meteorologischen Daten lückenhaft, ein Tagesmittel der Windrichtung zu berechnen erscheint nicht sinnvoll (KOELSCHTZKY, DWD, pers. Kommentar 2010). Als Beispiel für eine aussagekräftige Darstellung der Windrichtung in Verbindung mit Windgeschwindigkeit ist in Abbildung 2.5-1 eingefügt. Wechsel zwischen unterschiedlichen Windrichtungen innerhalb weniger Stunden sind im Untersuchungsgebiet häufig zu beobachten. Daher wurde von der Ermittlung und Verwendung eines einzigen Tageswertes Abstand genommen. Vielmehr wurden die stündlichen Werte aggregiert. Eine Verknüpfung der beiden Größen Windgeschwindigkeit und Windrichtung zu einem integrierenden Parameter wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht verfolgt.



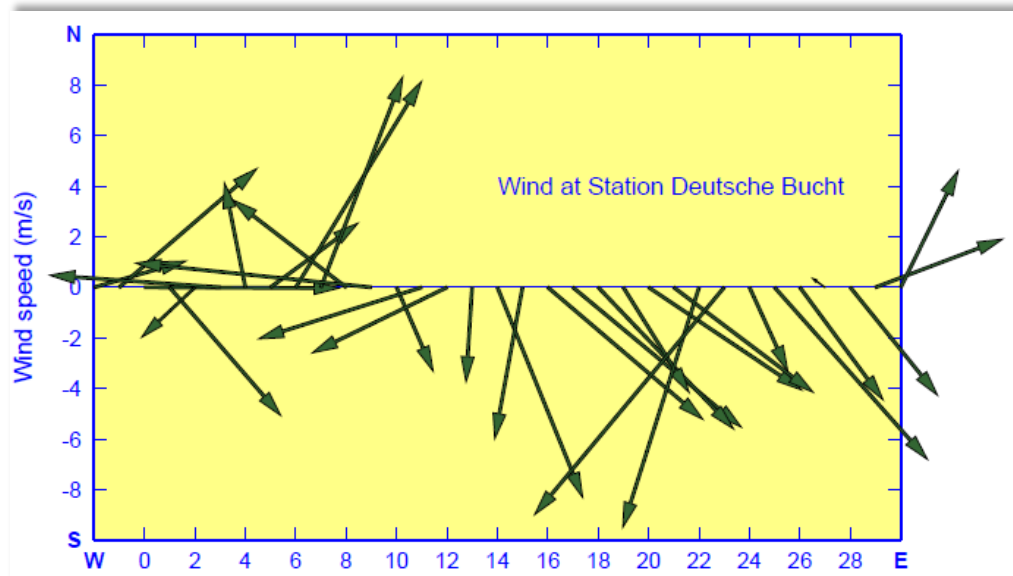


Abbildung 2.5-1:

Vektorielle Darstellung der Tagesmittel von Windrichtung und Windgeschwindigkeit 29.8. bis 30.09.2002 MARNET Station Deutsche Bucht  
(Quelle: BSH, Ozeanographischer Zustandsbericht 2002)

Hypothese  $H_{wiri}$ : Je häufiger die Windrichtung aus Nordwest in den vorangegangenen Tagen vorherrschte, desto häufiger ist die Wahrscheinlichkeit von Heulerfunden.

Als Parameter für den Einfluss der Windrichtung wurde die Häufigkeit nordwestlicher Windrichtungen in den vorhergehenden drei Tagen gewählt. Jede stündliche Hauptwindrichtung von  $270^\circ$  bis  $360^\circ$  ging mit dem Wert 1 in die Summe ein, alle anderen Windrichtungen wurden mit 0 bewertet. Dieser Parameter  $\langle wiri \rangle$  hat somit einen Wertebereich von 0 bis 72.

Die Verteilung des so entstandenen Parameters  $\langle wiri \rangle$  wird in Anhang 10 nach Jahren getrennt durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

Um das Datenvolumen der Klimadaten zu komplettieren sind die Tagessummen der Sonnenscheindauer und des Niederschlages für den Untersuchungszeitraum einbezogen worden. Diese Parameter sind ebenso wie die Windrichtung und Windgeschwindigkeit, für den Aufenthaltsort und die Aufenthaltsdauer der Seehunde signifikant (JOHN 1984).

### Sonnenscheindauer

Die tägliche Sonnenscheindauer stand in 0,1 Stunden vom DWD zur Verfügung. Die täglichen Werte wurden aggregiert.

Hypothese  $H_{sonne}$ : Je länger die Sonnenscheindauer als Indikator für ruhigere Wetterlagen in den vorhergehenden Tagen, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit von Heulerfunden.

Als Parameter für den Einfluss der täglichen Sonnenscheindauer wurde die Summe der täglichen Sonnenscheindauer in den vorhergehenden drei Tagen gewählt.

sonne = sonne1 + sonne2 + sonne3;

Die Verteilung des so entstandenen Parameters <sonne> wird in Anhang 9 nach Jahren getrennt durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

### Niederschlag

Der DWD lieferte die tägliche Niederschlagshöhe in 0,1 Millimeter, also 1 Deziliter pro Quadratmeter.

Hypothese  $H_{\text{nieder}}$ : Je höher der Niederschlag als Indikator für unruhigere Wetterlagen in den vorangegangenen Tagen, desto häufiger ist die Wahrscheinlichkeit von Heulerfunden.

nieder = nieder1 + nieder2 + nieder3;

Als Parameter für den Einfluss der täglichen Niederschlagshöhe wurde die Summe der täglichen Niederschlagshöhen in den vorhergehenden drei Tagen gewählt.

Die Verteilung des so entstandenen Parameters <nieder> wird in Anhang 8 nach Jahren getrennt durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

### Luft- und Wassertemperatur

Mittlere Lufttemperatur und mittlere Wassertemperatur spielen, aus individuellen energieeffizienten Erwägungen der Tiere im Winter, eine gewichtige Rolle im Haul-Out-Verhalten (WIPPER 1974, JOHN1984). Für die Untersuchungszeiträume dieser Arbeit, die ausschließlich das späte Frühjahr und die Sommermonate betrachten, wurde die mittlere Lufttemperatur und die mittlere Wassertemperatur getestet. Die Ergebnisse waren nicht signifikant. Um der Gefahr einer Überparametrisierung vorzubeugen, wurden die Parameter im statistischen Modell nicht berücksichtigt.

### 2.5.3 Hydrologische Daten

Das Niedersächsische Wattenmeer<sup>9</sup> ist ein Teilgebiet der Nordsee im Küstenbereich, das unter starkem Einfluss der Gezeiten steht. Die Gezeiten oder Tide<sup>10</sup> sind der Zyklus von Ebbe und Flut, der durch die Gravitation des Mondes und der Sonne entsteht. Die Gezeiten in der Nordsee werden durch Gezeitenwellen aus dem Nordatlantik ausgelöst, da die Nordsee selber für die Ausbildung einer ausgeprägten Tide zu flach und zu klein ist (SAGER 1963).



Abbildung 2.5-2:  
Amphidromien-System der Nordsee  
(Quelle: Dietrich et al., 1992)

Im Bereich der Niedersächsischen Küste sind die Gezeitenverhältnisse maßgeblich von der um den in der zentralen Nordsee gelegenen Amphidromienpunkt<sup>11</sup> (s. Abbildung 2.5-2, Punkt 2) rotierenden Gezeitenwelle bestimmt, die sich von West nach Ost gegen den Uhrzeigersinn bewegt. Dadurch ergibt sich für den Eintrittszeitpunkt des Tidehochwassers am Pegel Borkum und Cuxhaven eine Zeitverschiebung von ca. 2,5 Stunden. Die Küste zwischen Borkum und Wangerooge ist mit Tidenhuben zwischen 2,3 m und 2,8 m dem mesotidalen<sup>12</sup> Bereich zuzuordnen, während der Abschnitt zwischen Jade und Cuxhaven mit bis zu 3,9 m Tidenhub als makrotidal<sup>13</sup> zu bezeichnen ist. In den Flachwasserberei-

<sup>9</sup> "watend begebares Meer"

<sup>10</sup> niederdeutsch tiet = Zeit

<sup>11</sup> Verlauf einer Gezeitenwelle in einem Meeresbecken, bei dem die Phasenlinien sternförmig um einen Punkt herumlaufen. An diesem, als amphidromischer Punkt bezeichneten Ort tritt fast kein Tidenhub auf

<sup>12</sup> 1,35 bis 2,9 Meter Tidenhub

<sup>13</sup> über 2,9 Meter Tidenhub

chen wird der tatsächliche Tidenhub jedoch stark von weiteren Faktoren wie der Küstenlage und dem herrschenden Wind beeinflusst. Infolge des Gezeitenwechsels treten Tideströmungen auf, die im Bereich der Seegaten, Maximalwerte von 1,5 m/s (Ebbstrom) bzw. 2,0 m/s (Flutstrom) erreichen (KOCH & NIEMEYER, 1978).

Als Seegat wird der Durchlass zwischen den Inseln bezeichnet, also eine Strömungsrinne, die durch die ständig fließenden Gezeitenströme stark erodiert und dadurch relativ tief (5 m bis 20 m) ausgeprägt ist.

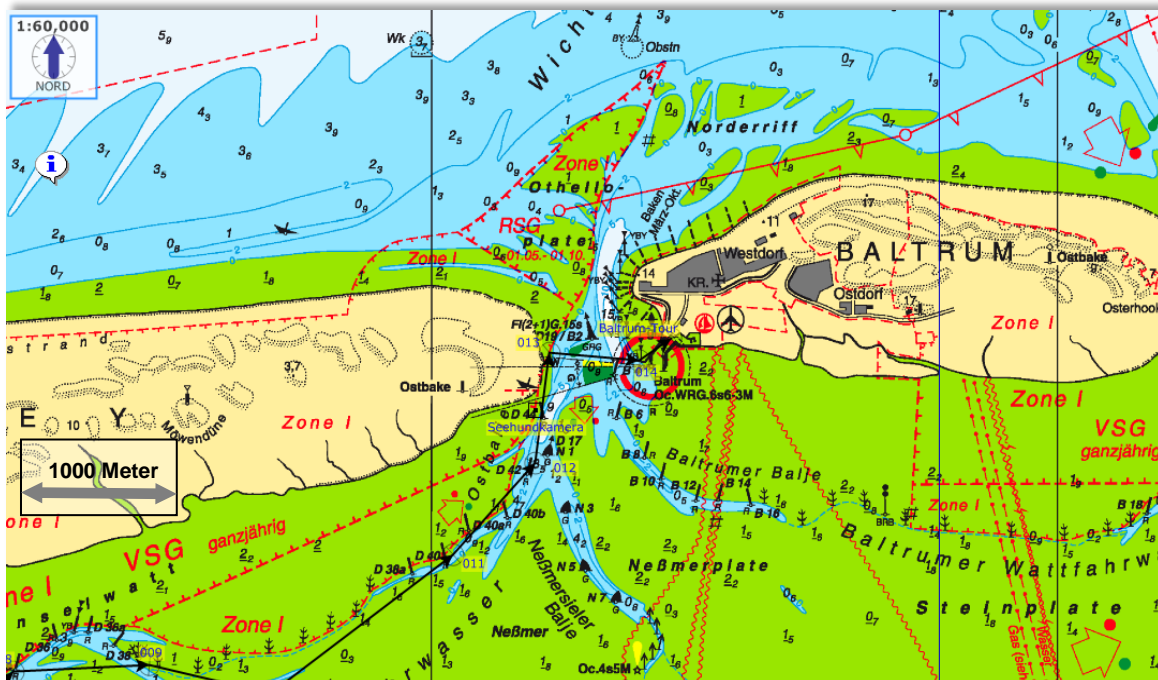


Abbildung 2.5-3:  
Seegat "Wichter Ee" zwischen Norderney und Baltrum  
(Quelle: NV-Verlag, digitale Seekarte des BSH)

Das Strömungsmuster im Bereich der Watten wird durch die Prielverläufe bestimmt, kann aber bei Windeinfluss durch Triftströmungen<sup>14</sup> erheblich modifiziert werden (GÖHREN, 1974).

Durch die Einwirkung von Wind auf die Wasseroberfläche entstehen Wellen, deren Höhe von der Intensität und Wirkungsdauer des Windes, vom Fetch, sowie von der Wassertiefe abhängig ist. Die im Wattenmeer registrierten Wellenhöhen überschreiten in der Regel nicht die Einmeter-Marke. Obwohl sich infolge der starken Dämpfung im Riffbogenbereich auf den Rückseitenwatten keine Flachwasserbrandung ausbilden kann, ist aufgrund sich überlagernder Refraktions-<sup>15</sup>, Diffraktions<sup>16</sup>- und Shoalingprozessen<sup>17</sup> doch eine Dämpfung des Seegangs zwischen Seegat und Festlandsküste festzustellen (NIEMEYER, 1986).

<sup>14</sup> Wasserversetzungen an der Oberfläche, die sich als stetige Meeresströmungen nicht direkt nachweisen lassen

<sup>15</sup> von der Wassertiefe abhängige Änderung der Wellenlaufrichtung

<sup>16</sup> Beugung von Wellenfronten an den Enden von Inseln

Um einen Eindruck über die Komplexität der Prielsysteme im Wattenmeer zu erlangen, wurde vom Verfasser, zu Ausstellungszwecken, der Bau eines Modells des Wattenmeeres initiiert. Das Modell basiert auf GIS-Daten des BSH. Die Abbildung 2.5-4 und Abbildung 2.5-5 verdeutlichen, wie der Wattbereich von hochdynamischen, hydrologischen und daraus resultierenden geomorphologischen Prozessen geprägt ist.

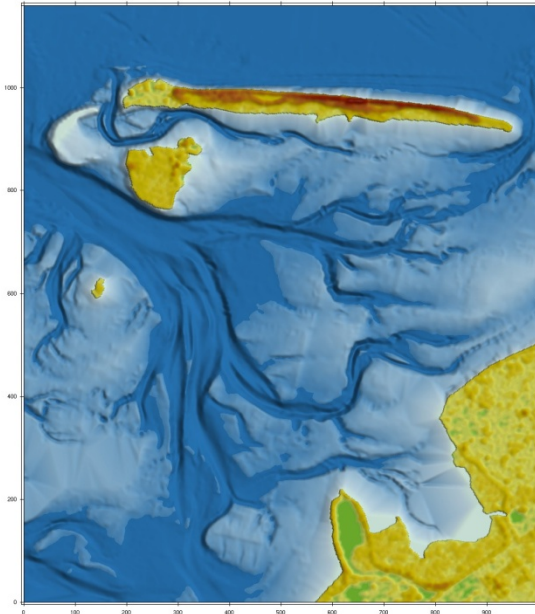


Abbildung 2.5-4:  
Relief des Rückseitenwatts von Juist  
(Quelle: LIENAU, Ausstellungsmodul Wattenmeer/Waloseum)

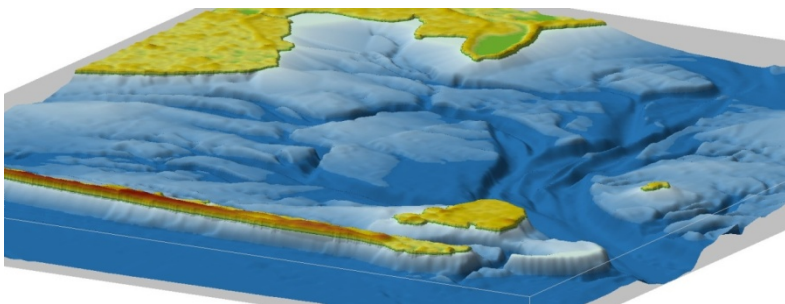


Abbildung 2.5-5:  
Relief des Rückseitenwatts von Juist 45°  
(Quelle: LIENAU, Ausstellungsmodul Wattenmeer/Waloseum)

Da die Wurfplätze der Seehunde im gesamten Wattenmeer verteilt sind (s. Kapitel 3.1.3) und jedem dieser Plätze völlig divergierende hydrologische Daten zuzuordnen wären, wurde ein übergeordneter Parameter gewählt: maximales Tidehochwasser am Standort Norderney. Der Standort liegt relativ zentral im Niedersächsischen Wattenmeer und ist mit 2,7 Meter Tidehub noch dem mesotidalen Bereich zuzuordnen. Im Verhältnis zum Tidehub des Bereichs Jade/Cuxhaven, von bis zu 3,9 Meter, erscheint der Standort suboptimal. Die Verwendung eines anderen Standortes, der dem Mittelwert der Tidehübe angenähert wäre, würde jedoch hydrologisch keinen Sinn machen (JANSSEN, BSH pers. Kommentar).

<sup>17</sup> küstenwärtig abnehmende Wassertiefe

Das maximale Tidehochwasser in Meter resultiert aus dem normalen Tidehub und additiver Windsee. Hier zeigt sich die enorme Wichtigkeit der Kombination der verschiedenen Parameter bei den Berechnungen dieser Untersuchung. Der Seegang wiederum wird entscheidend von der Windgeschwindigkeit gesteuert. Die Höhe der Windsee hängt aber nicht nur von Geschwindigkeit, sondern auch von der Wirkdauer, der Zeit, die der Wind auf die Wasseroberfläche einwirkt, ab. Zusätzlich ist die Strecke, die der Wind auf die Wasseroberfläche wirkt, die Windstreichfläche oder Fetch, ein Basisfaktor für die Höhe des Seegangs. Der Einfluss der Windgeschwindigkeit wird in Kapitel 2.5.2 behandelt.

### Maximales Tidehochwasser

Der DWD lieferte das maximale Tidehochwasser pro Tag in Meter.

Hypothese  $H_{\text{tide}}$ : Je höher das maximale Tidehochwasser in den vorangegangenen Tagen war, desto häufiger ist die Wahrscheinlichkeit von Heulerfunden.

Als Parameter für den Einfluss des maximalen Tidehochwassers wurde zum einen die Summe der maximalen Tidehochwasser in den vorhergehenden drei Tagen  $\langle \text{tide} \rangle$ , zum anderen das Maximum der maximalen Tidehochwasser in den vorhergehenden drei Tagen  $\langle \text{tidemx} \rangle$  gewählt.

$$\text{tide} = \text{tidemx1} + \text{tidemx2} + \text{tidemx3}$$

$$\text{tidemx} = \max(\text{tidemx1}, \text{tidemx2}, \text{tidemx3})$$

Die Verteilung des aussagekräftigeren Parameters  $\langle \text{tidemx} \rangle$  wird in Anhang 11, nach Jahren getrennt, durch Anzahl der Beobachtungen, Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum beschrieben.

Die Abbildung 2.5-6 zeigt die Interaktion der oben genannten Parameter der meteorologischen und hydrologischen Daten. Die Daten wurden vom BSH vom UFS (Unbemanntes Feuerschiff) "GERMAN BIGHT", mit der Position  $54^\circ 10,8'$  Nord,  $7^\circ 27,6'$  Ost, also ca. 27 km westlich von Helgoland im Jahr 2002 gemessen und berechnet. Es sind Hochseedaten, die allerdings eng verknüpft sind mit den Parametern, die auf die Inseln und Seegaten respektive das Wattenmeer wirken (JANSSEN, BSH persönlich, 2010). Der gelb unterlegte Bereich bezeichnet beispielhaft den Untersuchungszeitraum dieser Arbeit.

Ergänzend zur Untersuchung des Einflusses der Tidenhöhe, was mit o.g. Parameter  $\langle \text{tidemx} \rangle$  Maximum der maximalen Tidenhochwasser geschehen ist, sind die hydrologischen Verhältnisse bzw. Strömungsverhältnisse zu berücksichtigen. Da kein Datenmaterial existent ist, welches das Untersuchungsgebiet ausreichend beschreibt, wurde vom Verfasser ein alternativer Lösungsansatz gewählt:

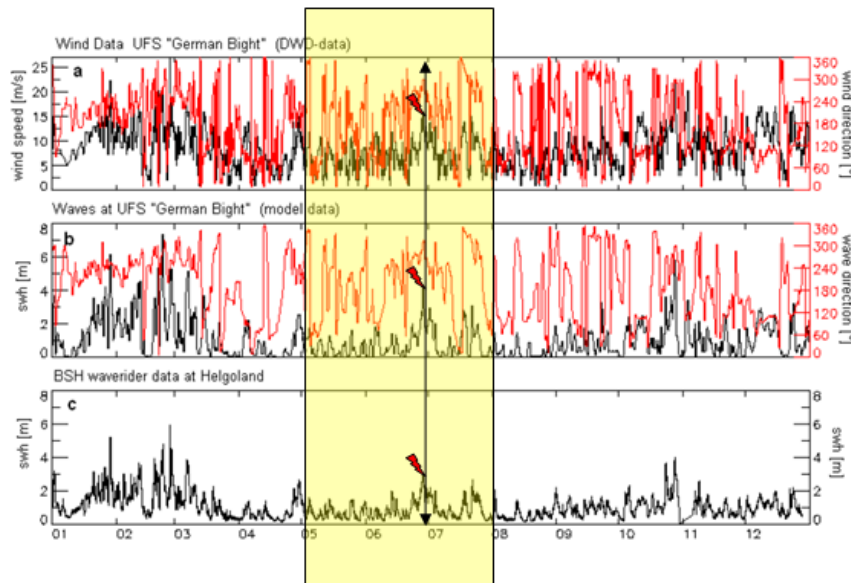


Abbildung 2.5-6:  
 Zeitserien der Windgeschwindigkeit und -richtung, der signifikanten Wellenhöhe (swh) und der Seegangrichtung des UFS GB 2002  
 (Quelle: BSH-Bericht Nordsee und Deutsche Bucht 2002)

Die Simulation von Ausbreitungsprozessen im Meer wird vom BSH oder dem Havarie-Kommando in Cuxhaven durchgeführt. Ein solches Ausbreitungsmodell basiert auf den Strömungsvorhersagen des Operationellen Zirkulationsmodells. Für die Simulation der Drift und Ausbreitung wird das/die Untersuchungsobjekt/e in diesem Modell durch eine Teilchenwolke dargestellt (Lagrange'sches Verfahren). Die Teilchen werden unter dem Einfluss der Strömung verdriftet. Schwimmende Untersuchungsobjekte werden zusätzlich mit einem bestimmten Prozentsatz der Windgeschwindigkeit transportiert. Das Lagrange'sche Modell wird vorwiegend in Seenotfällen und zur Unterstützung der Küstenwache bei aktuellen Meeresverschmutzungen eingesetzt. Mit dem Modell können Driftprognosen für schwimmende Personen und Gegenstände sowie Ausbreitungs- und Driftberechnungen für Öl und wasserlösliche Chemikalien durchgeführt werden. Außerdem wird das Modell häufig verwendet, um das Herkunftsgebiet eines Stoffes zu bestimmen.

Für diese Arbeit wurde das Modell vom BSH modifiziert. Statt Prognosen für ein zukünftiges Ereignis zu berechnen, wurde vom Zielort = Fundort eines Heulers eine Rückrechnung durchgeführt. Es wurden die detaillierten Daten eines Fundes, Koordinaten, Fundtag und Uhrzeit, sowie das geschätzte Alter der Tiere als Ursprungsparameter verwendet. Die Rückrechnung wurde für zwei Lebendfunde und einen Totfund durchgeführt, um beurteilen zu können, welche Signifikanz dieses Verfahren beinhaltet.

Da der Ansatz, die Fundorte sowohl der Heuler, als auch der Totfunde von Jungtieren mit hydrologischen Daten über Rückrechnungen zu kombinieren, eine zu hohe Zahl von Unbekannten beinhaltet, wurden nur drei Driftrückrechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Driftrückrechnungen befinden sich in Kapitel 3.4.1.

## 2.6 Störungen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich, außer den Ästuarien der Ems und Elbe, im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. Wie in Kapitel 2.1 geschildert wird der gesamte Bereich trotz bzw. wegen des hohen Schutzstatus hoch frequentiert. Es müssen indirekte und direkte Störungen differenziert werden.

Zu den indirekten Störungen zählen maßgeblich aus wirtschaftlichen Beweggründen entstehende Störungen. Vom hohen Berufsschiffahrtsaufkommen von und zu den Häfen Papenburg, Emden, Jade-Weser-Port, Wilhelmshaven, Bremerhaven (Bremen), Cuxhaven und Hamburg bis zum Überseeverkehr parallel zur 12-Meilenzone. Für das Wattenmeer selbst sind die Fährverbindungen zu den Inseln zu nennen. Die Anbindung der Offshore-Windkraftanlagen mit Kabeltrassen durch das Wattenmeer, dasselbe gilt für Gasleitungen, produzieren nicht nur selbst indirekte Störungen. Auch die notwendigen Lieferungen von Material und Gerät sowie der Austausch von Personal erhöhen das Störpotential. Baggerarbeiten und Spülschiffe zur Erhaltung der Fahrwasser zu den Inseln sind weitere Faktoren. Muschel-, Krabben- und "normale" Küstenfischerei sind ebenfalls wirtschaftlich begründete indirekte Störfaktoren. Die militärische Nutzung des Wattenmeeres ist in den vergangenen Jahrzehnten stark reduziert worden. Relevantes Störpotential für die Seehundpopulation sind Fluglärm und Überschallknall von militärischen Testflügen. Die indirekten Störfaktoren sind dem Ruhebedürfnis der Seehunde nicht zuträglich und verursachen vereinzelt Konflikte. In der Regel wird Distanz zu den Ruheplätzen gehalten. Alle Maßnahmen sind gutachterlich geprüft und von der Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer genehmigt.

Ein weitaus größeres Störpotential entsteht aus dem hohen touristischen und Freizeitinteresse an der Küste. Aus diesem Bereich resultieren vielfältige direkte Störungen.

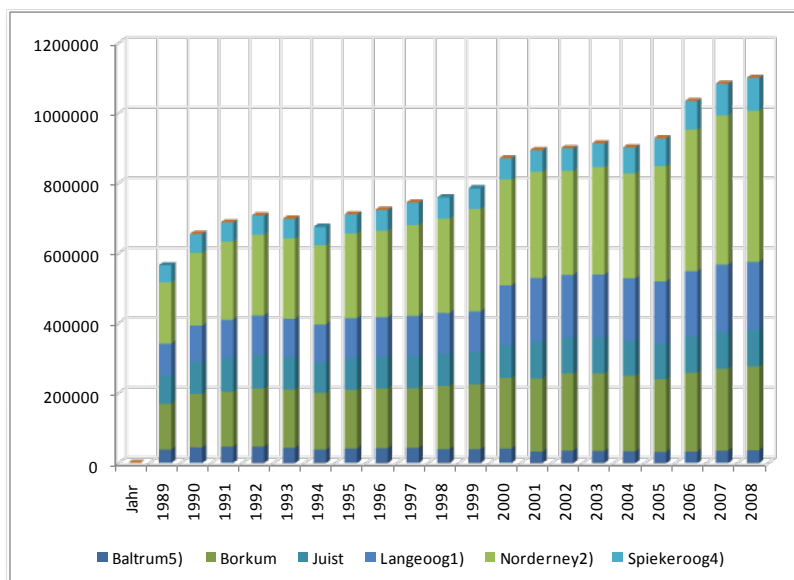


Abbildung 2.6-1:  
Entwicklung der Übernachtungszahlen auf den ostfriesischen Inseln (ohne Wangerooge)  
(Quelle: IHK für Ostfriesland und Papenburg, Emden)



Die Tourismusorganisationen melden jährlich neue Übernachtungsrekorde. Die Abbildung 2.6-1 stellt diese Entwicklung auf den ostfriesischen Inseln dar. Diese berücksichtigt ausschließlich gewerbliche Betriebe >8 Betten.

Der "Graue Beherbergungsmarkt", der sich aus Camping, kleineren Betrieben, Privatquartieren und einem hohen privaten "Besucherpotential" bei Einheimischen zusammensetzt, wird vom dwif (DEUTSCHES WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTLICHE INSTITUT FÜR FREMDENVERKEHR E.V.) auf das 2,5-fache der gewerblichen Übernachtungen geschätzt. Addiert man die 12.335.013 Übernachtungen in gewerblichen Betrieben im Bereich Nordseeküste/Bremerhaven, ostfriesische Inseln und Ostfriesland, mit dem Schätzwert des grauen Beherbergungsmarktes, liegt die Zahl der Übernachtungen an der Niedersächsischen Küste bei über 40.000.000. Diese Zahl wird durch einen Bericht von dpa, vom 02.09.2009 bestätigt.

Besonders hoch ist die Übernachtungsintensität auf den flächenmäßig kleinen ostfriesischen Inseln. Auf 100 Einwohner entfallen hier 30.000 Übernachtungen. Der Fremdenverkehr ist somit der bedeutendste Wirtschaftsfaktor im Bereich der Nordseeküste (KOLCK, IHK Ostfriesland, pers. Kommentar 2008). Bei einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 6 Tagen kommen 6.666.666 Gäste an die Küste.

Laut einer Untersuchung der Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer kommen 11 % der Gäste wegen der Natur in die Küstenregion (SÜDBECK pers. Kommentar 2009). Dieses bedeutet, dass allein über 700.000 Besucher "NatUrlauber" sind. 81 % der Freizeitbeschäftigungen finden in der Natur statt (ZETT 1995). 89 % der Gäste haben Interessen, wie gute Nordseeluft, Wassersport, Surfen, Kite-Surfen, Kanufahren und Baden. Der Trend zum Aktiv-Urlaub ist ungebrochen. Zu berücksichtigen ist, dass den steigenden Übernachtungszahlen eine immer kürzer werdende Aufenthaltsdauer gegenübersteht. Das bedeutet mehr Besucher, die etwas erleben wollen.

Diese Entwicklung führt zu Konflikten zwischen Mensch und Seehund (RÜMLER 1986, BRASSEUR & FEDAK 2003). Es sind die Monate, in denen Seehunde ein besonders hohes Ruhebedürfnis haben (Geburtenphase, Aufzuchtphase, Fellwechsel und Paarung), die touristisch intensiv genutzt werden. Diese Störungen führen zu nachhaltigen Beeinträchtigungen der Seehunde (RÜMLER 1986) (s. Abbildung 2.6-2).

Die Übernachtungszahlen an der Niedersächsischen Küste von 1989 bis 2008 wurden jahresweise summiert von der IHK Ostfriesland und Papenburg, Emden, geliefert. Die monatlichen Übernachtungszahlen für den Bereich Norden-Norddeich wurden für die Jahre 2006 bis 2009 von den Wirtschaftsbetrieben der Stadt Norden, Tourist-Info zur Verfügung gestellt (s. Abbildung 2.6-3). Von anderen Küstenorten und den Inseln waren keine detaillierten monatlichen Daten zu erhalten. Somit entfällt die Möglichkeit, den Parameter <störung> anhand von Übernachtungszahlen zu entwickeln und statistisch zu analysieren. Die Datenlage war nicht ausreichend, um diesen Weg zu beschreiten. Alle touristischen Daten zeigen jedoch deutlich, dass die Besucherfrequenz an der Küste parallel zur Geburtenphase der Seehunde steigt.

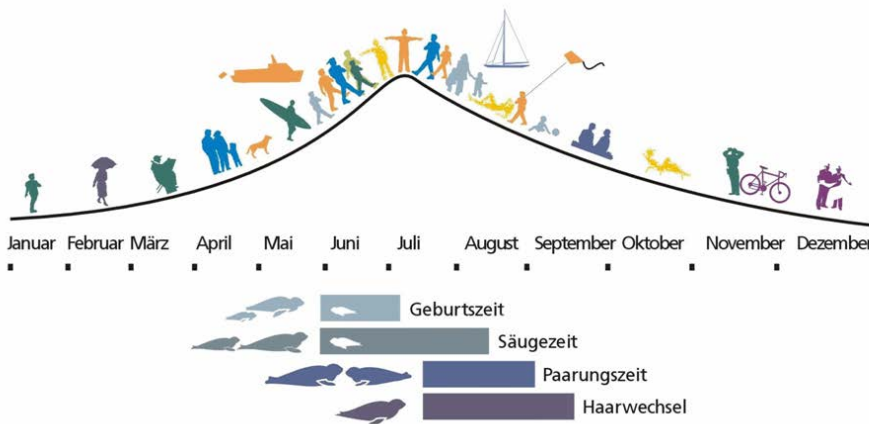


Abbildung 2.6-2:  
 Tourismus versus Ruhebedürfnis von Seehunden  
 (Quelle: NLPV, Vortrag Marine Mammals, CZECK, 2006)

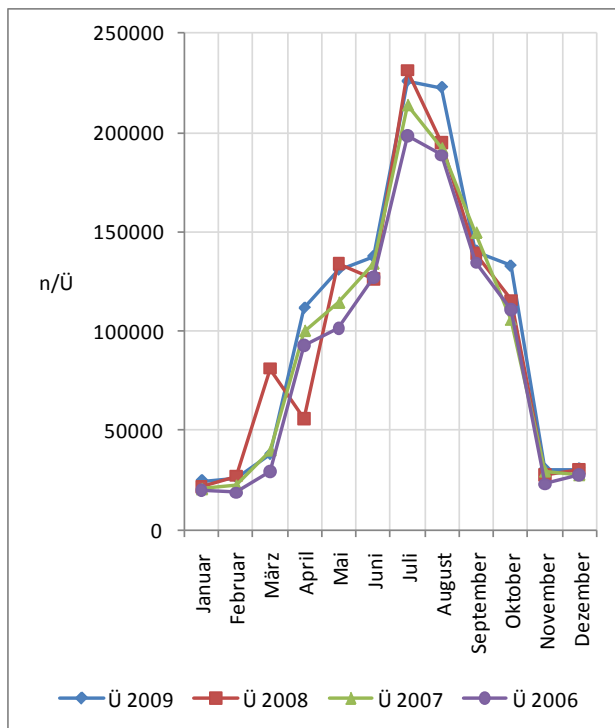


Abbildung 2.6-3:  
 Monatliche Übernachtungszahlen im Bereich Norden-Norddeich 2006 bis 2009  
 (Quelle: Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden, Touristinfo, 2010)

Im Rahmen einer vom Verfasser begleiteten Bachelor-Arbeit von ADAM & LINDENBORN (2009) wurden die Störereignisse, die während der Seehund-Zählflüge dokumentiert wurden, zusammengetragen (Abbildung 2.6-4). Im Zeitraum 2002 bis 2008 wurden 75 staatliche Schiffe, 90 Fähren, 2 Transportschiffe, 360 Fischkutter, 42 Kajaks, 163 Motorboote, 30 Muschelfischerboote, 492 Segelyachten, 2 Dingis, 82 Ausflugsschiffe, 807 Wattwanderer und 4 Windsurfer dokumentiert. In summa waren 1592 Ereignisse des Tourismussektors und 390 Ereignisse des Fischereisektors zu beobachten. Der Rest wurde keiner Kategorie zugeordnet.

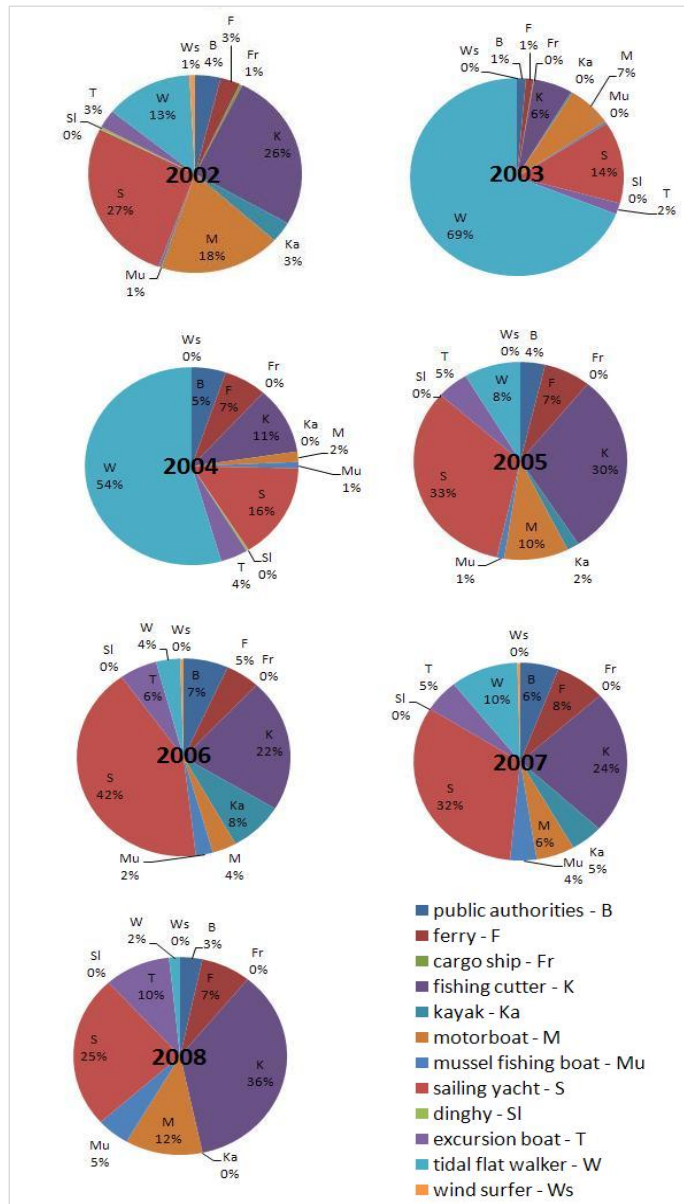


Abbildung 2.6-4:  
Anteile von Störereignissen aus Zählflügen 2002 bis 2008  
(Quelle: ADAM & LINDENBORN, 2009)

Auch MÜLLER (2007) hat Störpotentiale aus den Aufzeichnungen der Seehundzählflüge extrahiert. Additiv sind die Ergebnisse der Kartierung von Wasserfahrzeugen (per Hub-schrauberbefliegung) der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest (WSD NW) und die Kartierung von Wattwanderern (per Flugzählung bei gutem Wetter und/oder Sonn- und Feiertagen) als Bestandteil des Trilateralen Monitoring und Assessment Programms (TMAP) in ihre Untersuchung eingegangen. Letztere wurde typisiert: in geführte Wattwanderergruppe (G), Einzelperson und nicht geführte Gruppe (E), Spaziergänger im Strand- oder Inselbereich (S), Person in Bootsnähe (P), Boot (trockengefallen oder ankernd) (B), Kutsche (K), und Reiter (R). Positiv an der Wattwanderer-Kartierung anzumerken ist, dass auch der Störfaktor B = Boot (trockengefallen oder ankernd) dokumentiert wurde.

Die Datenlage basiert jedoch auf asynchronen Befliegungen, Uhrzeiten und Tage differieren zu den Seehundzählflügen. Eine direkte Zuordnung von Störfaktoren war MÜLLER (2007) nicht möglich.

Der Vollständigkeit halber sollen hier einige Fakten, die nicht für diese Untersuchung nutzbar waren genannt werden: es wurden  $1.778 \pm 290$  ( $\emptyset$ /Zählflug) Wasserfahrzeuge kartiert. Laut Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer wird das Wattenmeer von bis zu 1.000 Wasserfahrzeugen pro Tag frequentiert (NLPV 2006). 1994 wurden 5.184 Bootsliegendeplätze registriert (ABEL 1999); 2006 bereits über 10.000.

Ein gutes Beispiel für den Freizeit-Schiffsverkehr im Wattenmeer ist der folgenden Karte einer Wattsegelvereinigung, die "häufig genutzte Seewege" darstellt, zu entnehmen.

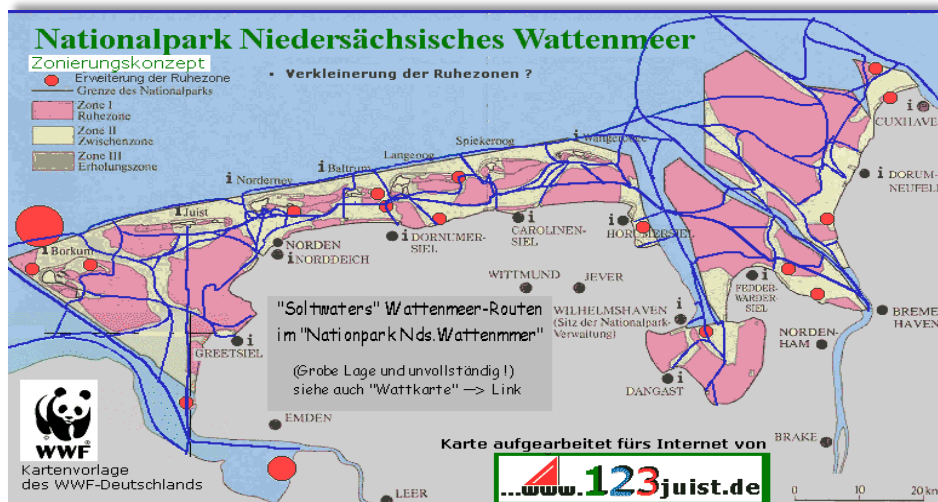


Abbildung 2.6-5:  
Wattenmeer-Routen der "Soltwaters"  
(Quelle: Homepage der "Soltwaters")

In Summa ist festzustellen, dass jegliche externe Daten die zur statistischen Auswertung des Parameters <störung> zur Verfügung stehen entweder unvollständig sind oder den Zählflugergebnissen nicht zugeordnet werden können. Der Verfasser entwickelte für die Generierung von Daten für diesen Parameter ein Kamera-System (s. Kapitel 2.7), das zumindest punktuell kontinuierliche Daten zu Störungen eines wildlebenden Seehundrudels generieren konnte.

### 2.6.1 Wochentageeffekt

ABT (2008) postuliert einen Wochentageeffekt für die Fundzeiträume von Heulern. Basis seiner Hypothese ist, dass der Bootsverkehr im Freizeitbereich an Wochenenden in Relation zu Wochentagen sehr viel ausgeprägter ist. Im Zeitraum 1995 bis 2002 steigt nach seinen Beobachtungen die Zahl der Funde am Freitag an und nimmt ab Montag ab. Das Minimum fällt auf den Donnerstag. Laut ABT passt der Wochenverlauf zu seiner Störungshypothese. Diese Hypothese wurde folgendermaßen getestet: Neben dem Wochentag (Variable <wochentg>) wurde eine Variable definiert, die am Sonntag den Wert 1, Montag und Dienstag den Wert 2 und am Mittwoch wieder den Wert 1 erhält. Eine erhöhte Störung sollte der Hypothese nach an diesen Tagen zu vermehrten Heulern führen.

Es wurde keine weitere Möglichkeit gefunden, die Störungsintensität für den Untersuchungszeitraum und das Untersuchungsgebiet zu beschreiben. Auch der Abgleich mit bundesweiten Hauptreisezeiten wurde nicht weiter verfolgt, da die Geburten- und Aufzuchtphase der Seehunde zu Beginn der Ferienzeiten im Sommer nahezu abgeschlossen ist. Direkte Beobachtungen und belastbare Zahlen zu Störungen liegen derzeit noch nicht vor (s. Kapitel 3.2).

## 2.7 Überwachungskamera

Die zur Verfügung stehenden Daten bezgl. der Störungen (s. Kapitel 2.6) sind nicht belastbar. Um Störfaktoren dauerhaft dokumentieren zu können und dabei jegliche anthropogene Störung durch den Beobachter auszuschließen, hat der Verfasser für die vorliegende Arbeit ein Kamera-System entwickelt, das dauerhaft jeweils von Mai bis Oktober der untersuchten Jahre an einem Seehundliegeplatz im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer positioniert ist. Nach Kenntnis des Verfassers war dieses System zum Zeitpunkt seiner Entwicklung das erste autarke und fernsteuerbare Kamera-System in der Wildtierforschung.

Die Erfassung populationsbiologischer Parameter, sowie von Störungsdaten, ist beim Seehund im Wattenmeer aufgrund seiner semiaquatischen Lebensweise und der geomorphologischen Struktur des Ökosystems relativ schwierig.

In den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde damit begonnen, die Seehundpopulation von Schiffen aus zu zählen. Richtiges Interesse an Seehunden und der Erforschung ihrer Lebensweise, erwuchs erst in den 60er Jahren. Nach dem drastischen Rückgang der Population im gesamten Wattenmeer, wurde von verschiedenen Seiten dazu gedrängt, die Ursachen wissenschaftlich zu erforschen (DIETRICH & KOEPFF 1984). Der erste Auftrag zu einer Forschungsarbeit in Niedersachsen wurde im Jahr 1971 an KRAFT, Medizinische Tierklinik der Universität München, vergeben. Um Basisdaten der Population zu erhalten, wurden Flugzählungen initiiert. Da Hubschrauber durch die Drehung der Rotoren, starken Motorenlärm und starken Luftdruck unter der Maschine „die Seehunde völlig verwirren und zu Wasser jagen“ (KRAFT 1975), wurde mit Flugzeugen das Wattenmeer während der Niedrigwasserphase, bestmöglich am Nachmittag, befliegen. Diese Methodik wird bis heute verwendet.

1982 untersuchten DIETRICH & KOEPFF erstmalig die Zusammenhänge zwischen dem zu Erholungszwecken durchgeführten Befahren des Wattenmeeres mit Wasserfahrzeugen und dem Verhalten der Vögel und Meeressäuger. Die Methodik dieser Untersuchung war zum einen die Teilnahme an den Fahrten zu den Seehundbänken und zum anderen die erste Felduntersuchung von den Inseln aus. In Entfernungen von 150 bis 2000 Meter vom Seehundrudel positionierten sie sich bestmöglich störungsarm und beobachteten die Tiere einige Tage mit Spektiven und Ferngläsern (DIETRICH & KOEPFF 1984).

1979 initiierte das Institut für Wildbiologie und Jagdkunde der Universität Göttingen das „Projekt Seehund“. Durch die Installation einer „Kanzel“ in der Nähe eines Seehundliegeplatzes wurde es erstmalig möglich, über einen längeren Zeitraum die Verhaltensweise der Seehunde zu studieren (JOHN 1984).

Durch starke hydrodynamische Kräfte kommt es im Wattenmeer zu starken geomorphologischen Veränderungen, was John dazu zwang, den Standort der Kanzel zu verändern, da Seehundliegeplätze bestimmte Voraussetzungen erfüllen müssen (s. Kapitel 4.2).

Alle oben genannten Methoden der Erfassung von Daten haben einen Nachteil: So vorsichtig man auch ans Werk geht, ist die Gefahr, selbst störend zu wirken, nahezu unvermeidbar. Vom Bezug des Beobachtungsplatzes über Reflexionen der Optik bis zu drehenden Windrichtungen, die dann olfaktorische Störungen mit sich bringen, sind Störungen, die die Datenlage beeinflussen können.

Aus diesem Grund wurde vom Verfasser das oben genannte Kamera-System entwickelt, das eine absolut störungsfreie und dauerhafte Beobachtung ermöglicht.

Der Standort der Kamera musste im hochdynamischen Wattenmeer sicher genug sein, damit das System Stürme und Sturmfluten überstehen kann. Zudem sollte er nah genug am Rudel gewählt werden, um detaillierte Aufnahmen zu gewährleisten, gleichfalls aber auch weit genug entfernt sein, um Totalaufnahmen zu erhalten. Des weiteren musste die dauerhafte „Live-Übertragung“ zum Festland gewährleistet werden können.

Ein Standort im Wattenmeer konnte wegen des Tidehubs, der starken Strömungen und den daraus resultierenden hohen Kosten für einen „Turm“, der diesen Gewalten standhält, nicht gewählt werden. Ein additiver Grund, diesen Plan zu verwerfen, war jedoch die Kurzfristigkeit eines solchen Systems, aufgrund der starken geomorphologischen Dynamik im Wattenmeer (JOHN 1984, RIES 1987).

Des weiteren war die saisonale Nutzung von Seehund-Liegeplätzen im Wattenmeer ausschlaggebend. In Schottland konnte verifiziert werden, dass insbesondere die Jahreszeit einen deutlichen Einfluss auf die Anzahl von Seehunden an Land hatte (GRELLIER et al. 1996, TRAUT 1997). Die Gruppenzusammensetzungen sind sehr heterogen (TRAUT 1997). Trächtige Seehundweibchen suchen sich zur Geburt ihrer Jungtier jedoch sehr ruhige Sandbänke im Wattenmeer um zu gebären und zu säugen (BIGG 1969, KING 1983), die sie in den ersten Tagen kaum verlassen. Nur die Überflutung der Plate bei auflaufendem Wasser zwingt die Tiere, während des Hochwassers in der Nähe der Plate zu schwimmen (TRAUT 1997). Nach kurzer Zeit schließen sie sich kleinen Gruppen an, falls sie nicht bereits das Jungtier in dieser Gruppe, die sich aber ebenfalls in abgelegenen, möglichst störungsarmen Wattgebieten befinden, geboren haben (WIPPER 1974, REIJNDERS 1976). Nach der 4-6 wöchigen Säugephase trennen sich Muttertier und Welpen und suchen neue Standorte, vorrangig in der Nähe von guten Futtergründen (JOHN 1984, ADELUNG 2007).

Der Faktor Technik begrenzte ebenso die Standortwahl. Limitierende Faktoren waren die Reichweite der Richtfunkstrecke von max. 14 Kilometer und die Notwendigkeit, am Empfänger mindestens eine Datenübertragungsrate von 16.000 MBit zu gewährleisten, damit die Daten zum Computer des Verfassers weitergeleitet werden konnten.

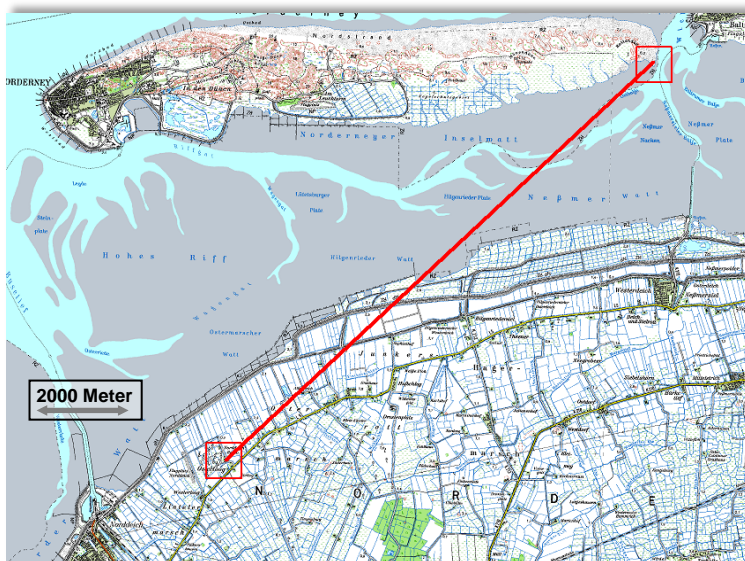


Abbildung 2.7-1:  
Funkstrecke Norderney Ost zum Waloseum (Außenstelle Seehundstation Nationalpark-Haus )

Die dem Festland nahegelegenste Insel ist Norderney. Auf der Ostspitze der Insel befindet sich ein nachhaltig von Seehunden frequentierter Liegeplatz. Dieser liegt in der Ruhezone 1 des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer und ist durch einen Drahtzaun von der Zwischenzone getrennt. Die Ostspitze unterliegt ebenfalls stark den dynamischen geomorphologischen Prozessen der dem Rückseitenwatt vorgelagerten Inseln (RIES 1987). Die Sandbank ist jedoch so hoch, dass sie ausschließlich bei langanhaltenden, starken nordwestlichen Winden und/oder einer Springtide überflutet wird. Direkt anschließend befindet sich das Seegat zwischen den Inseln Norderney und Baltrum, das sedimentreiches Nordseewasser in das Gezeitenbecken Norderney/Baltrum einspeist.

Die Installation einer Kamera auf dem Molenkopf des Hafens von Baltrum, auf dem keine Gefahr der Überflutung herrscht, erwies sich als nicht umsetzbar. Die Entfernung zum Seehundliegeplatz beträgt zwischen 1000 Meter und 1190 Meter. Neben der Tatsache, dass es einer erstklassigen und somit kostenintensiven Optik mit starker optischer Vergrößerung bedurft hätte, war maßgeblich, dass bereits mittlere Windstärken ein starkes Verwackeln der Bilder hervorrufen würden und bei diesigem, nebligem Wetter nichts mehr zu sehen wäre.

Die Positionierung eines „Turms“ vor der Bank, war aus oben genannten Gründen nicht möglich. Zusätzlich befände sich der hier optimale Standort im hochfrequentierten Fahrwasser nach Baltrum. Eine Genehmigung durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Emden konnte nicht erteilt werden.



Abbildung 2.7-2:  
Luftbild Norderney Ostspitze, Darstellung markanter Punkte

Somit wurde der Standort auf der Ostspitze Norderneys auf der Seehundbank gewählt. Um die Kamera so nah wie möglich am Rudel zu positionieren, wurde der Standort auf der höchsten Erhebung, 100 Meter vom Zaun der Ruhezone entfernt, installiert.

Die Hauptausrichtung der Kamera liegt gen SSO, dem Hauptliegeplatz der Seehunde. Bei maximalem Niedrigwasser (östliche Winde, Nipptide) ist der letztmögliche Liegeplatz ca.

180 Meter von der Kamera entfernt. Im Mittel lag die Hauptgruppe des Seehundrudels zwischen 30 und 150 Meter vom Standort der Kamera.



Abbildung 2.7-3:  
Ansicht des Kamera-Systems Norderney Ostspitze bei hochauflaufender Flut

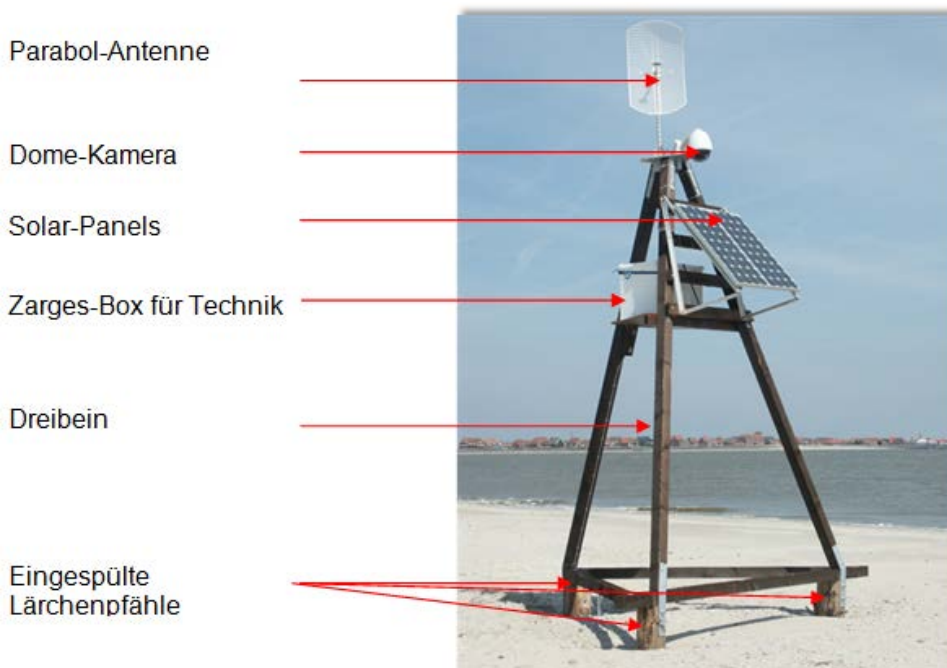


Abbildung 2.7-4:  
Aufbau des Kamera-Systems

Als Basis für das 5 m hohe Dreibein, auf dem die Technik installiert werden sollte, wurden 3 m lange Lärchenpfähle ( $\varnothing$  35 cm) vom NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) Norderney in den Sand eingespült. Die Wasserbauwerker-Lehrlinge des NLWKN Norden haben, nach den Vorgaben des Verfassers, als Winterarbeit das Dreibein erbaut. Das gesamte System funktioniert autark, da es durch zwei Solarpanels energetisch versorgt wird, die in einer Höhe von 3,5 m an zwei Schen-



keln des Dreibeins, gen Süden ausgerichtet, montiert sind. Diese Höhe ist erforderlich, da bei starken nordwestlichen Winden und Springtide die Sandbank ca. 50 cm hoch überflutet wird. Im Extremfall kann das Hochwasser bis zu 2 m hoch über der Sandbank liegen. Außerdem wird das Risiko des direkten Zugriffs auf das System durch Unbefugte verringert. In 4 m Höhe befindet sich eine Basisplattform. Auf dieser Plattform wurde eine weiß lackierte Aluminium-Zarges-Box fixiert. Die Lackierung dient dem Schutz des Aluminiums vor der salzigen Seeluft und soll die Sonneneinstrahlung reflektieren, damit es in der Box zu keinem Hitzestau kommt. Die Box ist vor Spritzwasser und Sandflug geschützt. Die Kabeldurchlässe wurden mit Silikon verschlossen. In der Box sind zwei Solar-Gel-Akkus installiert, die über einen Laderegler von den Solarpanels mit 12 V Strom versorgt werden. Die Akkus sind in der Lage, bis zu 16 Tage das System mit der gespeicherten Energie zu versorgen. Über einen Spannungswandler wird die 24 V- Kamera mit Strom gespeist. Die Video-Signale werden über einen 1 Kanal 25 FPS Videoserver, ein 12 V LAN-Switch und eine Outdoor-Box an eine Wireless 18-dbi Parabol-Antenne geleitet. Die Antenne ist über eine 11,22 Kilometer lange Richtfunkstrecke mit einer identischen Antenne, die sich in 15 Meter Höhe auf dem Dach des ehemaligen Senders „Norddeich Radio“ befindet, verbunden. Über einen Wireless OR-1 Mini Outdoor Router gelangen die Videosignale zu einem DSL-Router, der zum einen mit einem Computer vor Ort, zum anderen über einen DSL-Router mit einem Rechner im Büro des Verfassers verbunden ist. Auf dem Rechner vor Ort ist die Spezialsoftware „go1984“, die der Sicherheitstechnik entstammt, installiert. Diese Software ermöglicht es, die Video-Signale zu filtern. Das Datenvolumen dauerhafter Videoaufnahmen über den gesamten Aufzeichnungszeitraum hätte alle vorhandenen Kapazitäten gesprengt und sehr viele Aufnahmen generiert, die für die Auswertung nicht relevant gewesen wären. Durch die Modifizierung eines Schwellwertes konnte festgelegt werden, ab welcher Bewegungsintensität eine Aufzeichnung vorgenommen werden sollte. Eine leere Sandbank, bzw. ein bewegungsloses Rudel wären irrelevant. Sobald jedoch nur ein Tier sich bewegt oder mehr als ein Tier den Kopf hebt, wird eine Aufzeichnung gestartet. Je nach gewählter Bildgröße ist eine Bildfrequenz von 15 Bildern/sec. bis 2 Bilder/sec. zu erreichen.

Das letzte Element in der Zarges-Box ist eine Pan/Tilt/Zoom/Focus-Ansteuerungsbox, die die Befehle direkt an die Kamera weiterleitet. Mithilfe der erwähnten Software ist es dem Verfasser möglich, die Steuerung der Kamera vom PC seines Büros (oder jedem anderen Standort) vorzunehmen. Die Befehle an die Kamera werden auf dem gleichen Weg wie die Video-Signale gefunkt, nur in entgegengesetzter Richtung. Die Verzögerung eines Befehls hat eine Dauer von maximal ca. 0,2 Sekunden.

Die Kamera basiert auf einem DOME-System. In einem eiförmigen, 40 cm hohen Korpus befindet sich die Technik. Darunter ist ein Schwenkneigekopf befestigt, der es ermöglicht, die Kamera um 350° zu schwenken und in der Höhe zu verstellen. Der sichtbare Winkel beträgt, je nach Bildausschnitt, zwischen 7° und 76°. Das untere Drittel des Korpus besteht aus einer Plexiglasabdeckung. Regentropfen, sich absetzendes Salz und Sand können somit nicht an die Optik und Technik gelangen und Fehlfunktionen auslösen. Ergänzend ist das System beheizt, damit insbesondere bei Nebel keine Feuchtigkeit dauerhaft an der Kuppel verbleibt.

Das System ist tageslichtabhängig. Die Optik ist qualitativ hochwertig, benötigt jedoch eine Lichttransmission, die einem Fernglas mit 56er Objektivdurchmesser gleichkommt. Aufnahmen sind entsprechend ca. 45 bis 60 Minuten vor Sonnenaufgang bis 45 bis 60 Minuten nach Sonnenuntergang möglich. Nachts wird ausschließlich ca. 5-6 Tage vor bzw. nach Vollmond bei klarem Wetter aufgezeichnet. Hier sind jedoch keine detaillierten Aufnahmen der Liegefläche möglich. Schiffe, insbesondere Kutter, werden bei Dunkelheit durch ihre Beleuchtung vom System erkannt und aufgezeichnet. Der Einsatz von Infrarot-

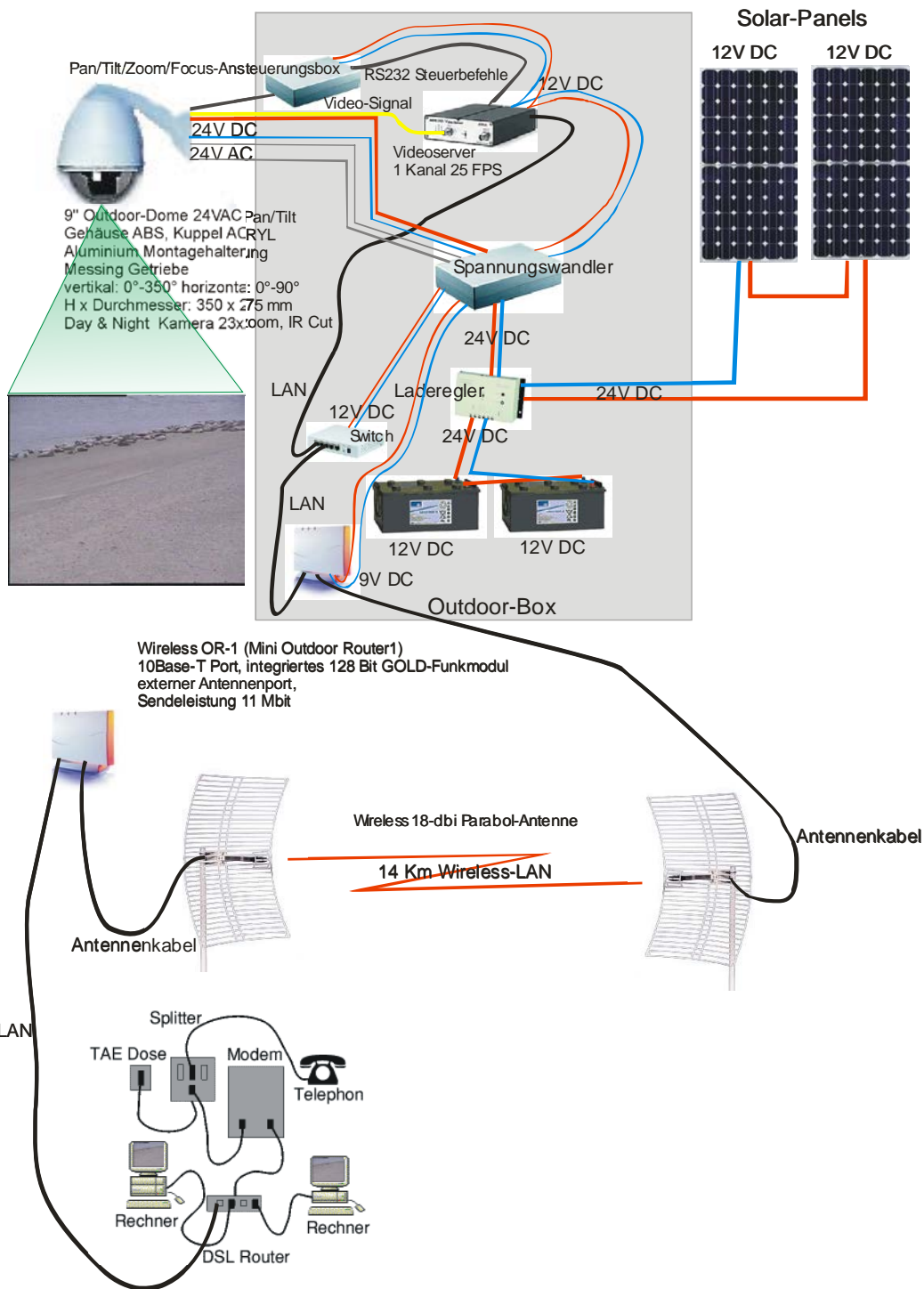


Abbildung 2.7-5:  
 Aufbauschema des Kamerasystems

## 2.8 Kameradaten

Der Standort des Kamera-Systems unterlag den in Kapitel 2.7 beschriebenen zwingenden Vorgaben. Die technische Ausstattung ermöglicht eine Ansprache der Tiere unterteilt nach Art und nach subadulten/adulten (älter als 1 Jahr) und juvenilen Tieren (< 1 Jahr). Durch den weiten Beobachtungsbereich der Kamera (s. Kapitel 2.7) konnten neben den Tieren auch potentielle Störereignisse beobachtet werden.

### 2.8.1 Kamera: Seehundrudel Norderney Ostspitze

Durch die Installation der Kamera konnten die Seehunde an der Ostspitze Norderneys kontinuierlich ab dem Jahr 2003 von Ende Mai bis Oktober beobachtet werden. Die Zusammensetzung nach Art und Alter wird in Kapitel 3.1.5 dargestellt. Adulte Seehunde (>3 bis 5 Jahre) können okular selbst mit Hilfe der Kamera nicht nach Alter differenziert werden. Probleme bei der Altersansprache werden ebenfalls in Kapitel 3.1.5 erörtert.

### 2.8.2 Kamera: Art der Störungen

Um die beobachteten Ereignisse erfassen zu können, wurden diese nach Art und Intensität differenziert und skaliert.

Um sichtbare Reaktionen von Individuen bzw. des Gesamtrudels zuordnen zu können, wurden als Basis, Arten von Störfaktoren definiert:

0	=	keine erkennbare Störung
1	=	Touristen (Anzahl)
1.1	=	Seehundstation
2	=	Bootsverkehr
2.1	=	Fähre
2.2	=	privates Motorboot
2.3	=	privates Segelboot
2.4	=	Surfer
2.5	=	Berufsverkehr (ohne Fähren)
2.6	=	Kajak/Kanu
2.7	=	Ruderboot
2.8	=	n (Anzahl)
3	=	Bootslandung (Art = 2.x)
4	=	Schaum

Der Störfaktor <0> beschreibt Störungen, die nicht vom Kamera-System erfasst werden konnten, indirekt jedoch an der Reaktion des Rudels zu erkennen sind (Flugzeug, Störung von Landseite im toten Winkel oder im nicht erfassten Bereich des Kamera-Systems). Der Störfaktor <1.1> beschreibt Störungen, die durch das Team der Seehundstation Nationalpark-Haus bei Auswilderungen verursacht werden. Diese finden frühestens ab Mitte August statt, liegen entsprechend nicht im Untersuchungszeitraum, der die Monate Mai bis Juli beinhaltet. Die Störfaktoren <2.4>, <2.7> und <3> sind mit n < 5 p.a. selten aufgetretene Ereignisse. Der Störfaktor <4> ist zweimal für einige Tage aufgetreten. Der Schaum

resultiert aus einer starken Algenblüte im Wattenmeer, die durch die Brandung eine schaumige Konsistenz bildet und bei höheren Windgeschwindigkeiten über die Sandbank getrieben wurde. In zwei Fällen führte dies zur Flucht der gesamten Gruppe. Die Störfaktoren wirken durch unterschiedliche Geschwindigkeit und Richtung, ihrem Raum-Zeit-System, unterschiedlich intensiv. Es wurde eine Störzone, ein Kreis mit einem Radius  $\leq 250$  m definiert. Der Mittelpunkt dieser Störzone ist der am nächsten zur Störung befindliche Teil des Rudels. Sollte kurz zuvor das Rudel aufgrund eines anderen Störereignisses geflüchtet sein, wird die Entfernung zu dem Standort, an dem es zuvor gelegen hat, gewählt. Ist dieser nicht eindeutig festzustellen, wird die Entfernung zum Strand angegeben.

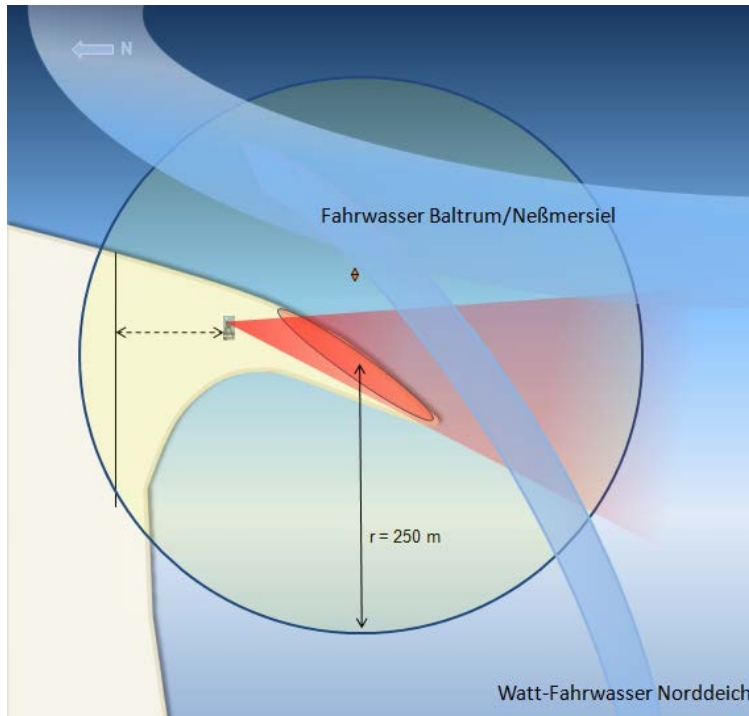


Abbildung 2.8-1:  
Definition der variablen Störzone im Umkreis von  $r = 250$  m vom am nächsten zum Störereignis liegenden Seehund

Der Parameter <Raum-Zeit-System der Störfaktoren> wird folgendermaßen beschrieben:

0	=	fährt vorbei
0.0	=	steht
0.1	=	langsam
0.2	=	mittelschnell
0.3	=	schnell
1	=	kreuzt / dreht (Geschwindigkeit)
2	=	fährt auf Seehunde zu
3	=	lässt sich trocken fallen
4	=	Landgang
5	=	geht schwimmen (Tourist)

Um die Frequenz des Schiffsverkehrs zu beschreiben, wurde additiv die Anzahl der Schiffe  $n_s = *$ , die sich seit dem letzten Eintrag ohne sichtbare Reaktion des Rudels im Störbereich aufgehalten haben, dokumentiert.

Es können nur sichtbare Reaktionen des Rudels bzw. der Individuen als Bestandteil des Rudels parametrisiert werden. Die Erhöhung der Herzfrequenz als erste physiologische Reaktion eines Tieres auf Störung ist nicht darstellbar. Diese erste Phase von Stress sollte bei der Betrachtung von Störungen berücksichtigt werden (WIPPER 1974, JOHN 1984):

Reaktion:

- 0 = nicht sichtbar
- 1 = gering (Kopfheberate  $\leq 50\%$ )
- 2 = mittel (Kopfheberate  $> 50\% \leq 100\%$ )
- 3 = stark (Flucht ins Wasser (Anzahl  $n_f$ ))
- 4 = Rückkehr (Anzahl  $n_r$ )

Die der Reaktion zugeordneten Werte können sich überschneiden. So ist es möglich, dass bei einer Kopfheberate  $\leq 50\%$  bereits ein Teil des Rudels flüchtet (DIETRICH & KOEPFF 1986). Solche Ereignisse werden nicht differenziert. In die Auswertung geht der höchste dem Störereignis zuzuordnende Störgrad ein.

Um für weitergehende Untersuchungen die Auswertung zu optimieren, wurden auch als Sonderereignisse bezeichnete Faktoren dokumentiert. Diese stellen kein Störereignis dar und dienen dazu, das Bild der Gesamtsituation widerzuspiegeln bzw. Ereignisse besser nachvollziehen zu können.

- 1 = sehr starker Schiffsverkehr außerhalb der Störzone ( $>250\text{ m}$ )
- 2 = Wechsel der Aufnahmerichtung (Blickwinkel)
- 2.1 = Bildausschnitt ohne Überlappung zur Basiseinstellung
- 2.1 (S) = Anzahl der Seehunde ist die Summe aller Seehunde am Strand
- 2.2 = Bildausschnitt durch Zoom-Funktion verkleinert (Großaufnahme)
- 3.1 = Teil des Rudels bewegt sich aus dem Bild
- 3.2 = Teil des Rudels bewegt sich in das Bild
- 4 = besonders gute Aufnahme

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Seehundpopulation

Die Aufteilung der Ergebnisse der Seehundzählungen des LAVES nach Gesamtbestand und anteiligem Jungtierbestand ist in der folgenden Abbildung graphisch dargestellt.

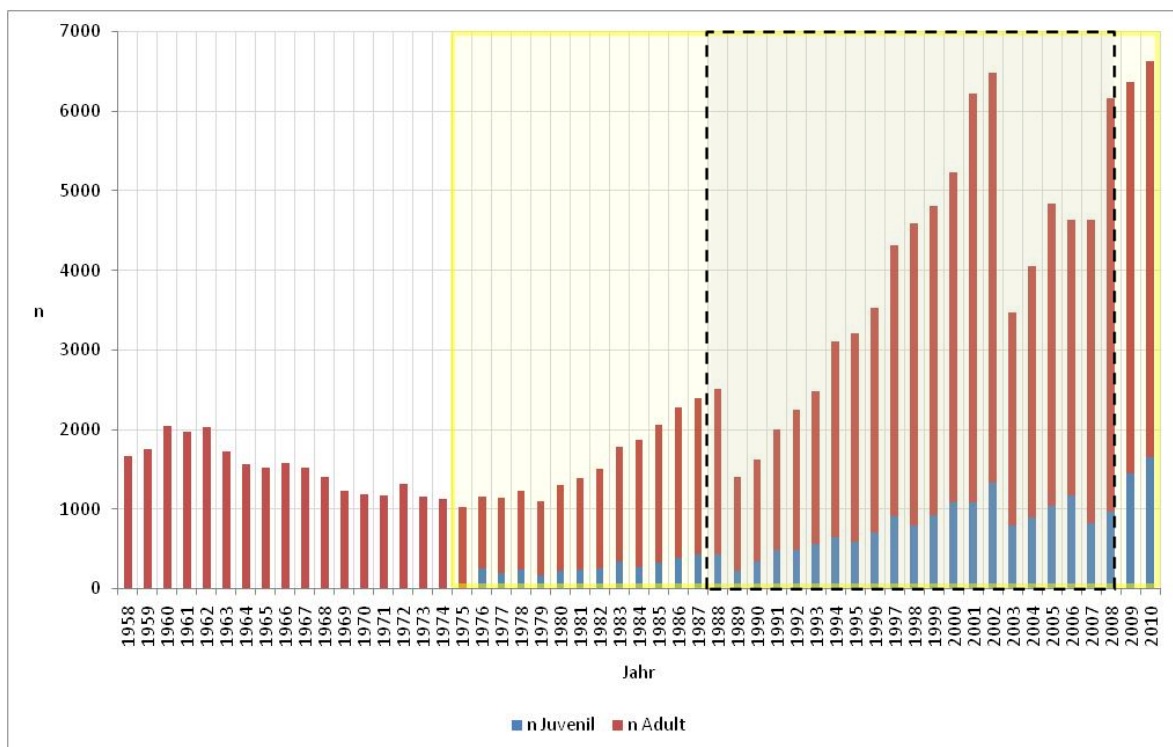


Abbildung 3.1-1:

Entwicklung des Seehundbestandes im Niedersächsischen Wattenmeer 1958 bis 2008. Der schwarze Rahmen beinhaltet die in dieser Arbeit untersuchten Jahre. Der gelb umrandete Bereich beinhaltet die Ergebnisse der in Niedersachsen durchgeführten Zählflüge (Maximalwerte p.a.). (Quelle: LAVES, OI/Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich)

Die Entwicklung des Seehundbestandes zeigt eindeutige Tendenzen: Ab Anfang der 60er Jahre sank die Populationsgröße. In den Niederlanden wurde daraufhin bereits 1962 die Jagd auf Seehunde eingestellt. Die rückläufige Tendenz hielt jedoch bis Ende der 1970er Jahre an (VAN HAAFTEN 1974). Es muss andere Gründe für den Rückgang der Population gegeben haben als die Jagd (REIJNDERS 1983). 1972 wurde auch die Jagd in Niedersachsen eingestellt. Ein signifikanter Zuwachs der Population ist aber erst ab 1980 erkennbar. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Flugzählungen ab 1975 eine höhere Zählquote erzielt haben müssen als die Zählungen vor 1975 per Schiff, ist davon auszugehen, dass die Zählergebnisse nach 1975, also nach alter Zählmethode, noch niedriger hätten ausfallen müssen. Die Daten vor und nach 1975 sind somit im Vergleich nicht belastbar. Von 1980 bis 1988 ist ein deutlicher Anstieg der Population zu erkennen. Im Sommer des Jahres 1988 wurde die Population (gezählte Individuen: 2.508) durch den PhocineDistemperVirus (PDV), einem Staupevirus, der durch Sattelrobben (*Phoca groenlandica*) einge-

tragen wurde (STEDE und RABENSTEIN pers. Kommentare), infiziert. Fast 50 % der Population starb. Von 1989 bis 2002 stieg die Population kontinuierlich an, bis erneut eine PDV-Epidemie, dieses Mal durch Klappmützen<sup>18</sup> (*Cystophora cristata*) eingetragen, die Population (gezählte Individuen: 6.481) dezimierte (STEDE pers. Kommentar 2003). Ab 2003 stieg die Population wiederum kontinuierlich an. Die Stagnation bzw. die sogar leicht rückläufigen Daten aus 2006 sind nicht aus dem Datenmaterial oder Fehlern der Zählflug-Methodik erklärbar. Alle Flüge fanden an Werktagen statt - Flüge an Wochenenden werden aufgrund des erhöhten Störpotentials vermieden (HUESMANN pers. Kommentar 2008, ABT pers. Kommentar 2009). Die rückläufige Entwicklung im Jahr 2007 ist erklärbar: Ein Zählflug zu einem der wichtigsten Termine, zum Ende der Geburtsphase, ist witterungsbedingt ausgefallen. Vergleicht man die kumulierten Daten des gesamten Wattenmeeres wird deutlich, dass "lokale Schwankungen" oder Zählflugausfälle in der Gesamtentwicklung kaum mehr auffällig sind (s. Abbildung 3.1-2). Die Daten des Jahres 2010 sind vorläufige Daten und nur der Vollständigkeit und der Vergleichsmöglichkeit halber integriert. Die genauen Daten des Jahres 2010 werden erst nach der Beendigung der Zählflüge, ab Ende August 2010, vom LAVES veröffentlicht.

Die Daten der Entwicklung der Seehundpopulationen des gesamten Wattenmeeres werden vom Common Wadden Sea Secretariat (CWSS) in Wilhelmshaven zusammengeführt.

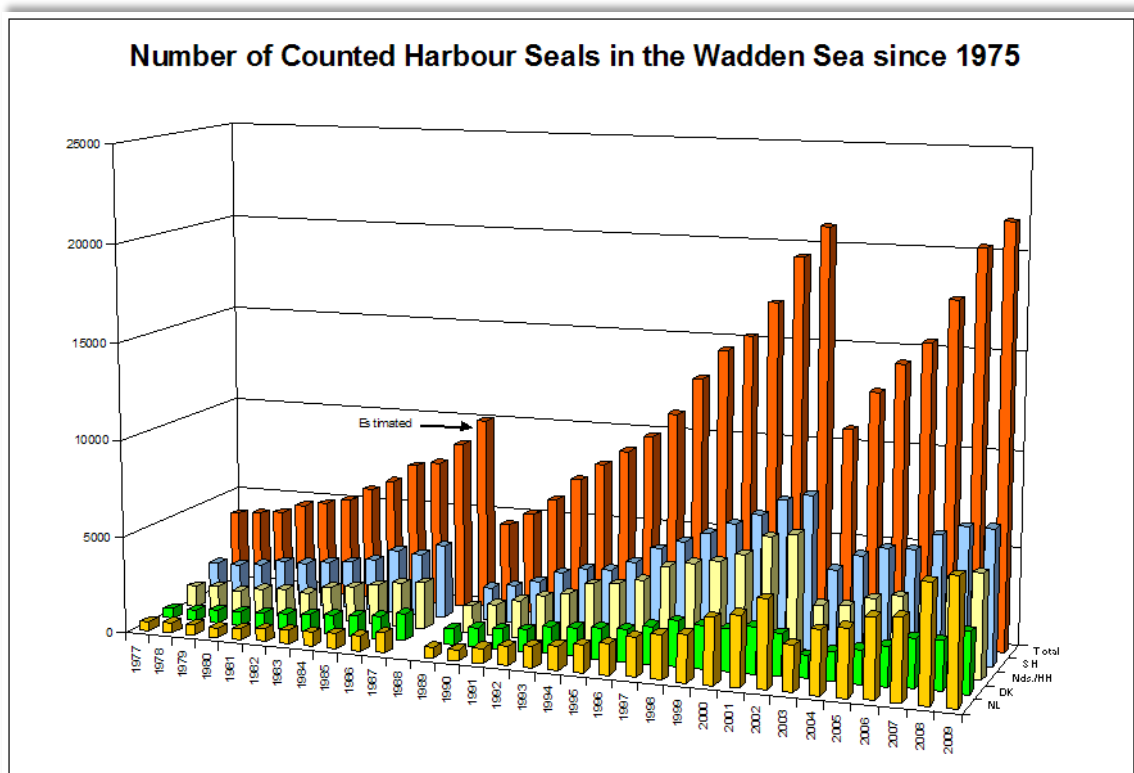


Abbildung 3.1-2:  
Anzahl gezählter Seehunde im gesamten Wattenmeer 1975 bis 2009  
(Quelle: CWSS/WHV)

<sup>18</sup> arktische Robbe, nach dem mützenartigen Wulst auf Stirn und Nase des Männchens benannt

Die Seehundpopulation im Niedersächsischen (und Hamburgischen) Wattenmeer ist keine geschlossene Population (JOHN 1984), sondern eine Subpopulation des europäischen Wattenmeer-Seehundbestands. Zu- und Abwanderungen von Seehunden zwischen den Subpopulationen sind durch Markierungen und satellitentelemetrische Untersuchungen nachgewiesen (ORTHMANN 2000, ABT 2002). Im Rahmen eines Trilateralen Abkommens zwischen den Niederlanden, Deutschland und Dänemark wird ein Monitoring-Programm durchgeführt, das fünf Zählflüge per anno beinhaltet (SMP). Die Ergebnisse dieser Zählflüge sind in Abbildung 3.1-3 dargestellt. Da diese Flüge ausschließlich sichtbare, also im Haul-Out befindliche Teile der Population dokumentieren können, werden die Teile der Population, die sich im aquatischen Bereich aufhalten, nicht erfasst. Verschiedene Untersuchungen führten zu Korrekturfaktoren, die diese nicht erfassten Populations-Teile beschreiben sollen. Welcher Korrekturfaktor den realen Bestand annähernd beschreibt, ist nicht bekannt. Verschiedene Varianten der Populationsentwicklung sind unter Verwendung verschiedener Korrekturfaktoren in der Abbildung zu sehen. REIJNDERS (1992) hat historische Daten ausgewertet und ermittelte für die Nordsee zu Beginn des 19. Jahrhunderts einen Bestand von ca. 39.000 Tieren. Die Abbildung dient dazu, mögliche Tendenzen der Populationsentwicklung aufzuzeigen.

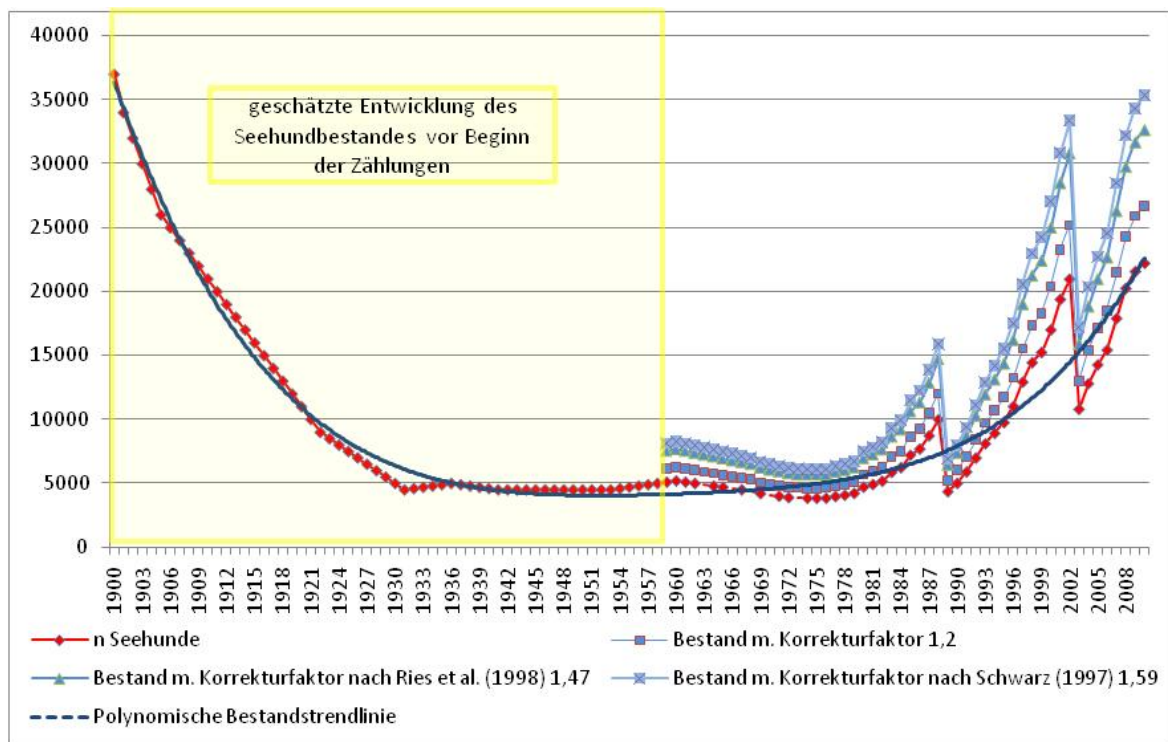


Abbildung 3.1-3:  
Entwicklung der Seehundpopulation im europäischen Wattenmeer, 1958 bis 1971/75 Schiffszählungen, 1971/75 bis 2010 Flugzählungen. Reale, absolute Zahlen <n Seehunde>, alle weiteren Graphen <n Seehunde> multipliziert mit Korrekturfaktor.

### 3.1.1 Geschlechterverhältnis der Seehundpopulation

In der Literatur sind vielfältige Angaben zum Geschlechterverhältnis zu finden. So gibt BIGG (1969) ein Verhältnis von männlichen zu weiblichen Individuen von 0,91 für das Gebiet der Westküste Kanadas an. BOULVA und MCLAREN (1979) definieren sogar ein Verhältnis von 0,74 für die Ostküste Kanadas. ABT (2002) legt ein Geschlechterverhältnis von 0,86 zugrunde.



Prinzipiell gilt für das Geschlechterverhältnis das gleiche wie für die Altersstruktur. Alle Angaben basieren auf Modellrechnungen. Alle Autoren sind sich einig, dass ein Geschlechterverhältnis von 1:1 für die Jugendklasse, also Juvenile und infertile Subadulte typisch ist. Bei den Adulten hingegen, verschiebt sich das Geschlechterverhältnis zugunsten der Weibchen (JOHN 1984).

Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten der 1988 bis 2008 in die Seehundstation Nationalpark-Haus eingelieferten Heuler deskriptiv verwendet (s. 3.1.4).

### 3.1.2 Geburtenrate

Die Notwendigkeit, Sandbänke als Ruheplatz zu nutzen und die ausschließliche Möglichkeit, die Jungtiere auf diesen zu laktieren, erklärt die starke Bindung des Mutter-Jungtier-Verbandes zu diesen Plätzen. In mehreren Arbeiten wurde untersucht, dass diese Verbände die Sandbänke stärker frequentieren, als subadulte, oder männliche Tiere (WIPPER 1974, JOHN 1984, ABT 2002). Nahezu alle zu säugenden Jungtiere werden im Rahmen der Zählflüge erfasst (JOHN 1984).

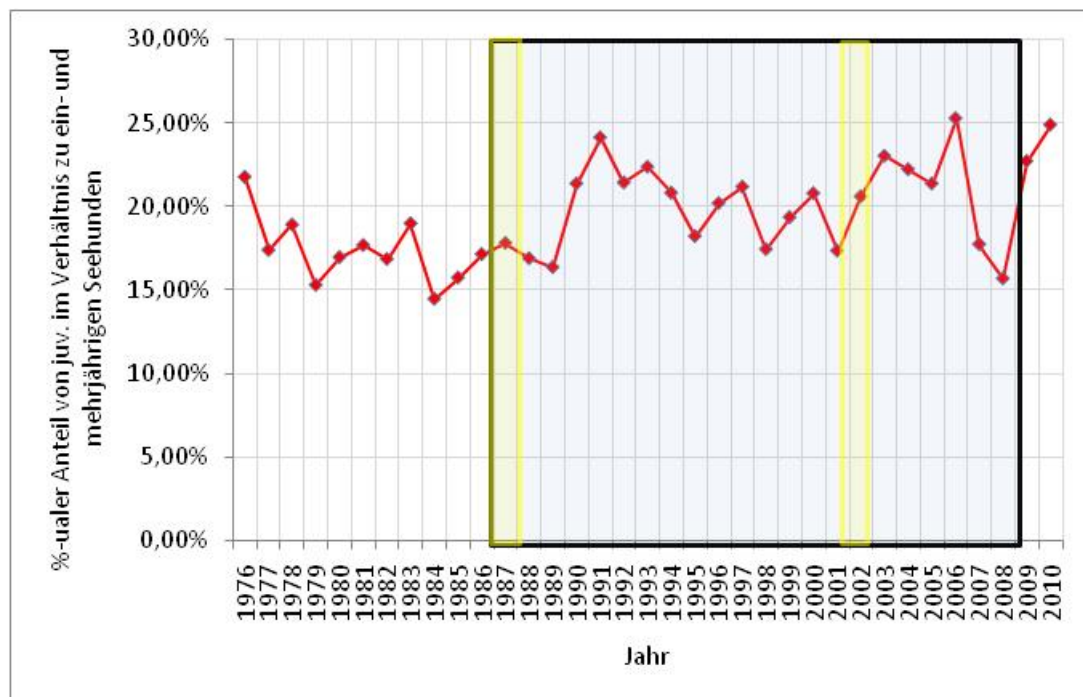


Abbildung 3.1-4:

Entwicklung der prozentualen scheinbaren Pro-Kopf-Geburtenrate der Seehundpopulation im Niedersächsischen Wattenmeer 1976 bis 2010. Der schwarze Rahmen begrenzt den Untersuchungszeitraum dieser Arbeit. Die gelben Rahmen markieren die Sonderereignisse Staupe 1988 und 2002.

Die Abbildung 3.1-4 stellt die "Scheinbare Pro-Kopf-Geburtenrate", also das Verhältnis der Anzahl von Jungtieren zur Anzahl der Ein- und Mehrjährigen, im Niedersächsischen Wattenmeer auf Basis der absoluten Zahlen der Zählergebnisse dar. Diese absoluten Zahlen stellen nicht unbedingt die realen Proportionen dar (s.u.). Entsprechend gehen wir von einer "scheinbaren" Pro-Kopf-Geburtenrate (ABT 2002) aus.

Es muss berücksichtigt werden, dass sehr früh gesetzte Jungtiere bereits ihre Selbständigkeit erlangen und der Mutter-Jungtier-Verband entsprechend aufgelöst ist, während spät gesetzte Tiere noch laktiert werden. Erstere sind von geringen Subadulten kaum noch zu unterscheiden. Ältere, aber noch gesäugte Jungtiere werden vom Muttertier, z.T. auch während der Niedrigwasserphasen, zu "Ausflügen" ins Wasser animiert (eigene Beobachtung Kamera Norderney & ABT pers. Kommentar 2009). Des Weiteren ist davon auszugehen, dass aufgrund von Störungen z.T. Mutter-Jungtier-Verbände von der Sandbank vertrieben wurden und somit nicht erfasst werden konnten (WIPPER 1974, JOHN 1984, ABT 2002).

Für den Untersuchungszeitraum liegt das Minimum der Pro-Kopf-Geburtenrate bei 15,66 % im Jahr 2008, das Maximum bei 25,27 % im Jahr 2006. Der Mittelwert beträgt 20,17 %. Für den Zeitraum aller Zählflüge liegt das Minimum bei 14,44 % im Jahr 1984, das Maximum ebenfalls bei 25,27 % im Jahr 2006. Der Mittelwert beträgt für den Zeitraum 1976 bis 2010 bei 19,42 %.<sup>19</sup>

Die Ergebnisse der Flugzählungen liefern eine gute Daten-Basis an absoluten Zahlen, die es ermöglichen, jahresweise Relationen und Entwicklungen darzustellen. Es ist jedoch unmöglich, den realistischen Gesamtbestand zu erfassen (THOMPSON & HARWOOD 1990).

Auf den Sandbänken befindet sich in Abhängigkeit von Jahreszeit, Tide und Windrichtung nur ein Teil der Population (SCHNEIDER & PAYNE 1983; WATTS 1996). Keinesfalls befindet sich die gesamte Population auf den Sandbänken (NØRGAARD 1996; SCHWARZ 1997; RIES et al. 1998). Da manche Altersgruppen überproportional zu anderen Gruppen auf der Sandbank vertreten sind, repräsentiert diese Gruppenzusammensetzung nicht die Population (THOMPSON et al. 1989; HÄRKÖNEN et al. 1999). HÄRKÖNEN et al. (1999) und ABT (2002) haben folglich festgestellt, dass somit diese Zusammensetzungen zu Fehlinterpretationen von Zählreihen führen können.

Um realistischere Zahlen zu generieren, wurden in verschiedenen Untersuchungen für die Gesamtpopulation, durch Korrelation der Zählflugergebnisse mit den Haul-Out-Phasen<sup>20</sup> satelliten-telemetriertes Tiere, Korrekturfaktoren errechnet. Da das Haul-Out-Verhalten der Seehunde starke alters- und geschlechtsspezifische Tendenzen aufweist, beinhalten diese Untersuchungen aber einen methodischen Fehler (HÄRKÖNEN et al. 1999). Meist werden Subadulte und Adulte telemetrisch untersucht, die ein anderes Verhalten als Mutter-Jungtier-Verbände aufweisen (JOHN 1984). Zusätzlich sind bei der Satelliten-Telemetrie aus verschiedenen Gründen die Stichprobengrößen zu gering, um Rückrechnungen auf die Gesamtpopulation durchführen zu können (ABT 2002). Sowohl die Kosten für die Satelliten-Sender, als auch die Kosten und der Aufwand für Wildfänge, grenzen die Möglichkeiten dieser Forschung stark ein.

Für das Dänische Wattenmeer hat NØRGAARD (1996) für die Augustzählungen einen Korrekturfaktor von 1,27 entwickelt. In der vorliegenden Arbeit wird jedoch ausschließlich der Zeitraum Mai bis Juli betrachtet. SCHWARZ behandelt in seiner Untersuchung die Zählflüge im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Der von ihm verwendete Korrekturfaktor variiert zwischen 1,81 und 1,59. Das bedeutet, dass bei einem optimalen Zeitpunkt, an dem die meisten Tiere sich auf einer Sandbank befinden, mit einer Haul-Out-Rate von 55,3 % bis

---

<sup>19</sup> Mittelwerte der Zeiträume 1976 bis 1987 = 17,35%, Staupejahr 1988 bis Staupejahr 2002 = 19,88%, postepidemische Phase 2003 bis 2010 = 21,6%

<sup>20</sup> Haul-Out: zeitlich begrenzte Nutzung des terrestrischen Lebensraums. Lebensnotwendig für Ruhephasen, zur Aufzucht und Laktation der Jungtiere, für den Fellwechsel, zum Schutz vor Prädatoren und Thermoregulation

62,8 % gerechnet werden kann (SCHWARZ 1997). Für die Niederlande haben RIES et al. (1998) für ein- und mehrjährige Seehunde den Korrekturfaktor 1,47 angegeben. ABT (2002) hält Korrekturfaktoren für ein- und mehrjährige Tiere von 1,05 bis 1,50 für realistisch.

In der vorliegenden Arbeit werden ausschließlich juvenile Tiere im Zeitraum Mai bis Juli betrachtet. Nahezu alle zu säugenden Jungtiere werden nach JOHN (1984) durch die Zählflüge erfasst. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde daher zur Erarbeitung des jährlichen, potentiellen Jungtierbestands (s. Kapitel 2.3.5) ein Korrekturfaktor für den Jungtierbestand von 1,2 gewählt, der somit im unteren Bereich der von ABT (2002) genannten Schätzungen liegt. Angesichts des Mangels an exakten Daten zu dieser Frage wird erneut die Notwendigkeit eines intensivierten Monitorings z.B. unter Zuhilfenahme des hier vorgestellten Kamerasystems deutlich.

In Abbildung 3.1-5 wird der prozentuale Anteil eingelieferter Heuler im Verhältnis zu Jungtierzählergebnissen mit Korrekturfaktor 1,2 für den Untersuchungszeitraum dargestellt.

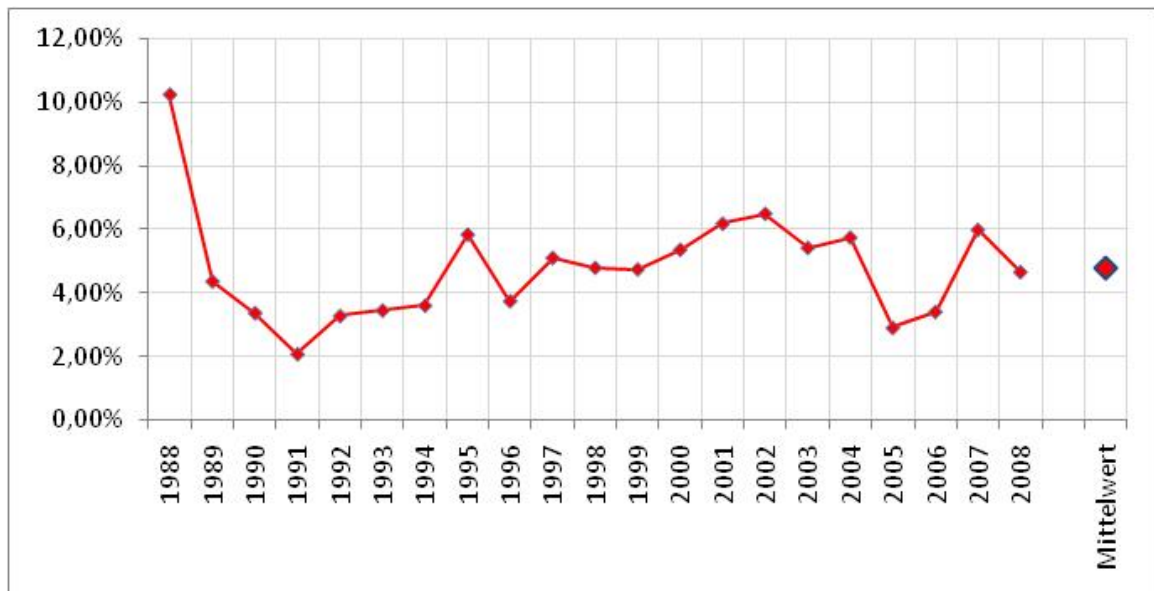


Abbildung 3.1-5:  
Prozentualer Anteil eingelieferter Heuler im Verhältnis zu Jungtierzählergebnissen mit Korrekturfaktor 1,2

### 3.1.3 Funddaten der Seehunde

Bis zum Jahr 2001 wurden die Funddaten der Seehunde relativ grob dokumentiert. Die Heuler wurden häufig in relativ gleichem topographischen Raum gefunden (PETRUS pers. Kommentar 2009). Der Versuch, diese nachträglich durch Gespräche und Ortsbegehungen mit den zuständigen Wattenjagdaufsehern zu digitalisieren, war die einzige Möglichkeit die Datenlage zu optimieren. Diese beinhaltet ein Fehlerpotential, das relativ gering zu sein scheint, wissenschaftlich aber nicht verifizierbar ist. Seit 2001 stehen GPS-Daten zur Verfügung. Es sind Daten von 953 Heulern dokumentiert.

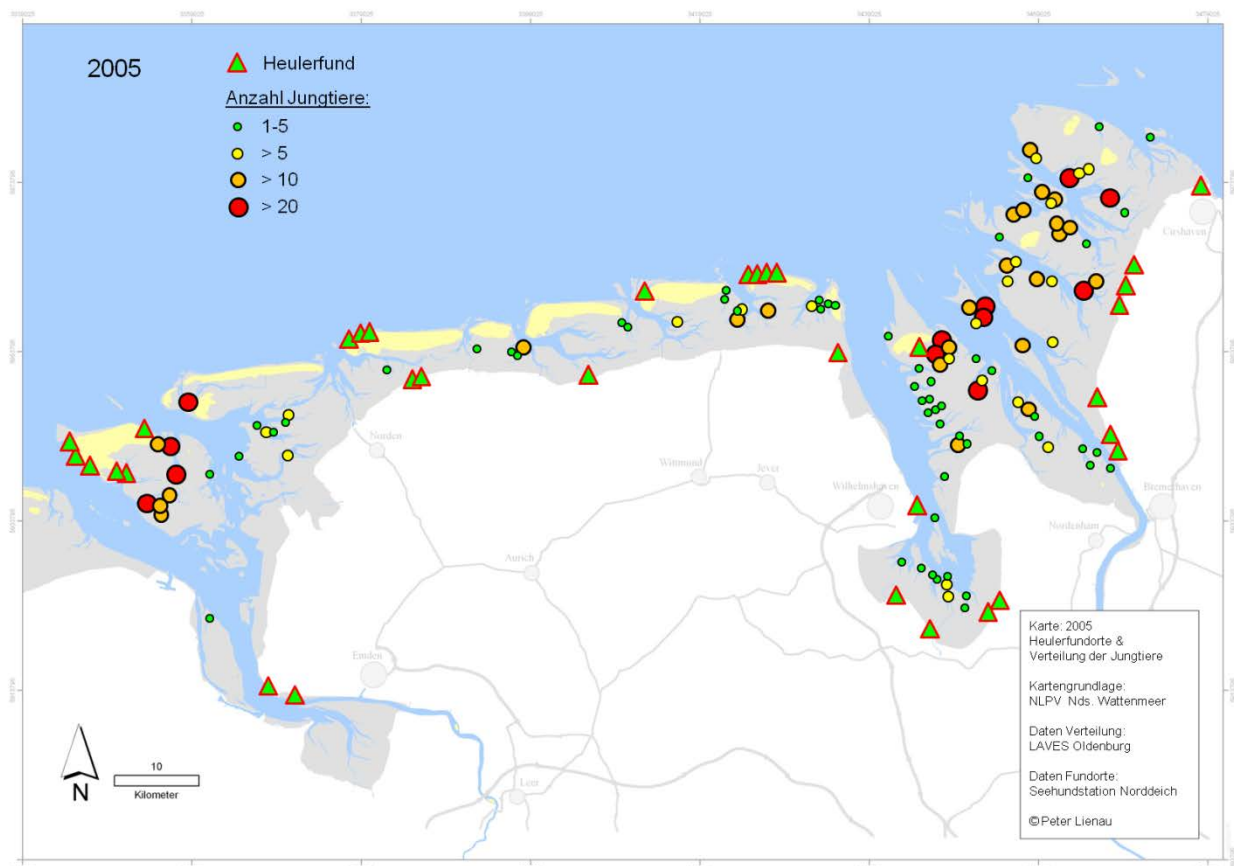


Abbildung 3.1-6:  
Heulerfunde und Verteilungsmuster des Jungtierbestandes im Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer 2005

Als Beispiel wurden für das Jahr 2005 die Daten der Verteilung des Jungtierbestandes aus den Ergebnissen der Zählflüge extrahiert und graphisch in Abbildung 3.1-6 dargestellt. Ebenfalls sind die Heulerfundorte für dieses Jahr visualisiert worden. Jungtiere werden im gesamten Bereich des Untersuchungsgebietes geboren. Es sind jedoch deutlich zwei Kernzonen in der Verteilung des Jungtierbestandes zu erkennen: Die erste Zone befindet sich im östlichen Bereich des Untersuchungsgebietes, südöstlich von Borkum im Evermannsgat westlich Lütje Hörn, und am Koppersandpriel (MÜLLER 2007). Die zweite Zone befindet sich östlich der Insel Mellum über dem Wesermündungsbereich, parallel zur Wurster Küste bis zu den Inseln Neuwerk und Scharhörn im Hamburgischen Wattenmeer.

Das Hamburgische Wattenmeer ist aufgrund der topographischen Nähe als Teilbereich des Untersuchungsgebietes in die vorliegende Arbeit eingegangen.

Betrachtet man die Heulerfundorte, zeigt sich, dass keine signifikanten Beziehungen zu den Wurfplätzen zu erkennen sind.

Heuler die auf Borkum gefunden werden, könnten sowohl den südwestlich gelegenen Wurfplätzen in den Niederlanden als auch dem Wurfgebiet südöstlich Borkums entstammen. Auch bei dieser Betrachtung muss berücksichtigt werden, dass der Fundort nicht gleich der Entstehungsort eines Heulers ist. Hypothesen, wie oben formuliert, sind wissenschaftlich nicht verifizierbar. Eine statistische Auswertung der Daten dieses Teilbereichs ist somit unmöglich. Deskriptiv werden die Fundorte im Folgenden untersucht.

Im Bereich des Niedersächsischen Wattenmeeres werden ausschließlich Heuler aufgenommen, die in den anthropogen hochfrequentierten Bereichen der vorgelagerten Inseln oder des Festlandsdeichs aufgefunden und als Heuler "identifiziert" wurden. Es bietet sich somit an, das Untersuchungsgebiet bezüglich der Heulerfunde auf zwei Arten zu strukturieren. Bei beiden Arten der Betrachtung wird eine Zuordnung zu bestimmten Gruppen / Clustern vorgenommen. Variante A ist die Aufteilung in Inseln und Festland.

Die Heulerfundorte des gesamten Untersuchungsgebiets wurden Clustern zugeordnet. Cluster  $X_i$  stellt die Summe aller auf den Inseln gefundenen Heuler dar. Cluster  $X_f$  ist entsprechend die Summierung der Heulerfundorte auf dem Festland. Cluster  $X_i$  hat 1992 sein Maximum mit 64,71 % Anteil an der Gesamtfundanzahl des Jahres, Cluster  $X_f$  erreicht 1996 das Maximum mit 69,57 %. Zwischen den Jahren 1990 bis 1995 wurden mehr Tiere auf den Inseln gefunden (Ausnahme 1993: das einzige Jahr des Untersuchungszeitraums mit jeweils 50 % Anteil). Von 1996 bis 2002 wechselt die Fundhäufigkeit zwischen Cluster  $X_i$  und Cluster  $X_f$  indifferent. Seit 2003 ist der prozentuale Anteil der Funde des Cluster  $X_f$  höher. Die in Abbildung 3.1-7 abgebildeten linearen Trendlinien stellen die Entwicklung zur höheren Fundhäufigkeit auf dem Festland deutlich dar. Der Mittelwert des Cluster  $X_i$  über den gesamten Untersuchungszeitraum liegt bei 45,89 %, der des Cluster  $X_f$  bei 54,11 %.

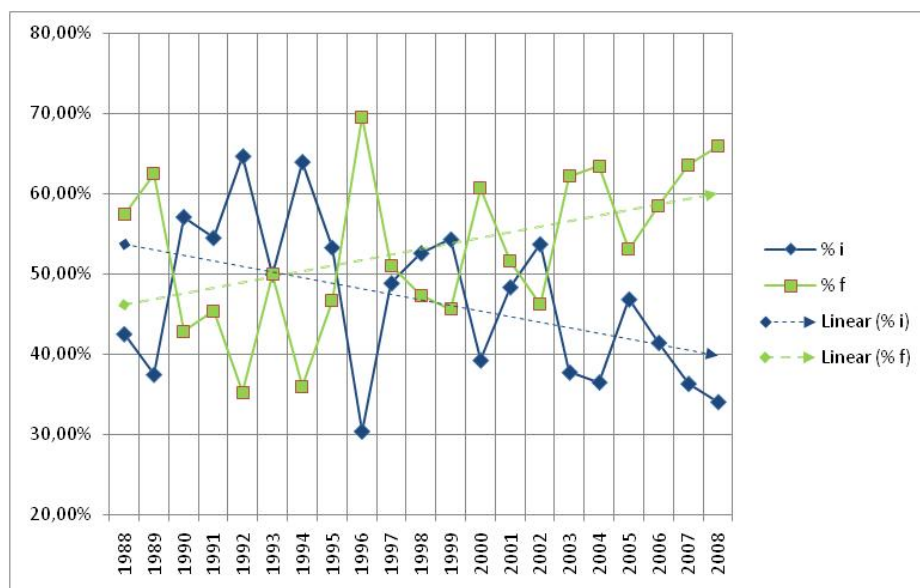


Abbildung 3.1-7:  
Darstellung der prozentualen Anteile der Heulerfundorte "Insel" Cluster  $X_i$  und des "Festlands" Cluster  $X_f$

Die Variante B basiert auf einer Aufteilung des Untersuchungsgebietes in Sektoren (s. Abbildung 3.1-8), die sich zwischen den Wattwasserscheiden befinden (TRAUT 1997).

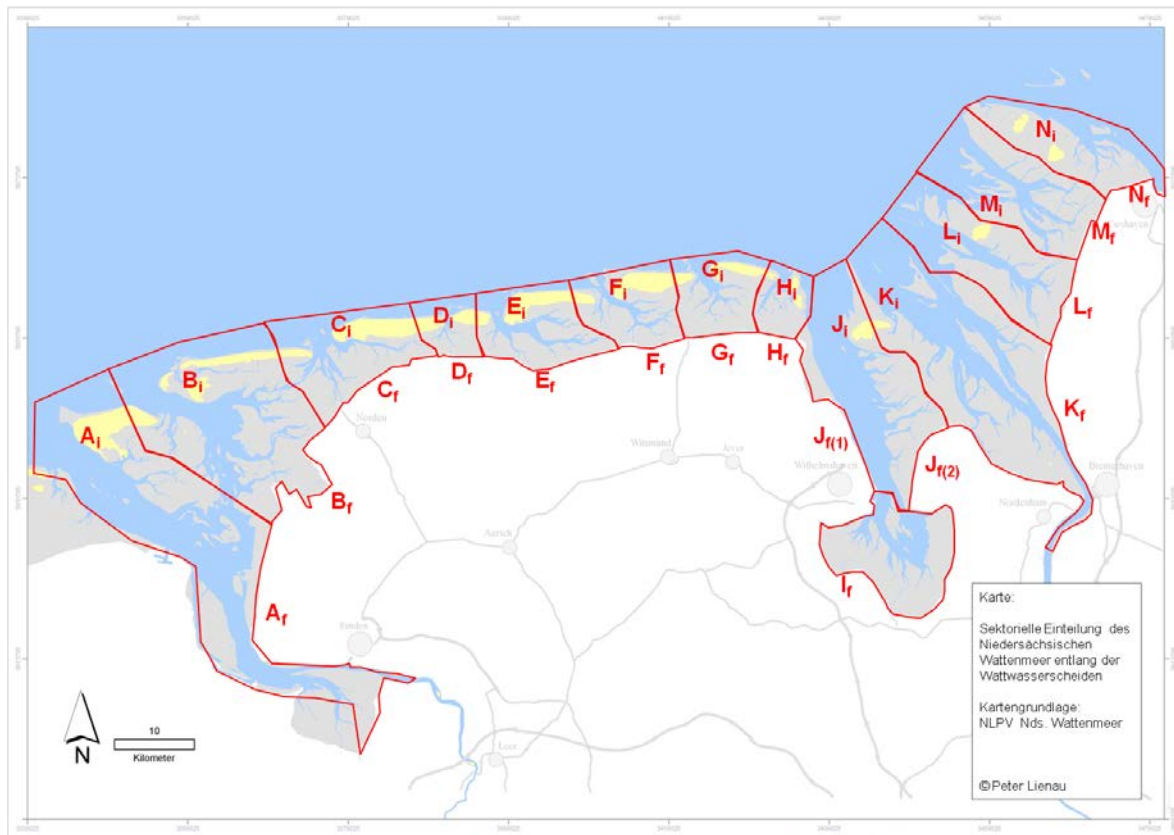


Abbildung 3.1-8:  
Einteilung des Niedersächsischen Wattenmeeres in Sektoren

Der Sektor  $I_f$  stellt den Jadebusen dar. Ein Insektor wird entsprechend nicht aufgeführt. Die Sektoren  $L_i$  und  $M_i$  werden aufgeführt, sie beschreiben jedoch keine Insel. Der Knechtsand befindet sich im Bereich dieser Sektoren. Es sind keine Funde dokumentiert.

Im Untersuchungszeitraum gibt es bei den Fundorten einzelne "Ausreißer". Es handelt sich zum Großteil um Tiere, die über Flüsse in den Inlandsbereich geschwommen sind. Diese Funddaten sind dem Sektor des Clusters  $X_f$  zugeordnet worden, in den der Fluss mündet.

Das Ziel der Variante B ist eine räumliche Zuordnung der Fundorte der Heuler zu den Gebieten mit dokumentierten Jungtieren der Zählflüge herzustellen. Um eine mit anderen Arbeiten vergleichbare Grundlage zu schaffen, ist die Aufteilung nach Wattwasserscheiden vorgenommen und auf die Verwendung eines Koordinatensystems verzichtet worden. Die Aufteilung nach der Variante B hat einen Schwachpunkt: Die Flächen sind in Größe, Form, Insel, Wasser-, Watt- und Festlandsanteil völlig heterogen. Eine Darstellung der Relation der Fundanzahl zur Flächengröße ist wegen der unterschiedlichen Habitatstruktur nicht angezeigt. Da von dem Fundort eines Heulers nicht auf den Ort der Trennung vom Muttertier geschlossen werden kann, ist ein Vergleich der Sektoren obsolet. Die Zuordnung zu den einzelnen Sektoren hingegen ist aussagekräftig (s. Abbildung 3.1-9).

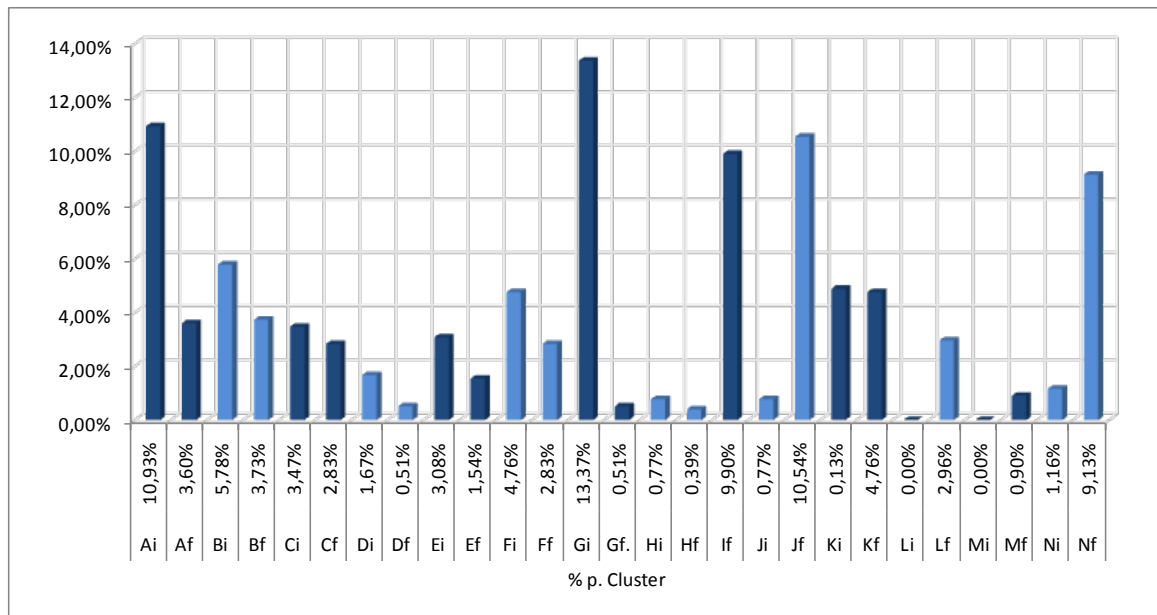


Abbildung 3.1-9:

Aufteilung der Cluster pro Sektor des Niedersächsischen Wattenmeeres, die unterschiedlich blauen Balken markieren je einen Sektor

Das Maximum der Funde aller Sektoren liegt im Sektor A mit einem Anteil von 14,52 % aller Heulerfunde im Untersuchungszeitraum. Die maximale absolute Fundzahl wurde im Jahr 2002 mit 10 Individuen erreicht. Das Jahr 1989 ergab als einziges Jahr 0 Funde.

An zweiter Stelle steht Sektor G mit 13,88 %. Bemerkenswert ist hier der hohe Anteil des Clusters  $G_i$  mit 13,37 %.

Die Cluster  $J_f$  und  $I_f$  markieren mit 10,54 % und 9,9 % die Maxima der Festlandssektoren. Diese Sektoren beschreiben die Bereiche des Wangerlandes bis Wilhelmshaven und dem westlichen Teil Butjadingens bzw. dem Jadebusen.

### 3.1.4 Heuler in der Seehundstation

#### Alter

Das Alter der eingelieferten Tiere kann anhand von zwei Faktoren geschätzt werden. Bei relativ jungen Heulern ist häufig die Nabelschnur noch vorhanden. Bis zu einem Alter von 5 bis 6 Tagen trocknet diese aus und fällt ab (RÜMLER 1979). Bei allen Heulern ist anhand der Zahnentwicklung das Alter zu schätzen (LAWS 1962). Die Milchzähne der Seehunde erreichen kein funktionelles Stadium (MATZKE 2001). Entweder wechseln die Milchzähne kurz nach der Geburt oder werden bereits intrauterin resorbiert, brechen also nicht durch (REIJNDERS 1992). Die Zähne des Dauergebisses brechen zur Geburt oder kurz danach durch (BIGG 1969). Die Ursache des pränatalen Zahnwechsels ist in der langen Tragzeit oder mit der frühreifen neonatalen Entwicklung begründet (MATZKE 2001).

Das minimale Alter der eingelieferten Heuler beträgt einen Tag. Das maximale Alter über alle Jahre des Untersuchungszeitraumes beträgt 36 Tage. Wie der Abbildung 3.1-10 zu entnehmen ist, handelt es sich bei den älteren Heulern um seltene Ausnahmen. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass diese älter geschätzten Individuen Jungtiere sein könnten, die sehr frühzeitig abgestillt wurden und ihrem Alter nach selbständig sein sollten. Der Mittelwert der Mediane der einzelnen Jahre zeigt, dass die Tiere durchschnittlich mit einem Alter von 6,3 Tagen eingeliefert werden. Der Median und Median + Standardabweichung als Streuungsmaß sind der Grafik zu entnehmen.

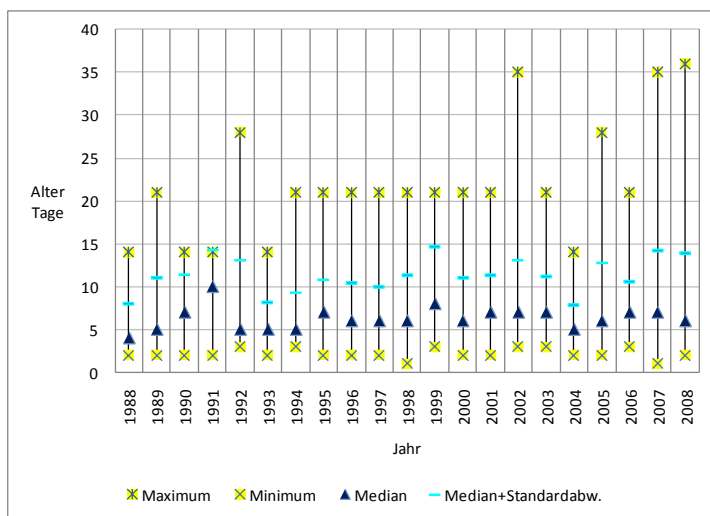


Abbildung 3.1-10:  
geschätztes Alter der eingelieferten Seehunde in Tagen, 1988 bis 2008

#### Geschlecht

In Abbildung 3.1-11 wird das Geschlechterverhältnis (GV) aller, im Untersuchungszeitraum eingelieferten Heuler, graphisch dargestellt. Bei einem Minimum von 0,44 im Jahr 1993 und einem Maximum von 1,71 im Jahr 1992, liegt der Mittelwert über den gesamten Zeitraum bei 0,99. Abbildung 3.1-12 stellt zur Verdeutlichung die Daten mit prozentualen Anteilen pro Geschlecht dar. Aus diesen Daten sind keine Tendenzen nach Populationsgröße und/oder vor oder nach Sonderereignissen wie den Staupe-Epidemien 1988 und 2002



ersichtlich. Das Geschlechterverhältnis (GV) der eingelieferten Heuler ist somit zufällig und von diesen Sonderereignissen unabhängig. Bemerkenswert ist, dass der Mittelwert des Geschlechterverhältnisses aller im Untersuchungszeitraum eingelieferten Heuler nahezu dem von den meisten Autoren beschriebenen GV von 1:1 entspricht.

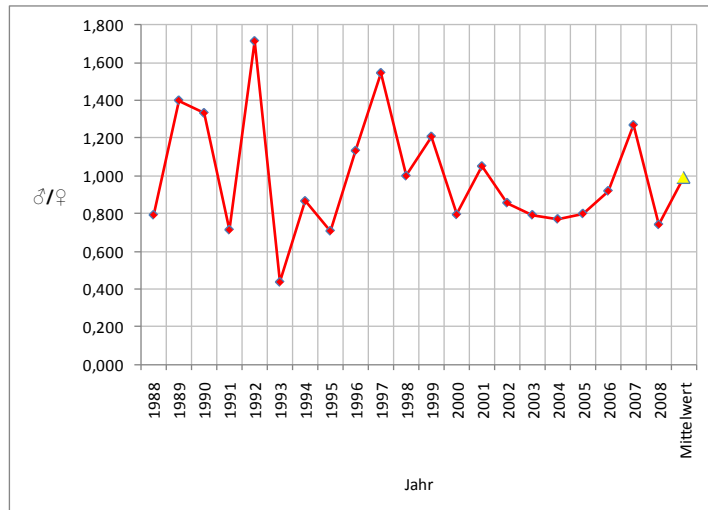


Abbildung 3.1-11:

Geschlechterverhältnis der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008

Die Abbildung 3.1-12 stellt zur Verdeutlichung die prozentualen Anteile der Geschlechter und die Summe n der eingelieferten Heuler dar. Der maximale Anteil weiblicher Heuler wurde im Jahr 1992 eingeliefert und betrug 69,57 %. 1991 wurden mit einem Anteil von 63,16 % die relativ meisten männlichen Heuler eingeliefert. Bis auf die Jahre 1991, 1992 und 1997 liegt das prozentuale Verhältnis zwischen den Geschlechtern bei maximal 59 % zu 41 %. Nur in den Jahren von 2002 bis 2006 sind nachhaltig verhältnismäßig mehr weibliche Tiere eingeliefert worden. Das Geschlechterverhältnis der eingelieferten Heuler ist mit hoher Wahrscheinlichkeit zufällig.

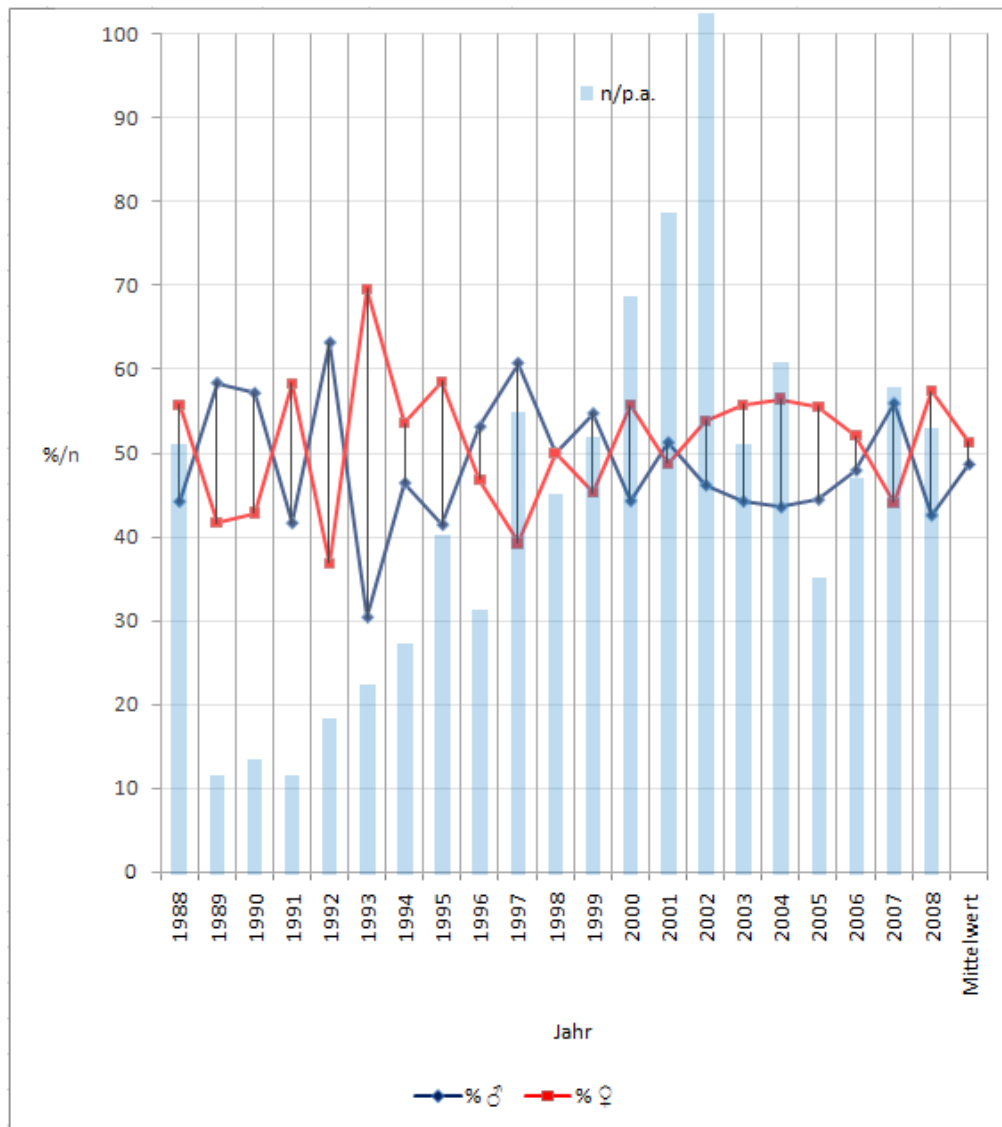


Abbildung 3.1-12:  
 Prozentualer Anteil der Geschlechter und Summe n der eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008

## Maße und Gewichte

Alle Maßdaten der eingelieferten Heuler sind von verschiedenen Faktoren abhängig, die in Kapitel 4.1 diskutiert werden.

Das Maximalgewicht (s. Abbildung 3.1-13) der Tiere liegt zwischen 11,0 kg (1991) und 16,7 kg (1998). Das Minimalgewicht liegt zwischen 5,8 kg (1992 und 2006) und 7,5 kg (1990, 1998 und 2005). Das mittlere Gewicht der Heuler beträgt 9,39 kg. Der Median liegt zwischen 8,5 kg und 9,75 kg. Der Median + Standardabweichung (Streuungsmaß) liegt im Wertebereich zwischen 9,89 und 11,47.

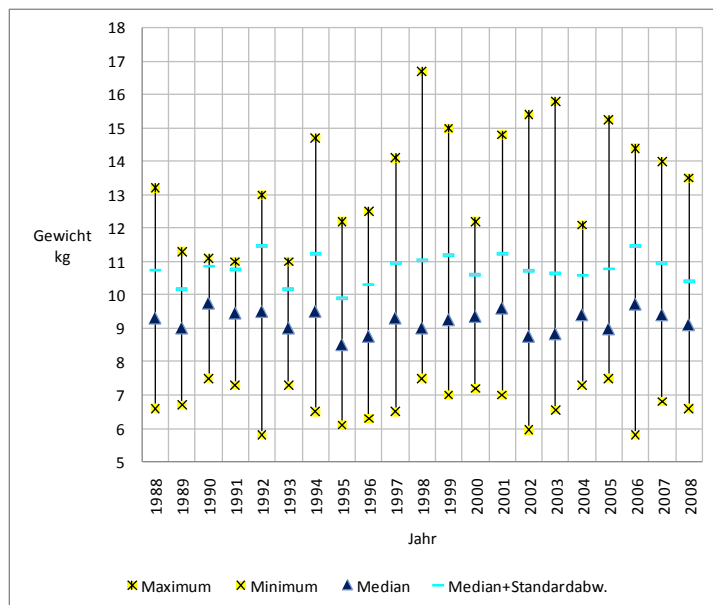


Abbildung 3.1-13: Gewicht in kg der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seeheuler 1988 bis 2008

Um die Überlebensquote der eingelieferten Heuler nach Gewicht zu beschreiben, wurden Gewichtscluster gebildet. Nach Empfehlung der TSEG sind Tiere  $\leq 7,5$  kg einzuschläfern. Seit 1996 wird diese Regelung teilweise, seit 2002 kontinuierlich angewendet. Entsprechend bildet sich der erste Cluster aus den Gewichten eingelieferter Tiere von 5,8 kg (Minimalgewicht) bis 7,5 kg (Obergrenze des Clusters<sub>1</sub>). Die folgenden Cluster wurden nach der Formel: Obergrenze des vorangegangenen Clusters + 1 definiert. Cluster<sub>9</sub> beinhaltet die Gruppe über 14,5 kg bis 16,7 kg (Maximalgewicht eingelieferter Heuler).

Nach der Formel:  $f(x_t) = \text{Einlieferungsgewicht } E_{kg} \leq \text{Cluster } C_y$

wobei  $x_t$  = Todeswahrscheinlichkeit und Cluster  $C_y$  = Gewichtsgruppe, wird die Nicht-Überlebensquote bei Einlieferung definiert. In Abbildung 3.1-14 sind die jeweiligen prozentualen Zuordnungen je Cluster graphisch dargestellt.

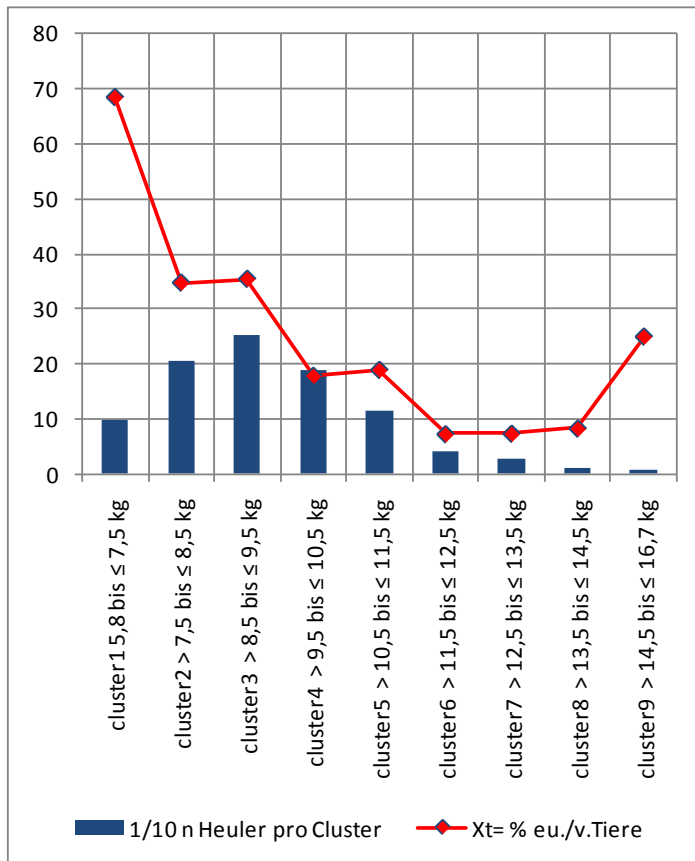


Abbildung 3.1-14:

$X_t$  = Proz. Wahrscheinlichkeit des Nichtüberlebens eingelieferter Heuler je Gewichts-Cluster  $C_Y$

Die Cluster<sub>1</sub> und Cluster<sub>9</sub> müssen gesondert betrachtet werden. In Cluster<sub>1</sub> sind die Individuen, die nach Vorgabe der TSEG euthanasiert wurden und diejenigen die nach veterinärmedizinischer Kontrolle als nicht überlebensfähig eingestuft wurden, enthalten. Cluster<sub>9</sub> enthält auch die Individuen, die mit einem Alter > 21 Tage und einem Gewicht des Clusters<sub>9</sub> eingeliefert wurden. Der Anstieg der Todeswahrscheinlichkeit kann die Ursache darin haben, dass Teile dieser Gruppe abgesäugte Jungtiere sind, die es nicht geschafft haben, selbständig zurechtzukommen und als vermeintliche Heuler eingeliefert wurden. Die Konstitution dieser Tiere war jedoch so schlecht, dass sie euthanasiert werden mussten. Deutlich sind die Nichtüberlebensquoten von Cluster<sub>2</sub> + Cluster<sub>3</sub>, zu Cluster<sub>4</sub> + Cluster<sub>5</sub> und zu Cluster<sub>6</sub> + Cluster<sub>7</sub> + Cluster<sub>8</sub> abgestuft.

Die Länge (s. Abbildung 3.1-15) der eingelieferten Heuler beträgt maximal 83 cm (1990) bis 97 cm (2002) und minimal 65 cm (1988) bis 76 cm (1991 und 1994). Der Mittelwert der Länge beträgt 81,21 cm. Der Median liegt zwischen 79 cm und 85 cm. Der Median + Standardabweichung liegt im Wertebereich zwischen 83,71 und 91,15.

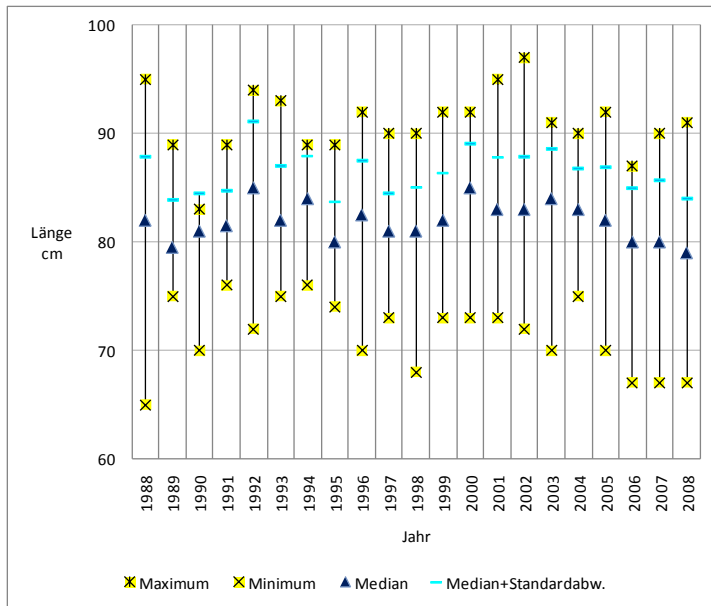


Abbildung 3.1-15: Länge in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seeheuler 1988 bis 2008

Die reduzierte Länge nach STEDE (s. Abbildung 2.3-9) wurde 1998 erstmalig in der Seehundstation genutzt und ab 2000 kontinuierlich eingesetzt. Die reduzierte Länge (s. Abbildung 3.1-16) der eingelieferten Heuler beträgt maximal 48 cm (1998) bis 73 cm (2002) und minimal 37 cm (2008) bis 46 cm (1998). Der Mittelwert der reduzierten Länge beträgt 51 cm. Der Median liegt zwischen 46 cm und 52 cm. Der Median + Standardabweichung liegt im Wertebereich zwischen 47,15 und 56,85.

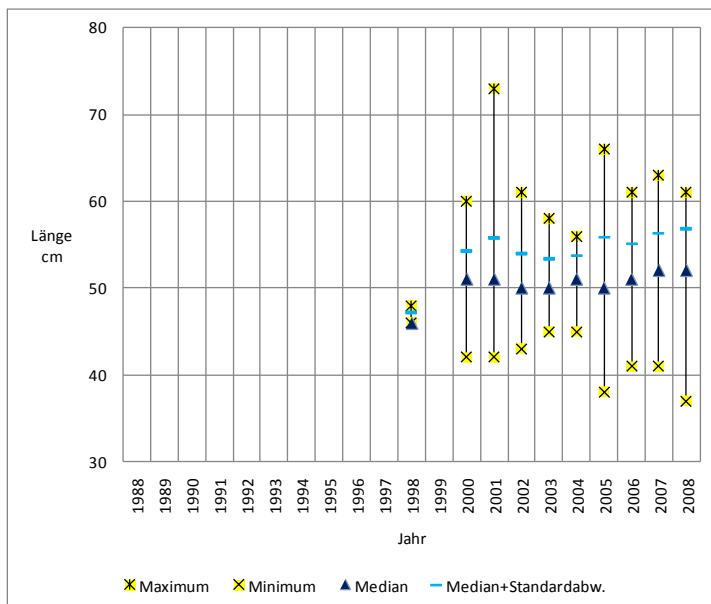


Abbildung 3.1-16: Reduzierte Länge in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seeheuler 1998 bis 2008

Der Umfang der eingelieferten Heuler beträgt maximal 58 cm (1989, 1990, 1993, 2008) bis 68 cm (1998, 2005) und minimal 39 cm (2002) bis 47 cm (1990 und 1993). Der Mittelwert

des Umfangs beträgt 53,21 cm. Der Mittelwert der reduzierten Länge beträgt 51 cm. Der Median liegt zwischen 46 cm und 52 cm. Der Median + Standardabweichung liegt im Wertebereich zwischen 47,15 und 56,85.

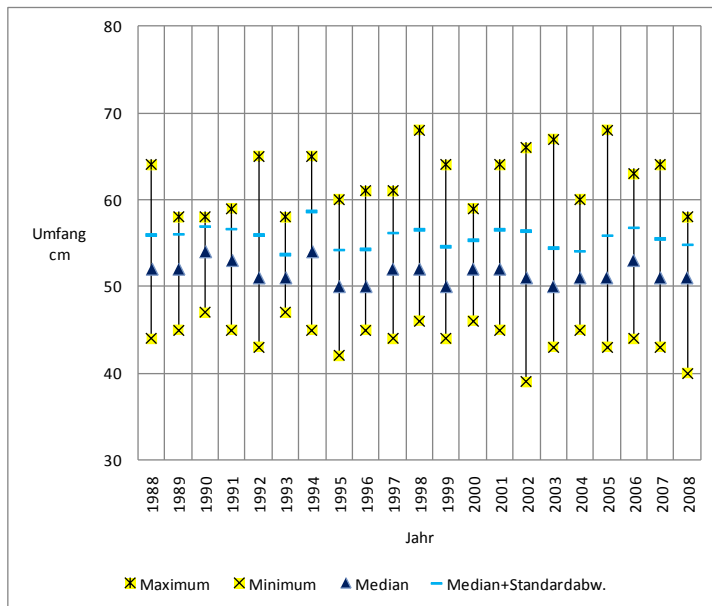


Abbildung 3.1-17:

Umfang in cm der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008

Der Parameter Gesundheitszustand resultiert aus dem HarbourSealHousing-Test (s. Kapitel 2.3.7) In "Schulnoten" von 1 (sehr gut) bis 6 (unbefriedigend) wird der Gesundheitszustand vom Veterinär geschätzt. Seit dem Jahr 2000 wird der Parameter kontinuierlich verwendet. Es kann vorkommen, dass ein Tier bereits bei der Einlieferung aufgrund des desolaten Zustands oder schwerwiegender Verletzungen umgehend euthanasiert wird. Diese Tiere wurden nicht dem Gesamttest unterzogen, sondern wegen eines einzelnen Arguments erlöst. Diese spezifischen Fälle sind mit dem Wert 6 in die Daten eingeflossen.

Der Gesundheitszustand der eingelieferten Heuler liegt in den Jahren 2000 bis 2006 zwischen 2 und 5, in den Jahren 2007 und 2008 zwischen 2 und 6. Der Mittelwert des Gesundheitszustands beträgt 3,61. Der Median liegt zwischen 3 und 5. Der Median + Standardabweichung liegt im Wertebereich zwischen 3,0 und 5,0.

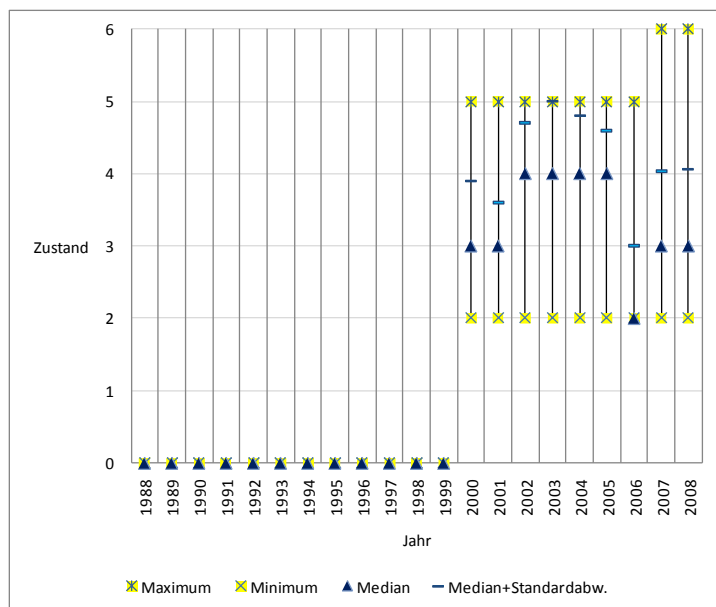


Abbildung 3.1-18:  
Gesundheitszustand der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 2000 bis 2008

### Stationäre Pflege

Bevor die Tiere in die Aufzucht genommen werden, wird im Rahmen der o.g. Eingangsuntersuchung geprüft, ob sie überlebens-, respektive rehabilitationsfähig sind. In der

Abbildung 3.1-19 sind die prozentualen Anteile der Tiere aufgeführt, die verstorben sind bzw. euthanasiert wurden.

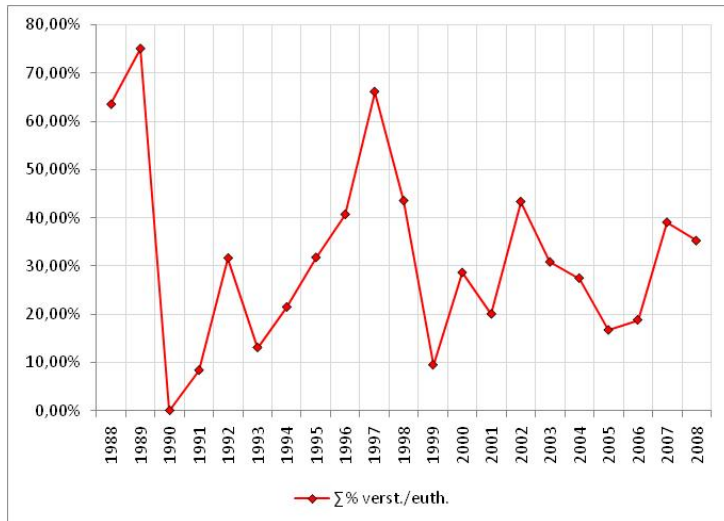


Abbildung 3.1-19:  
Prozentualer Teil der verstorbenen oder euthanasierten Heuler p.a. 1988 bis 2008

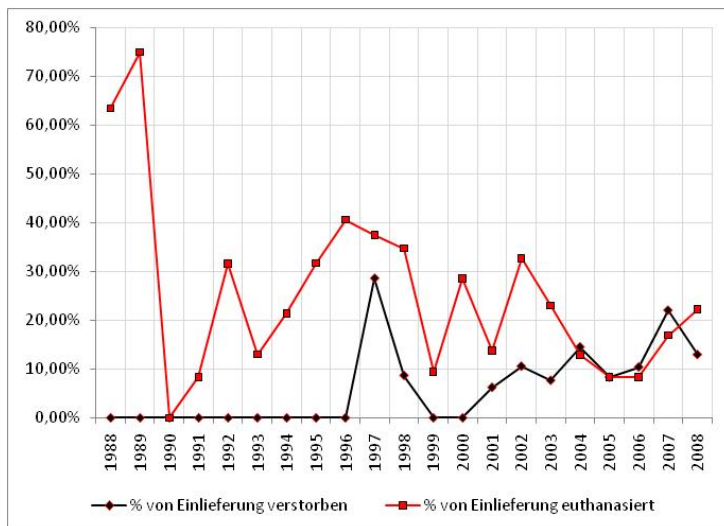


Abbildung 3.1-20:  
Prozentuale Anteile eingelieferter Seehunde 1988 bis 2008 nach "verstorben" oder "euthanasiert" differenziert

Zwischen 50 % und 78 % dieser prozentualen Anteile werden bereits während der Eingangsuntersuchung euthanasiert. Entweder sind die Tiere in einer derart schlechten Verfassung, dass keine Alternative möglich ist, oder sie liegen unter den Vorgaben, die durch den SMP fixiert wurden. Zwischen 16 % und 35 % der prozentualen Anteile werden bei schlechter oder rückläufiger Entwicklung im Zeitraum des Quarantäneaufenthaltes euthanasiert. Zwischen 6 % und 15 % der prozentualen Anteile kommen in die Aufzuchtstation.



Diese Tiere müssen jedoch im Laufe der Aufzucht aufgrund von Entzündungen oder Verletzungen euthanasiert werden. Die Differenzierung nach euthanasierten und verstorbenen Tieren wird in der Abbildung 3.1-20 graphisch vorgenommen.

Die Erfolgsquote der Tiere, die in die eigentliche Aufzucht genommen werden, liegt entsprechend zwischen 85 % und 94 %.

Diese Tiere verbleiben bis zur Wiederauswilderung durchschnittlich 84,3 Tage (Median) in der Station. Die maximale Aufzuchtzeit liegt zwischen 91 Tagen (1991) und 338 Tagen (1988 = Staupejahr). Die minimale Aufzuchtzeit dauerte 39 Tage (1999) bis 292 Tage (1989 = Folgejahr der Staupe). Da die Daten der Staupejahre 1988 und 2002 sowie das Jahr 1989, das Folgejahr der Staupe, die Daten stark verzerren, wurden diese gefiltert: Die maximale Aufzuchtzeit liegt dann zwischen 91 Tagen (1991) und 310 Tagen (1995 = ein Ausreißer, Tier verblieb für wissenschaftliche Untersuchungen in der Station). Die minimale Aufzuchtzeit dauerte dann 39 Tage (1999) bis 64 Tage (1991). Der Median + Standardabweichung bewegt sich im Wertebereich zwischen 70 und 99.

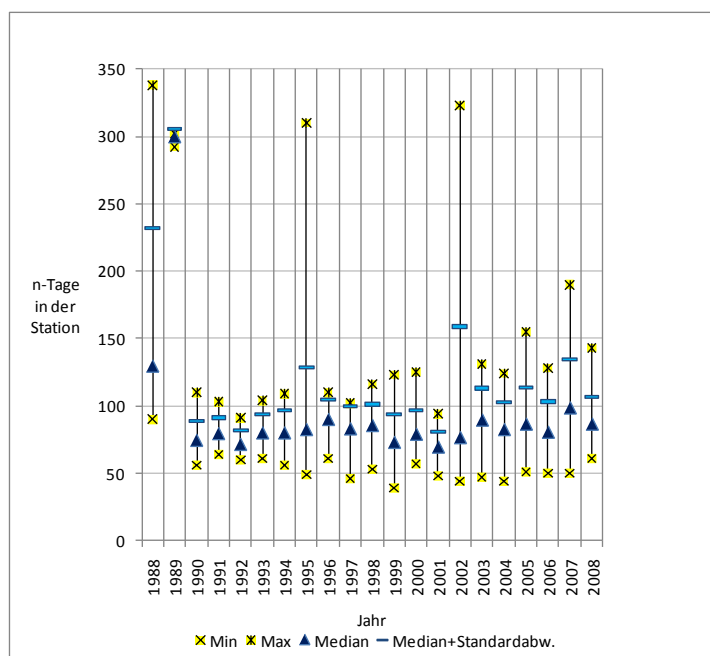


Abbildung 3.1-21:

Zeit n-Tage von Einlieferung bis Auswilderung der in die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eingelieferten Seehunde 1988 bis 2008

Das Auswilderungsgewicht der auszuwildernden Tiere sollte mindestens 25 kg betragen (s. Abbildung 3.1-22, rote Linie). Unter der Berücksichtigung, dass ihre wildlebend aufgewachsenen Artgenossen ihr Geburtsgewicht von 8 bis 10 kg während der Aufzuchtphase ca. verdreifachen, scheint ein ähnliches Gewicht für die auszuwildernden Tiere adäquat.

Das maximale Auswilderungsgewicht (s. Abbildung 3.1-22) der Tiere liegt zwischen 33,75 kg (2003) und 52,00 kg (1995). Das minimale Auswilderungsgewicht liegt zwischen 17,00 kg (1991) und 40,5 kg (1989). Das mittlere Auswilderungsgewicht der Heuler beträgt 31,18 kg. Der Median liegt zwischen 27,5 kg und 40,75 kg. Der Median + Standardabweichung liegt im Wertebereich zwischen 1,88 und 6,31. Bei diesen Werten gilt es zu berücksichtigen, dass die Daten der Staupejahre, 1988 und 2002, und der Folgejahre der Staupe, 1989 und 2003 nicht herausgefiltert wurden. Ebenso ist das maximale Auswilderungsgewicht

eines Tieres von 52 kg, das zu Forschungszwecken der Tierärztlichen Hochschule Hannover 1995 über 300 Tage in der Station verblieb nicht gefiltert worden.

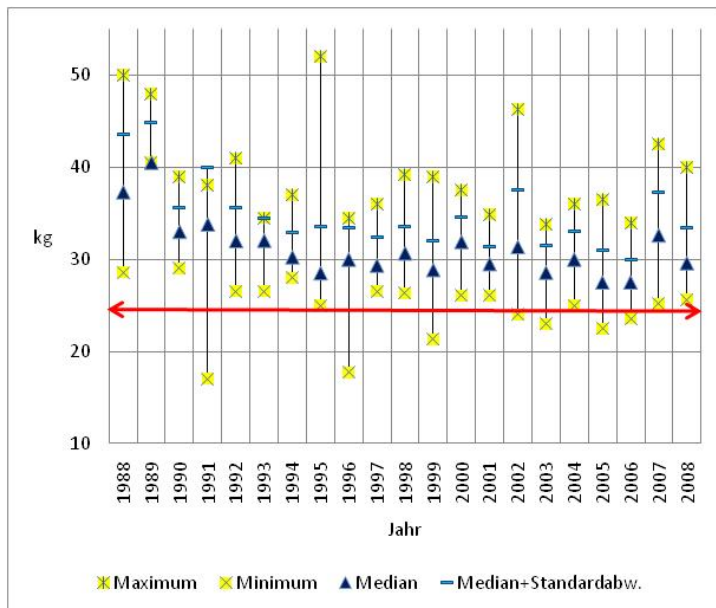


Abbildung 3.1-22:  
Auswilderungsgewicht aufgezogener Heuler der Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich

## Auswilderung und Überleben

Zum Ende der Aufzucht werden die Tiere nach der Abschlussuntersuchung ausgewildert. Sobald sie ein Gewicht > 25 kg erreicht haben und die Abschlussuntersuchung eine gute Konstitution attestiert hat, werden sie zurück in ihren natürlichen Lebensraum gebracht.

Der Ort der Auswilderung ist irrelevant: Zum einen ist der Geburtsort bzw. der Ort der Trennung nicht bekannt, und es kann keine belastbare Rückrechnung von Fundort zu Trennungsort durchgeführt werden (s. Kapitel 3.4.1). Zum anderen besteht keine Notwendigkeit, die Tiere spezifischen Rudeln zuzuführen (s. Kapitel 4.2).

Die Tiere werden markiert entlassen. Wiedersichtungen oder Totfundmeldungen existieren in geringem Maße. Es ist davon auszugehen, dass ein Großteil verendeter Tiere im Küstenbereich bzw. auf den Inseln angetrieben wird. Die detailliert dokumentierten Totfunde der Staupe-Epidemien 1988 und 2002 belegen dies ausreichend. Vorausgesetzt ist die gute länderübergreifende Kooperation, die einen intensiven Informationsaustausch gewährleistet. Das lässt den Rückschluss zu, dass relativ viele verendete Tiere auch gefunden werden. Der subkutan an der Schulter implantierte Transponderchip lässt eine Wiedererkennung auch in vorangeschrittenem Verwesungszustand zu. Neben der heute in allen Seehundstationen üblichen Markierung mit Flossenmarke und eben genanntem Transponderchip gibt es verschiedene Methoden, die mehr oder minder erfolgreich in den letzten 40 Jahren angewendet wurden.

Besonders die Methode der Gefrierbrandmarkierung hat relativ viele Sichtmeldungen generiert. Gefrierbrandmarkierungen wurden in Niedersachsen von 1984 bis 1998 verwendet. Insgesamt wurden 205 Tiere aus der Seehundstation Norddeich markiert. Es sind ca. 30 interessante Rückmeldungen erwähnenswert: So sind drei der in der Seehundstation Norddeich aufgezogenen Tiere in der Nähe von Rotterdam gesichtet bzw. gefunden worden. Ein Tier wurde in Dänemark auf Rømø gesichtet. Nur zwei Tiere wurden mindestens drei Monate nach ihrer Auswilderung tot aufgefunden. Alle weiteren dokumentierten Totfunde stammen von Tieren, die mindestens ein Jahr zuvor ausgewildert wurden oder während der Staupeepidemien verendet sind. Die Sektion von vier Tieren hatte zum Ergebnis, dass diese höchstwahrscheinlich in Netzen oder Reusen ertrunken sind.

Der mit D6 gefrierbrandmarkierte Seehund "Fritz", wurde am 25.08.1985 im Evermannsgat ausgewildert. Am 23.08.1988 wurde er bei Langeoog gesichtet. Am 15.08.2010 erreichte den Verfasser eine Sichtmeldung aus dem Bereich vor Rotterdam!

Sichtungen und die geringe Zahl an Totfunden (2 % der ausgewilderten Tiere) lassen den Rückschluss zu, dass die Überlebensquote ausgewilderter Tiere sehr hoch ist.

### 3.1.5 Das Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys

Bei der Auswertung der Kameradaten konnten keine Geburten an diesem Standort beobachtet werden. Mutter-Jungtier-Verbände mit Juvenilen < 10 Tagen frequentieren die Ostspitze Norderneys nicht. Nur zweimal im gesamten Untersuchungszeitraum (2004 und 2008) wurden Mutter-Jungtier- Verbände mit Juvenilen > 10 Tagen dokumentiert. Das Rudel setzt sich aus, für diese Arbeit nicht relevanten Altersgruppen zusammen. Den Kapiteln 3.1.5 und 4.2.1 ist zu entnehmen, dass die mit der Kamera beobachtete Gruppe sich different zu Mutter-Jungtier-Verbänden verhält. Mutter-Jungtier-Verbände reagieren sehr viel sensibler als die Gruppen subadulter und adulter Tiere (WIPPER 1974, JOHN 1984) und haben, zumindest in den ersten Wochen nach der Geburt, ein extrem hohes Ruhebedürfnis. Entsprechend befinden sie sich in dieser Phase überproportional lange im Haul-Out. Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass Störungen schwerwiegende Auswirkungen auf Mutter-Jungtier-Verbände haben, ist das am Kamera-Standort festgestellte Störpotential nur bedingt auf Wattenmeer-Standorte übertragbar. Eine für die Entstehung von Heulern eventuell relevante Beschreibung von Störfaktoren ist derzeit nur mit der Kamera möglich. Aufgrund der unten noch näher beschriebenen Zusammensetzung des Rudels an diesem Ort kann die Entstehung von Heulern hier nicht beobachtet werden. Die beobachteten Störfaktoren wurden im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich mit Mitteln der deskriptiven Statistik analysiert (s. Kapitel 3.2).

#### Zusammensetzung des Seehundrudels

Die Studie über das Rudel basiert auf den Ergebnissen der Seehundzähflüge von 1988 bis 2008 und den mithilfe des Kamerasystems generierten Daten von 2003 bis 2008. Bis 1993 wurde die Fläche nicht von Seehunden frequentiert. Die Abbildung 3.1-23 stellt die Ergebnisse der Zählflüge für diesen Liegeplatz dar. (Datengrundlage s. Anhang 25)

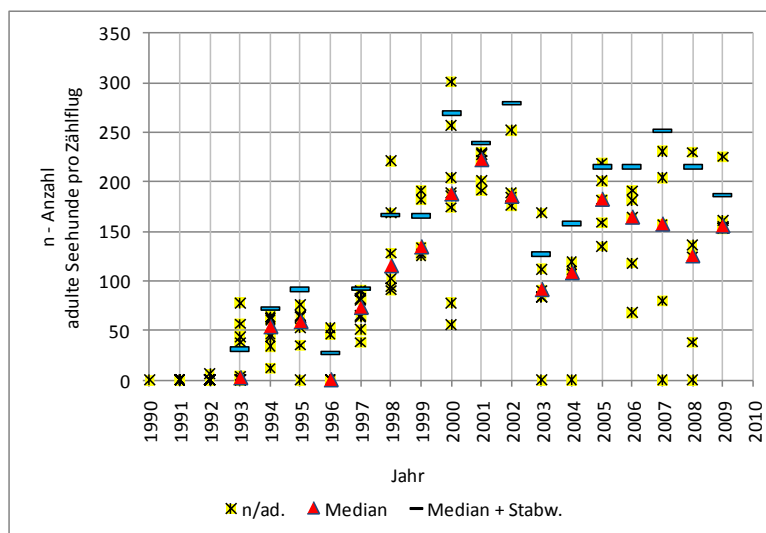


Abbildung 3.1-23: Anzahl der Seehunde auf der Ostspitze Norderneys; 1990 bis 2009, Auszug aus den Zählflugdaten (Datenquelle: Zählflugdaten des LAVES/OI)

Von 1997 bis 2001 ist eine steigende Tendenz zu erkennen. Die Maximalzahl  $n_{\max1}$  wurde mit 301 Individuen im Jahr 2000 dokumentiert. Ab dem Jahr 2003 sind Vergleichsergebnisse des Kamera-Systems verfügbar. Im Zeitraum 2003 bis 2008 wurden maximal  $n_{\max4}$  231 Individuen gezählt. Die Nullergebnisse in den Jahren 2002, 2004, 2007 und 2008 sind durch den Ausfall des jeweiligen Zählfluges zu erklären. Fünf weitere Nullergebnisse basieren auf der Tatsache, dass das Rudel bei östlichen Windrichtungen bei Niedrigwasser, also zu den Zeiten der Zählflüge, die trockengefallene Sandbank östlich des Baltrum-Fahrwassers aufsucht, wie die Kamerabeobachtungen zeigten (s.u.). Dies ist ein typisches Haul-Out-Verhalten für eine Seehund-Gruppe (s. Kapitel 4.2).

Ab dem Jahr 2003 werden die Zählungen des Rudels mit den Daten des in dieser Arbeit vorgestellten Kamera-Systems verglichen. In der Abbildung 3.1-24 wird die Relation zwischen den Ergebnissen der Zählflüge und den Auswertungen des Kamera-Systems graphisch dargestellt. Das Symbol ✖ stellt die Anzahl  $n$  Seehunde dar, die durch das Kamera-System erfasst wurden, wenn es bei den Flugzählungen ein 0-Ergebnis gab (s.o.).

Zwischen den Zählergebnissen, die per Flugzeug erfasst werden, und den Zählungen durch das Kamera-System sind Diskrepanzen zu erkennen. So liegt  $n_{\max}$  der Flugzählung ab 2003 bei 231 Tieren, das Ergebnis der Kamera am gleichen Tag bei  $n_{\max}$  289. Der Vergleich der Ergebnisse zwischen Flugzählung und Kameradaten ist in Abbildung 3.1-24 als Relation der Kamerazählungen zu den Flugzählungen (100 %) dargestellt. An fünf Tagen wurden per Flugzeug mehr Seehunde gezählt, als durch das Kamera-System (2003- 1+5, 2004- 1, 2005- 2+5). An vier Tagen (Flugausfall) wurden ausschließlich durch das Kamera-System Tiere erfasst. An drei Tagen wurde per Flugzeug kein Seehund dokumentiert. Bei allen anderen Zählflugterminen wurden von 1 % bis 393 % mehr Seehunde gezählt, als per Flugzeug. Im Durchschnitt wurden 53 % mehr Seehunde durch die Kamera erfasst.

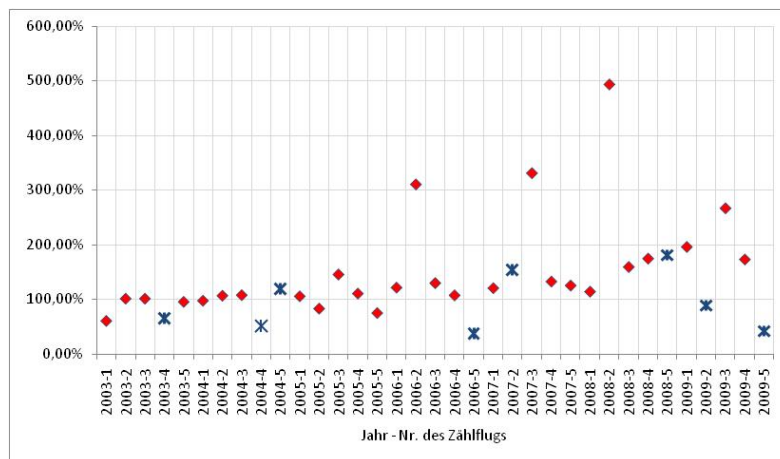


Abbildung 3.1-24:

Prozentualer Anteil gezählter Seehunde auf der Ostspitze Norderneys, Gegenüberstellung der Zählflugdaten und der Kameradaten

Die Zusammensetzung des Seehundrudels kann nicht detailliert aufgeschlüsselt werden, da eine Altersansprache visuell ab dem 2. Lebensjahr nicht möglich ist. Je nach Konstitution des Individuums kann z.B. ein 2 jähriges Tier wie ein Subadultes oder ein Adultes wirken. Die Differenzierung von Jungtieren und Subadulten ist nur in den ersten Wochen der Setzperiode möglich (WIPPER 1974). Anhand des silbergrauen Jungtierfells, am Verhalten und an der Größe kann zwischen Subadulten/Adulten einerseits und Jungtieren andererseits unterschieden werden (JOHN 1984).

Die Kamera wurde zum Großteil (>90 % aller Aufnahmen) zur Gruppenübersicht verwendet. Eine individuelle Erkennung von Tieren ist bei dieser Einstellung nicht zu gewährleisten. Ausschließlich besonders signifikante Individuen (Schnittwunde im Halsbereich, spezifische Hautläsionen) konnten teilweise wiedererkannt werden (RÜMPLER 1979).

An einzelnen Tagen im Wochenrhythmus wurde unter erhöhtem Beobachtungsaufwand der Versuch unternommen, die Gruppe in juvenile, subadulte und ältere Tiere zu differenzieren. Der prozentuale Anteil von Juvenilen + Subadulten lag zwischen 22 % und 39 %.



Abbildung 3.1-25:

Bsp. für die typische Zusammensetzung des Rudels, 27 % subadult, 73 % adult (Die zwei weiblichen Kegelrobben wurden nicht berücksichtigt).



Abbildung 3.1-26:

Starkes Jungtier in der Laktationsphase (17.07.2008)

Die Auswertung der Kameradaten hat gezeigt, dass keine Geburten an diesem Standort vollzogen werden und Mutter-Jungtier-Verbände mit Juvenilen < 10 Tagen die Ostspitze Norderneys nicht frequentieren. Nur zweimal im gesamten Untersuchungszeitraum (2004 und 2008) sind solche Verbände beobachtet worden. Die Jungtiere wurden jeweils auf ein Alter von mindestens 10 Tagen geschätzt. Zwischen drei- und zehnmal per anno werden Jungtiere, die auf der Suche nach der Mutter sind, identifiziert. In keinem Fall kam es zum Kontakt zur eigenen Mutter im beobachteten Raum. Nicht separiert, sondern grundsätzlich in die Gruppe integriert, wurden täglich zwischen 1 und 17 Kegelrobben dokumentiert.

### Raum-Zeit-System des Seehundrudels

Wegen der oben genannten Faktoren ist eine Individualanalyse der Bestandteile des Rudels nicht realisierbar. In den folgenden Graphiken wird entsprechend das Raum-Zeit-System einer hypothetischen Gruppe dargestellt. Es ist nicht bekannt, ob einzelne Individuen, die die Liegefläche verlassen, identisch mit denen sind, die diese wieder okkupieren. Genauso wenig ist bekannt, ob bei einer Flucht der Gruppe, diese auch in identischer Zusammensetzung zurückkehrt.

Das Rudel besetzt die Sandbank differenziert. Die Windrichtung ist der primäre Faktor der Raumnutzung (JOHN 1984). Abbildung 3.1-27 zeigt die Besetzung bei westlichem Wind. Sie verläuft sukzessive. Zur Darstellung des Prozesses wurden Phasen definiert, die den kontinuierlichen Verlauf visualisieren sollen. Nach einer Such- bzw. Kontrollphase im aquatischen Bereich vor der Fläche mit einer Dauer von ca. 2 bis 15 Minuten, wird die Sandbank an der südlichen Spitze von den ersten aus östlicher bis südöstlicher Richtung kommenden Tieren besetzt. Je nach zur Verfügung stehender Fläche, ergänzen weitere Tiere sukzessive die Gruppe in nördlicher Richtung.

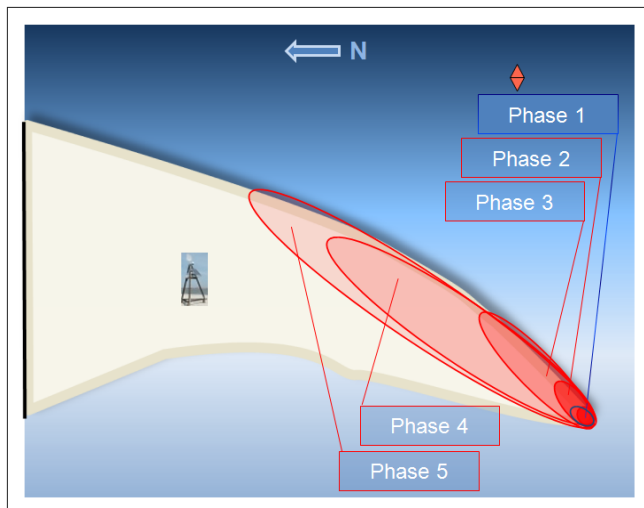


Abbildung 3.1-27:  
Schematische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei westlichem Wind



Abbildung 3.1-28:  
Photographische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei westlichem Wind

Bei nördlichen und südlichen Windrichtungen erscheint die Gruppenbildung unspezifisch. An 42 % der Tage mit o.g. Windrichtungen gruppieren sich zwei Rudelteile (s. Abbildung 3.1-29). Die Besetzung erfolgt ähnlich der oben beschriebenen. Die Bildung der Rudelteile erfolgt parallel, die Anzahl der Individuen pro Rudelteil divergiert unspezifisch.

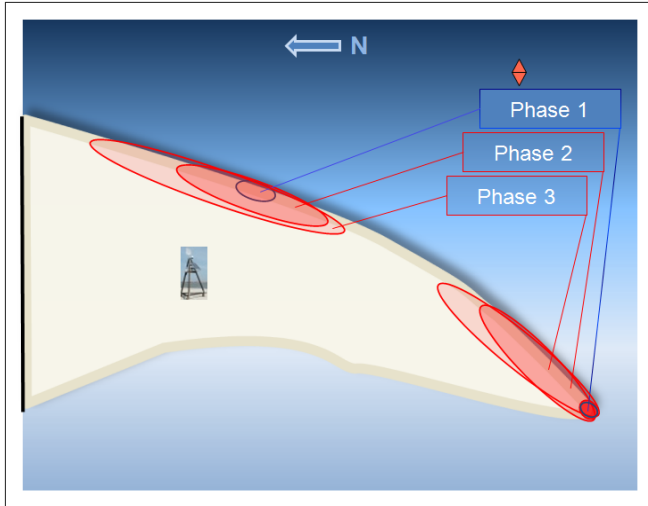


Abbildung 3.1-29:  
Schematische Darstellung der Phasen der Besetzung der Sandbank bei nördlichem oder südlichem Wind



Abbildung 3.1-30:  
Bildung von 2 Gruppenteilen bei nördlichem oder südlichem Wind

Ausschließlich bei Störungsfreiheit weitet sich die nördliche Gruppe über den Zaun der Ruhezone hinweg bis weit in die Zwischenzone des Nationalparks in nördlicher Richtung aus.



Abbildung 3.1-31:  
Raumnutzung des Rudels bei nördlichem oder südlichem Wind bis in den Bereich der Zwischenzone des Nationalparks



Ein Zeitraum von durchschnittlich 20 Minuten ist im Regelfall die Dauer für die Besetzung der Sandbank (95 % der maximalen Anzahl der Gruppe während der Tide sind gezählt). Im Untersuchungszeitraum bildeten durchschnittlich zwischen 82 und 173 Individuen ( $N_{\text{mean}}$ ) eine Gruppe.  $N_{\text{min}}$  lag bei 1, einem Einzeltier, welches länger als 30 Minuten alleine auf der Sandbank verblieb.  $N_{\text{max}}$  lag bei 437 Individuen. Zwischen 1 % und 6 % verlassen die Gruppe innerhalb der ersten 3 Stunden nach der Besetzung, ohne dass dies auf einer erkennbaren Störung beruht. 7 % bis 12 % der Gruppe verlassen diese innerhalb des zweiten Zeitfensters von 3 Stunden.

An 70 % der dokumentierten Tage wird die Sandbank zwischen 08.00 Uhr und 10.30 Uhr besetzt. Die Gruppe nutzt die Sandbank für ihren Haul-Out nachfolgend ganztägig. Einzelne Individuen, 1 % bis 12 % der Gruppe, verlassen die Sandbank während des Tidezeitraumes. Der gleiche prozentuale Anteil integriert sich wiederum in diese Gruppe. Ob es sich um die identischen Individuen handelt, ist nicht verifizierbar. Einzelne Tiere sind an ihrer Fellzeichnung zu differenzieren. Die Identifikation ist nur möglich, wenn die Tiere abgetrocknet sind (JOHN1984). Die Abtrocknungsdauer ist abhängig von der Witterung und dem Untergrund, auf dem sich die Tiere befinden. Sie dauert zwischen 15 Minuten und 45 Minuten. Bei hohen Tiden und stärkeren Windgeschwindigkeiten aus west- bis nordwestlichen Richtungen wird die Sandbank auch für längere Haul-Out-Phasen genutzt. Zum Teil "übernachtet" die Gruppe in ähnlicher Struktur auf der Sandbank. Diese Beobachtung ist für 4 Mondnächte, die ausreichend Licht für die Aufzeichnung gewährleisteten, bestätigt. An 30 % der dokumentierten Tage ist die Sandbank bereits bei Sonnenaufgang besetzt. Es ist hier nicht nachvollziehbar, ob diese Tiere über Nacht auf der Liegefläche verblieben oder in der Nacht die Liegefläche verlassen und erneut angenommen haben. Sollte es störungsfreie Zeiten geben, verändert der Großteil der Gruppe nicht seine Individualliegeplätze. Die Abbildung 3.1-32 und Abbildung 3.1-33 stellt beispielhaft einen Zeitraum von 8 Stunden nach Hochwasser dar, in welchem das Rudel ungestört ist.

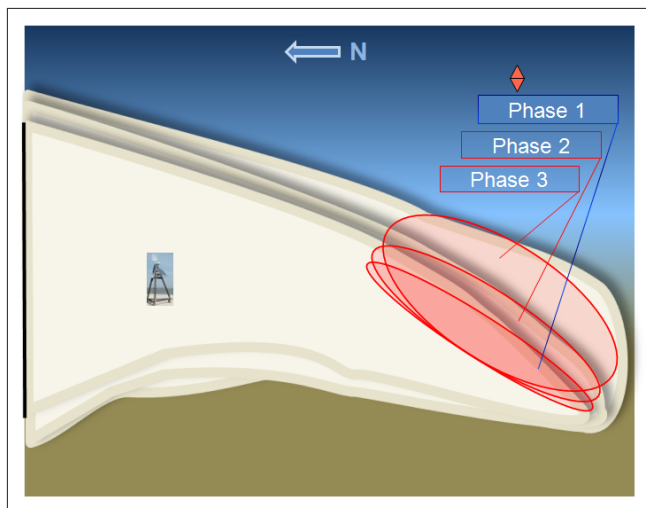


Abbildung 3.1-32:  
Raumnutzung des Rudels bei störungsfreiem Haul-Out



Abbildung 3.1-33:  
Haul-Out eines Rudels ohne Störungsbelastung

Bei geringen bis mittleren Störungen, die nicht zur Flucht des Rudels führen, reagiert das Rudel durch dauerhaftes Nachrücken an die Wasserlinie (JOHN1984). Die Abbildung 3.1-34 zeigt, dass die durch das Rudel genutzte Fläche relativ klein ist. Die Individualabstände sind über den gesamten Zeitraum im Minimum.

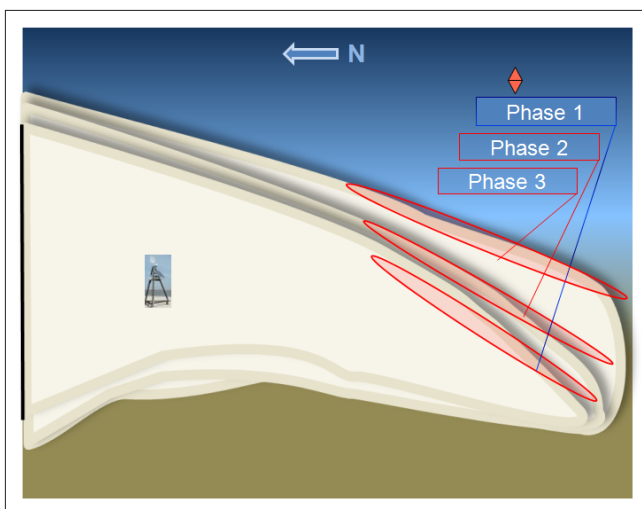


Abbildung 3.1-34:  
Raumnutzung des Rudels bei gestörtem Haul-Out



Abbildung 3.1-35:  
Dauerhaftes Nachrücken an die Wasserlinie bei Störungsbelastung

Bei östlichen Windrichtungen wird die Sandbank nur bei Hochwasser frequentiert. Das Rudel ist überproportional sensibel und reagiert bei geringsten Störungen mit Flucht. Sobald die gegenüberliegende Sandbank östlich des Baltrum-Fahrwassers trockenfällt, verlässt das Rudel die Ostspitze Norderneys und okkupiert die gegenüberliegende. Die Abbildung 3.1-36 zeigt diese Situation.



Abbildung 3.1-36:  
Situationsbeschreibung Rudelverhalten bei Ostwind  
oben links: äußerst sensible Nutzung der Sandbank Norderneys  
rechts: bei Trockenfallen der Sandbank östlich des Baltrum-Fahrwassers wird sie okkupiert  
unten links: vergrößerte Darstellung der gegenüberliegenden Sandbank

## 3.2 Überwachungskamera - Dokumentation von Störungen

### Raum-Zeitsystem der Störungen

Die Definition einer Störzone, mit einem Radius  $\leq 250$  m scheint bei der Betrachtung der Aufnahmen der Kamera als relativ "großzügig". Die Entscheidung, diese Größenordnung zu wählen, basierte auf intensiver vorheriger Sichtung der Aufzeichnungen. Viele potentielle Störereignisse bewegen sich durch diese Zone, ohne dass Teile des Rudels bzw. das gesamte Rudel sichtbar reagieren, die Reaktionen des Rudels sind auf gleiche Ereignisse unter verschiedenen Voraussetzungen jedoch sehr differenziert (s. Kapitel 3.1.5). Je nach Windrichtung und Sensibilisierung durch vorangegangene Störungen reagiert das Rudel auf Störereignisse mit Flucht, die tags zuvor keine sichtbare Reaktion hervorgerufen haben. Da das Raum-Zeit-System der Störereignisse unter Betrachtung der Variablen Geschwindigkeit und Richtung unterschiedlich intensiv wirkt und aufgrund der Reaktions-Variabilität des Rudels, wurde die Störzone in der Größenordnung gewählt, dass jedes Störereignis, welches sichtbare Reaktionen hervorruft, dokumentiert wird. Der Mittelpunkt dieser Störzone ist der am nächsten zur Störung befindliche Teil des Rudels (s. Abbildung 3.2-1). Dieser Radius gewährleistet, dass Störereignisse am Zaun der Ruhezone, die sichtbare Reaktionen des im südlichen Bereich positionierten Rudels provozieren, erfasst werden. In den folgenden Abbildungen Abbildung 3.2-1 bis Abbildung 3.2-6 wird die Störzone durch einen semitransparenten gelben Kreis bezeichnet. Der Schiffsverkehr bzw. potentielle Störereignisse werden durch rote Pfeile bzw. rote Linien dargestellt. Die Lage des Rudels ist durch ein rot unterlegtes Oval gekennzeichnet. Die Begrenzung des Fahrwassers (Boje D44) ist durch eine kleine orangefarbene Raute markiert. Je nach Tidephase und Windrichtung ist dies Boje zwischen 100 Meter und 120 Meter von der Kamera entfernt. In allen Abbildungen ist der Blickwinkel des Kamera-Systems in der Basiseinstellung durch einen semitransparenten roten Kegel dargestellt.

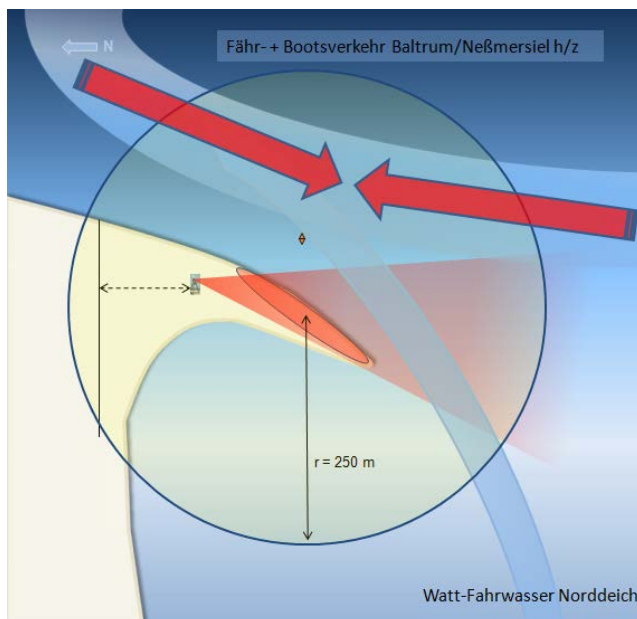


Abbildung 3.2-1:  
Schematische Darstellung des täglichen Fähr- und Bootsverkehrs Baltrum/Neßmersiel h/z

Störereignisse haben eine große Variabilität. Der Fähr- und Bootsverkehr von Baltrum nach Neßmersiel (hin/zurück) ist tideabhängig und deshalb nur bis 2 Stunden nach Hochwasser und wieder 2,5 Stunden nach Niedrigwasser aktiv. Trotz Querung der Störzone hat der Fährverkehr keine sichtbaren Reaktionen des Rudels hervorgerufen.

Nicht nur die Fähren der Baltrum-Linie sondern auch die der Reederei Frisia und sogar Langeooger Fähren frequentieren die Ostspitze Norderneys für ihre Nationalpark-Erlebnisfahrten. Die Abbildung 3.2-2 stellt den Verlauf einer solchen Fahrt dar.

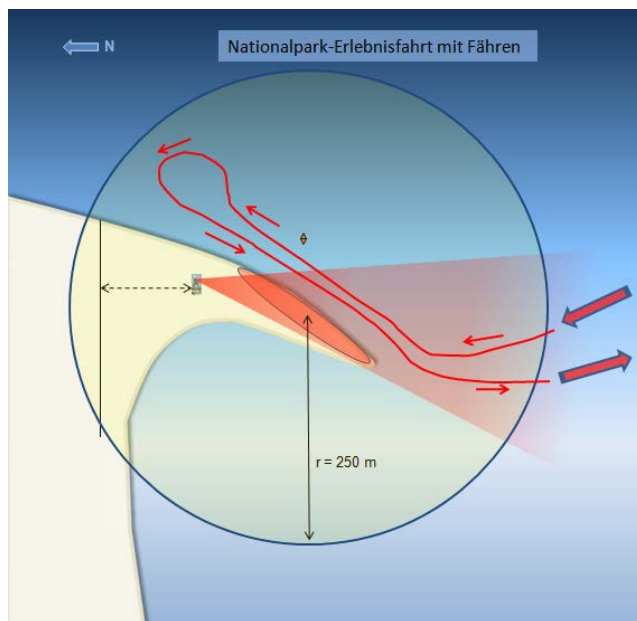


Abbildung 3.2-2:  
Schematische Darstellung des Verlaufs einer "Fahrt zu den Seehundbänken"/Nationalpark-Erlebnisfahrt von Neßmersiel kommend

Ob von Neßmersiel oder Baltrum kommend, ist der Ablauf der Fahrten immer identisch: In einer Entfernung vom Seehundrudel von 200 bis 300 Meter reduziert die Fähre die Geschwindigkeit auf durchschnittlich 4-5 Knoten und nimmt Kurs parallel zur Seehundbank. Nach langsamem Passieren der Liegefläche wird in gleicher Entfernung wie zuvor gewendet und eine zweite Vorbeifahrt durchgeführt. Die Distanz zum Seehundrudel beträgt, je nach Tidephase, durchschnittlich 40 bis 70 Meter! Keines der Schiffe bleibt im Fahrwasser östlich der Fahrwassermarkierung. Die morphologischen Gegebenheiten würden eine Vorbeifahrt an der Sandbank in einer Distanz von nur 10 Meter erlauben.

Sportbootfahrer, die die Inseln besuchen möchten, nutzen die Wasserstraßen als "Weg zum Ziel". Einige Freizeitkapitäne sind durch das Seehundrudel so fasziniert, dass sie die Tiere aus der Nähe betrachten möchten. Die Entfernung zum Rudel wird reduziert. Die Distanzen bei der Vorbeifahrt variieren zwischen 15 und 70 Meter (s. Abbildung 3.2-3).

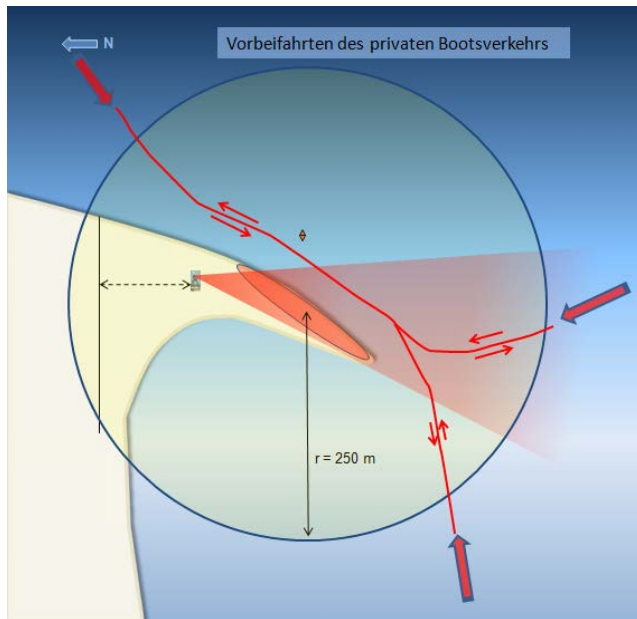


Abbildung 3.2-3:  
Schematische Darstellung des privaten Bootsverkehrs, Vorbeifahrten besonders Interessierter

Kajakfahrer halten im Verhältnis zu anderen Sportbootfahren eine relativ hohe Distanz (s. Abbildung 3.2-4). Die sichtbaren Reaktionen des Rudels sind bei jeder Entfernung jedoch überproportional höher.

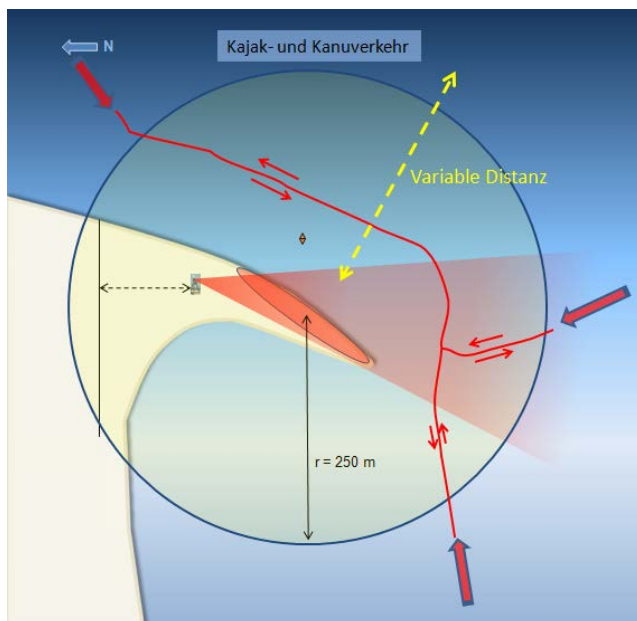


Abbildung 3.2-4:  
Schematische Darstellung des Kajak(- und Kanu)verkehrs

Die Störereignisse von Landseite basieren auf "Schaulustigen" und unbedarften Personen, die die Informationsschilder und den Zaun der Ruhezone ignorieren. 72 % der Besucher wandern an der Wasserlinie um den Nordostbogen Norderneys und stoßen bei Hochwasser auf den Zaun der Ruhezone. Wählen sie diesen Weg bei Niedrigwasser, liegt das Ende des Zauns ca. 10 bis 20 Meter oberhalb der Wasserlinie. Es mag sein, dass eine Grenze von den Besuchern nicht realisiert wird und sie ungestört ihren Weg Richtung Rudel

fortsetzen. 28 % der Besucher kommen aus der Richtung des Wracks. Diese stoßen auf den Zaun und werden so an die Informationsschilder geleitet. Die erwähnten prozentualen Anteile resultieren aus nur ca. 30 Tagen im gesamten Untersuchungszeitraum an denen die Kamera, bei Zweiteilung des Rudels, gen Norden gerichtet war und diese Informationen sekundär dokumentierte. Das Raum-Zeit-Verhalten der Landstörungen ist zum Großteil erst dann aufgezeichnet worden, wenn die Störereignisse in den Blickwinkel der Kamera eingelaufen sind. Diese Störereignisse verursachen häufig die Flucht des gesamten Rudels. Die Wiederbesetzung ist nach diesen Störereignissen besonders zögerlich.

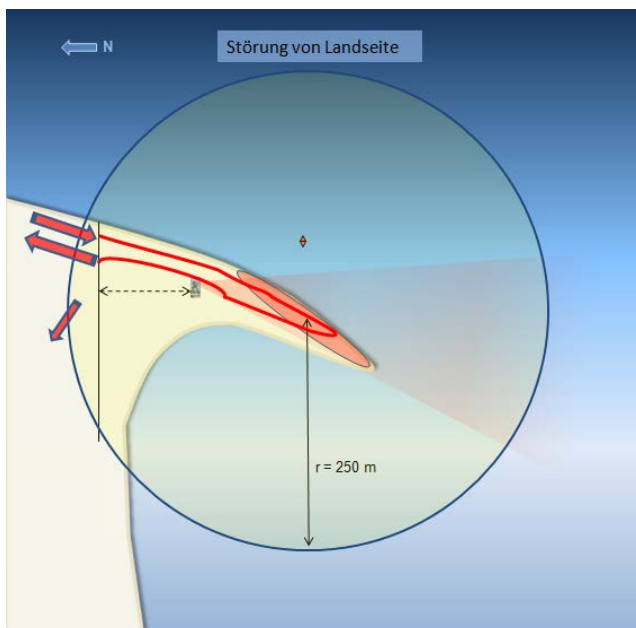


Abbildung 3.2-5:  
Schematische Darstellung der Störung von Landseite

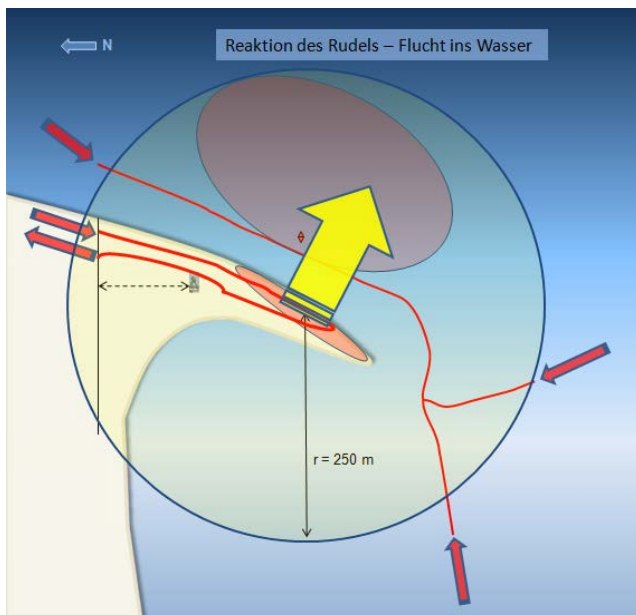


Abbildung 3.2-6:  
Schematische Darstellung der Reaktion des Rudels aufgrund von Störereignissen

Mit Ausnahme der Berufsschiffahrt sind alle weiteren Störereignisse stark saison- und wetterabhängig. An Sonntagen und in der Ferienzeit ist die Häufigkeit von Störungen von Landseite massiv erhöht. Störungen durch Bootsverkehr sind an Wochenenden und in der Ferienzeit stark erhöht. Die differenten Werte an den Wochenenden mögen daraus resultieren, dass samstags der "Bettenwechsel" stattfindet und neue Urlauber auf die Insel kommen.

Der Sportbootverkehr basiert überproportional hoch auf einheimischen Bootsfahrern bzw. Bootsinhabern, die an Wochenenden das Wattenmeer frequentieren. Ab Freitagmittag und am Samstag ist die höchste Rate von Sportbooten dokumentiert. Bei Regenwetter sind Störungsereignisse minimiert, an Sonnentagen sind diese stark erhöht.

Nicht häufig auftretende Störereignisse ( $n < 5$  p.a.) wie

1.1	=	Seehundstation
2.4	=	Surfer
2.7	=	Ruderboot
3	=	Bootslandung (Art = 2.x)
4	=	Schaum

wurden nicht graphisch dargestellt. Nicht darstellbar waren Störereignisse aus der Luft (Flugzeug oder Helikopter). Auch die Differenzierung in Geschwindigkeit und kleinräumige Richtungsänderung wurde nicht grafisch dargestellt.

Die folgenden Arten von Störfaktoren wurden analysiert und bilden einen Teil der Legende für die Abbildung 3.2-7 bis Abbildung 3.2-9.

0	=	keine erkennbare Störung
1	=	Touristen (Anzahl)
2.1	=	Fähre
2.2	=	privates Motorboot
2.3	=	privates Segelboot
2.5	=	Berufsverkehr (ohne Fähren)
2.6	=	Kajak/Kanu

Der Störfaktor <0> beschreibt Störungen, die nicht vom Kamera-System erfasst werden konnten, indirekt jedoch an der Reaktion des Rudels zu erkennen sind (Flugzeug, Störung von Landseite im toten Winkel oder im nicht erfassten Bereich des Kamera-Systems).

Als Stichproben zur Darstellung der Anzahl und der Art der Störungen sowie der Reaktion des Rudels bzw. der "Effektivität" von Störereignissen wurden die Tage der Jahre 2003 bis 2008 ausgewählt, an denen Zählflüge stattgefunden haben. Diese Zählflugtage wurden eingegrenzt auf die Termine, die während des Untersuchungszeitraums zur Entstehung von Heulern, Juni und Juli, also der Geburtenphase, stattgefunden haben. Der beispielhaft betrachtete Zeitraum exkludiert die Zählflüge, die zur Haarwechselphase, Anfang August durchgeführt werden.



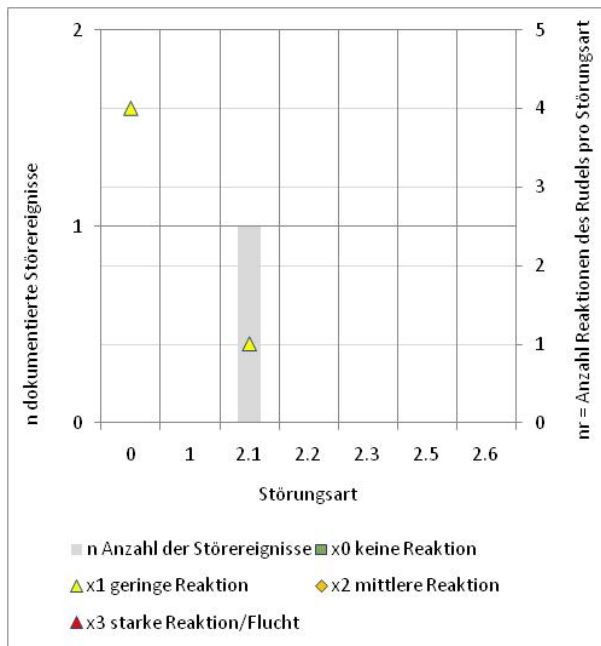


Abbildung 3.2-7:  
11.06.2004; Anzahl, Art und Effektivität von Störereignissen, Norderney Ostspitze

Die Abbildung 3.2-7 ist ein Beispiel für geringe Störungsaktivität: Eine Fähre verursachte eine geringe Reaktion. Ohne erkennbaren Grund reagierte das Rudel zusätzlich vier Mal gering. Dieser Tag ist in Abbildung 3.1-24 als Zählflug "2004-1" abgebildet. Die Zählung des Seehundrudels mit der Kamera ergab in Relation zur Flugzählung 97,32 % des Seehundrudels. Die Differenz kann zwei Ursachen haben: entweder sind einzelne Individuen nicht durch die Kamera erfasst worden oder die Flugzählung hat zu viele Tiere dokumentiert.

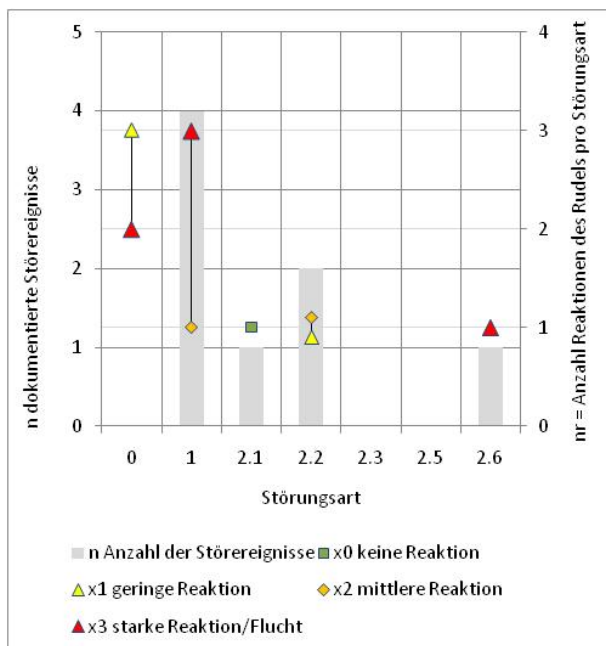


Abbildung 3.2-8:  
26.06.2008; Anzahl, Art und Effektivität von Störereignissen, Norderney Ostspitze

Die Abbildung 3.2-8 ist ein Beispiel für extreme Störaktivität während eines Zählflugtages. Der 26.06.2008 ist in Abbildung 3.1-24 als Zählflug 2008-2 dargestellt. Ohne erkennbares Störereignis reagierte die Gruppe drei Mal gering und zweimal mit Flucht. Das Rudel reagierte auf die vier Mal auftretende Störart 1 (Tourist) einmal mittel und dreimal mit Flucht. Auf ein potentiell Störereignis 2.1 (Fähre) reagierte die Gruppe nicht. Auf zwei Störungen durch die Störart 2.2 (privates Motorboot) reagierte die Gruppe einmal gering und einmal mittel. Auf eine Störung durch die Störart 2.6 (Kajak/Kanu) reagierte die Gruppe stark mit Flucht. Die Flugzählung dokumentierte 44 Seehunde, das Kamera-System registrierte 217 Seehunde an diesem Tag.

Die weiteren, den Zählflugtagen zugeordneten Graphiken befinden sich im Anhang 15.

Um das gesamte Störpotential an Norderney Ostspitze zu beschreiben, wurde die Anzahl von erkennbaren Störereignissen und die Anzahl der sichtbaren Reaktionen des Rudels monatsweise (Juni und Juli) kumuliert und in Abbildung 3.2-9 graphisch dargestellt: Es gibt jährliche Schwankungen ohne Tendenz in der Anzahl der Störereignisse. Deutlich ist der monatliche Unterschied zwischen Juni und Juli per anno zu erkennen. Der Juni weist kontinuierlich ein geringeres Störpotential auf als der Juli. Vermutlich ist diese Differenz auf die Sommerferien, die überwiegend im Juli beginnen, zurückzuführen.

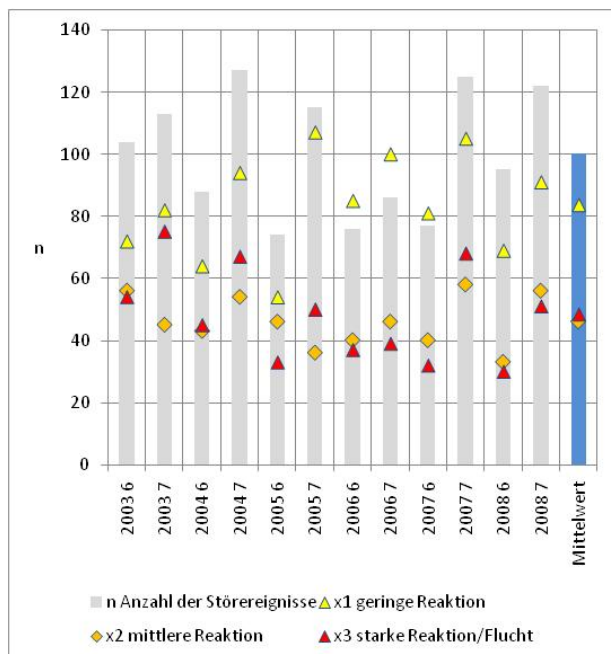


Abbildung 3.2-9:

Anzahl von Störereignissen und Anzahl der Reaktionen des Rudels, Norderney Ostspitze gesamter Untersuchungszeitraum

Der Mittelwert der Anzahl  $n$  erkennbarer Störereignisse pro Monat liegt bei 100,17. 83,87 Mal pro Monat ist eine geringe Reaktion des Rudels zu verzeichnen. 46,08 Mal liegt eine mittlere Störung des Rudels vor und 48,42 Mal wurde eine starke Störung mit Teilflucht bzw. Flucht dokumentiert. Da prozentual 31 % der starken Störungen mit einer Gesamtfucht enden, gibt es 15 Mal pro Monat eine solche intensive Reaktion. Im Durchschnitt sind somit drei Reaktionen mittlerer und starker Ausprägung pro Tag dokumentiert.

Betrachtet man die Monate Juni und Juli in Relation liegen 85,67 Störereignisse im Juni vor (Juli 114,67), 70,83 geringe Reaktionen (Juli 96,50), 43,00 mittlere Reaktionen (Juli

49,17) und 38,50 starke Reaktionen (Juli 58,33) sind dokumentiert. Das bedeutet 12 Fluchtreaktionen des gesamten Rudels im Juni und 18 Fluchten im Juli.

In summa sind am Rudel zwischen 132 und 231 Mal erkennbare Reaktionen zu potentiellen Störereignissen zu erkennen. Der Mittelwert liegt bei 178,17 erkennbaren Reaktionen. Durch die Aufnahmen des Kamera-Systems konnten zwischen 46,49 % und 61,62 % der Störereignisse identifiziert werden. Der Mittelwert liegt bei 56 %.

Die anthropogen verursachten Störereignisse kumulieren im Juli und August. Der Mai und der September erreichen weniger als 50 % der Störereignisse der Sommermonate. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass das Seehundrudel auf Norderney einem sehr hohen anthropogenen Einfluss unterliegt. Die durch das Kamera-System generierten Daten bieten eine gute Informationsbasis. Durch den Standort der Kamera, die Ausrichtung des Blickwinkels und die relativ geringe Intensität des aktiven (ferngesteuerter Ausrichtungswechsel) Beobachtens können nur Teile der Summe von Störereignissen dargestellt werden.

Aufgrund der exponierten Lage des Standorts der Kamera ist das Störpotential nicht auf die Bereiche des Wattenmeeres übertragbar, in denen Jungtiere geboren werden.

### 3.3 Explorative Datenanalyse der Heulerfunde

Zur statistischen Erklärung der Heulerfunde durch meteorologische und populationsdynamische Daten, die für den gesamten Zeitraum von 1998 bis 2008 vorlagen, wurde eine schrittweise generalisierte lineare Modellbildung herangezogen (s. Kapitel 2.5.1). Die Anzahl der Heulerfunde geht dabei durch eine logarithmische Linkfunktion als abhängige Variable ein. Unabhängige Variablen zur Windgeschwindigkeit (<wimn>, <wimxsu>, <wimxm>), zur Windrichtung (<wiri>), zu Niederschlagshöhe und Sonnenscheindauer (<nieder>, <sonne>), zur maximalen täglichen Tidehöhe (<tidemx>, <tide>) und solche zur geschätzten Anzahl von Jungtieren bis zum Alter von zwei Wochen (<bis\_2Wo>, <ln>) wurden herangezogen (s. Kapitel 2.3.5.2 und 2.5.2 bis 2.5.3). Zudem wurde im Modell getestet, ob der Wochentag des Fundes zur Erklärung der Heulerfunde beitragen kann. Dies wurde durch die Variablen <wochentg> und <week> versucht.

In Kapitel 3.3.1 werden die Ergebnisse der Untersuchungen auf Linearität der Beziehungen der einzelnen unabhängigen Parameter zu der zu erklärenden Variablen Heulerfunde aufgeführt.

In Kapitel 3.3.2 wird das durch schrittweises Einfügen der unabhängigen Variablen gefundene generalisierte lineare Modell (s. Kapitel 2.5.1) beschrieben. Das so entwickelte Modell zeigt, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Heulerfunde einerseits und unabhängigen Variablen zur Klimatologie, Hydrologie und Populationsdynamik besteht. Die Variablen <wochentg> und <week> zeigten in dieser explorativen Analyse keinen statistischen Zusammenhang mit den Heulerfunden.

#### 3.3.1 Linearität der unabhängigen Variablen

Zur Entwicklung des statistischen Modells wurden alle relevanten meteorologischen und hydrologischen Parameter sowie die geschätzte Jungtierpopulation und der Wochentag als unabhängige, d.h. erklärende, Variablen herangezogen.

Alle diese Variablen, bis auf <wochentg> und <week>, welche als klassifizierende Variablen integriert wurden, sind metrische Variablen. Im Folgenden wird die Linearität des Zusammenhanges zwischen diesen metrischen unabhängigen Variablen und der Anzahl der Heulerfunde graphisch dargestellt. Linearität meint hier, dass die Wertänderung der abhängigen Variablen  $dy$  bei einer Veränderung der unabhängigen Variablen um einen konstanten Wert  $dx_k$  über den gesamten Wertebereich der unabhängigen Variable hin konstant ist. Diese durchschnittliche Veränderung des Wertes der abhängigen Variablen bei einer Erhöhung der unabhängigen Variablen um den Wert 1, entspricht der Steigung der in eine Punktwolke eingefügten linearen Trendfunktion. Ist die Steigung der Trendfunktion positiv, so spricht man von einem positiven Zusammenhang der beiden Variablen, nimmt der Wert der abhängigen Variablen bei Erhöhung der unabhängigen Variablen ab, so entspricht das einem negativen Zusammenhang und die Steigung der linear Trendfunktion ist negativ.

Die unabhängige Variable wird zur Überprüfung der Linearität jeweils in einem Plot auf der X-Achse, die Anzahl der Heulerfunde auf der y-Achse dargestellt. Ein zweiter Plot zeigt jeweils die Heulerfunde logarithmiert. Die Linearität dieser Beziehungen ist die Voraussetzung für eine mögliche Aufnahme der jeweiligen unabhängigen Variablen in nicht trans-

formierter Form in das generalisierte lineare Modell. Neben einer linearen Trendfunktion wurde in jedem Plot zusätzlich ein Polynom sechsten Grades eingefügt. Abweichungen der Polynomfunktion von der linearen Trendfunktion weisen auf Abweichungen von der unterstellten Linearität hin und werden jeweils näher untersucht.

### Windrichtung

Die Windrichtung wird durch den Parameter <wiri> beschrieben. Sowohl die logarithmierte (s. Abbildung 3.3-1) als auch insbesondere die nicht logarithmierte Darstellung (s. Abbildung 3.3-2) des Zusammenhangs zeigen eine klare Linearität. Der dargestellte positive Trend ist im Sinne der Hypothese (s. Kapitel 2.5.2) plausibel. Im vorliegenden Datenbestand werden somit bei häufigen Winden aus nordwestlichen Richtungen vermehrt Heulerfunde gefunden.

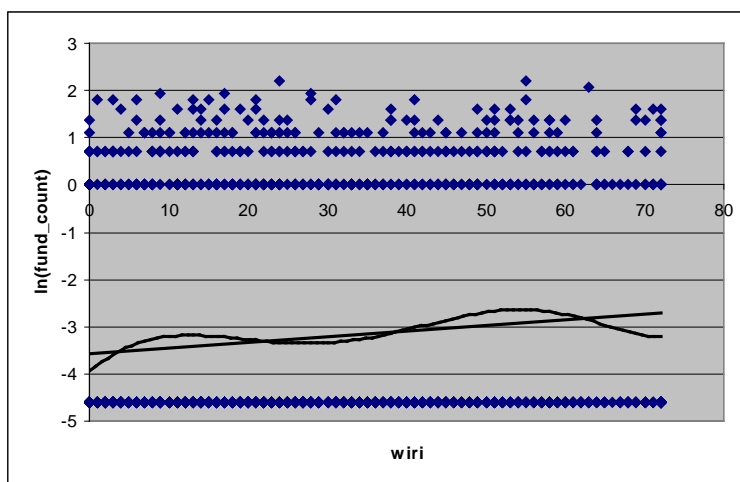


Abbildung 3.3-1:  
Zweidimensionale Darstellung von Windrichtung <wiri> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

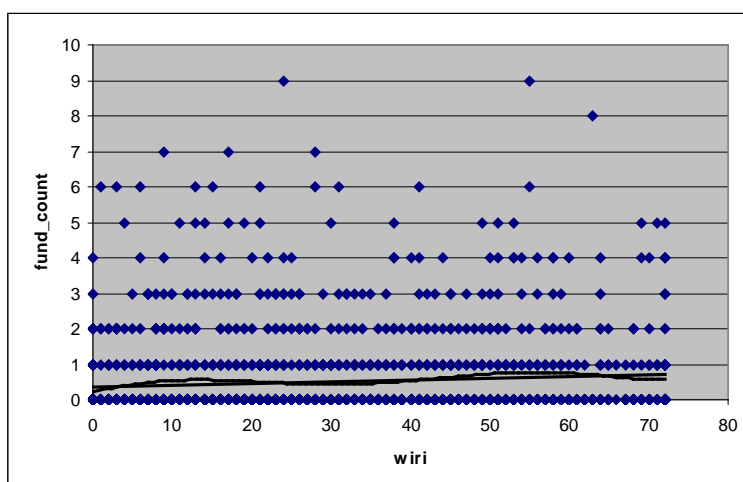


Abbildung 3.3-2:  
Zweidimensionale Darstellung von Windrichtung <wiri> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

## Windgeschwindigkeit

Die Abweichung des Polynoms nach oben von der linearen Trendfunktion im Bereich niedriger Werte des Parameters mittlere Windgeschwindigkeit  $\langle wimn \rangle$ , ist durch einige wenige Fundtage begründet. So wurden z.B. am 20.06.2007 fünf Heuler bei einer durchschnittlichen mittleren Windgeschwindigkeit  $\langle wimn \rangle$  von nur 2,3 m/sec gefunden. An diesem Tag kam es jedoch zu einer Koinzidenz von besonders starken Winden an vorhergehenden einzelnen Tagen, einhergehend mit einer überdurchschnittlich hohen Anzahl von Jungtieren in einem Alter bis 2 Wochen  $\langle bis\_2Wo \rangle$ . Die Abweichung des Polynoms von der linearen Trendfunktion im Bereich niedriger durchschnittlicher Windstärken kann somit durch Populationsdynamik und maximale Windstärke erklärt werden und stellt keinen Grund zur Verwerfung der angenommenen Linearität dar.

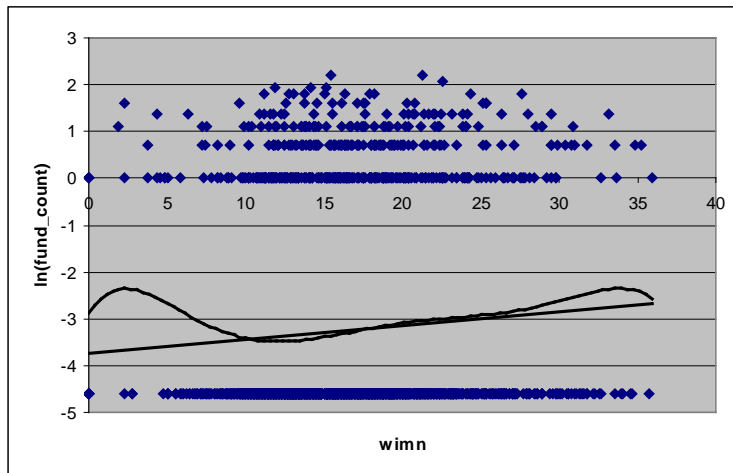


Abbildung 3.3-3:  
Zweidimensionale Darstellung der mittleren Windgeschwindigkeit  $\langle wimn \rangle$  und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

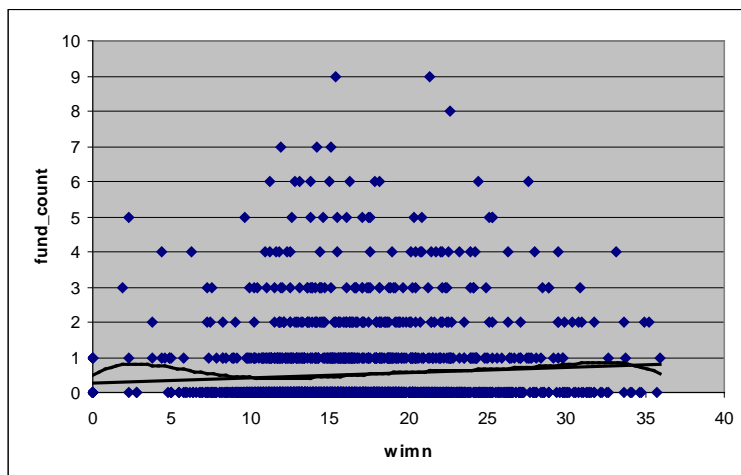


Abbildung 3.3-4:  
Zweidimensionale Darstellung der mittleren Windgeschwindigkeit  $\langle wimn \rangle$  und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

Auch bei dem Parameter Summe der maximalen Windgeschwindigkeit  $\langle wimxsu \rangle$  ist Linearität gegeben. Es existieren nur leichte Abweichungen bei den Extremwerten. So ist der Punkt 64,3/0 (s. Abbildung 3.3-6) durch den populationsdynamischen Parameter  $\langle bis\_2Wo \rangle$ , der zu diesem Zeitpunkt bereits bei dem Wert 0 lag, in Gänze erklärt.

Der Punkt 17/2 (s. Abbildung 3.3-6) ist zum einen durch die hohe Population des Parameters  $\langle bis\_2Wo \rangle$  zu erklären, zum anderen herrschte an den vorangegangenen Tagen sehr starker Wind, welcher aber durch den definierten 3-Tage-Rahmen nicht erfasst wurde. An diesem Tag liegt zudem der Parameter  $\langle sonne \rangle$  sehr niedrig und der Parameter  $\langle nieder \rangle$  hoch.

Die hohen Fundzahlen bei einem Wert von 64,1 für  $\langle wimxsu \rangle$  können durch die gleichzeitig am 29.06.2007 beobachteten hohen Werte für mittlere Windgeschwindigkeit  $\langle wimn \rangle$  und maximales Tidehochwasser  $\langle tidemx \rangle$  mit 3,87 m erklärt werden. Die Abweichung des Polynoms von der linearen Trendfunktion im Bereich hoher maximaler Windstärken kann somit durch hohe durchschnittliche Windstärke und  $\langle Tidemx \rangle$  erklärt werden und stellt keinen Grund zur Verwerfung der angenommenen Linearität dar.

Am 30.05.2000 wurden bei einem Wert von 70 für  $\langle wimxsu \rangle$  - dem Maximum dieses Parameters im Datenbestand - keine Heuler gefunden. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass an den vorangehenden Tagen relativ gutes Wetter geherrscht hat ( $\langle sonne \rangle$  hat einen Wert von 147,  $\langle nieder \rangle$  einen Wert von 0) und zum anderen wurden am Tag zuvor ein Heuler und am Tag darauf zwei Heuler gefunden. Die Abweichung des Polynoms von der linearen Trendfunktion im Bereich des Maximums stellt somit keinen Grund zur Verwerfung der angenommenen Linearität dar.

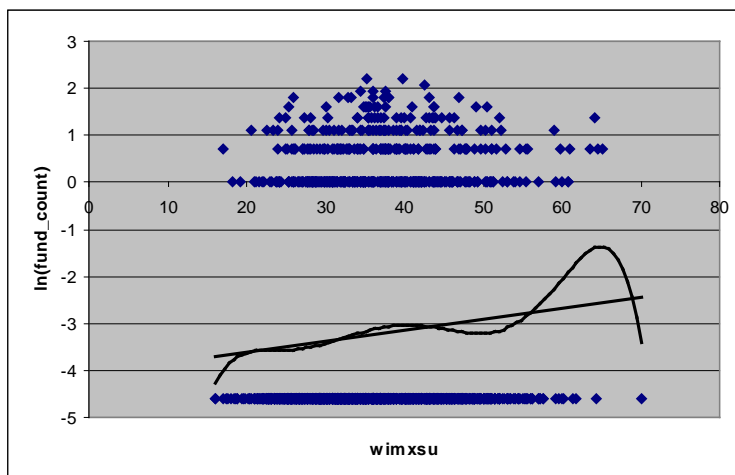


Abbildung 3.3-5:

Zweidimensionale Darstellung der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten  $\langle wimxsu \rangle$  und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

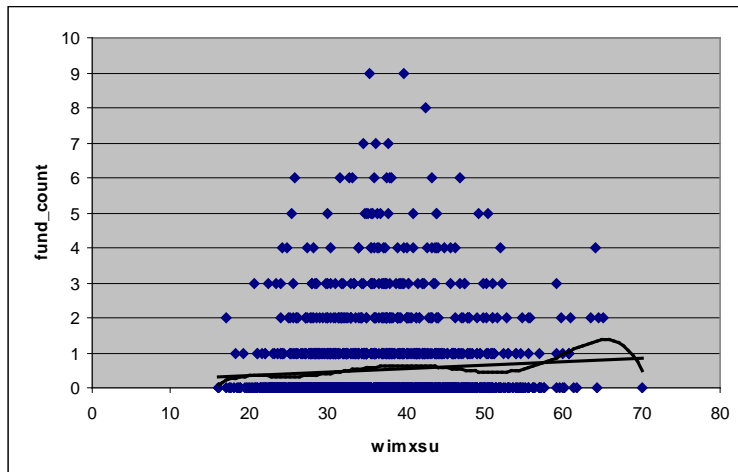


Abbildung 3.3-6:

Zweidimensionale Darstellung der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten  $\langle wimxsu \rangle$  und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

Bei dem Parameter Maximum der Summen der maximalen Windgeschwindigkeit  $\langle wimxmx \rangle$  ist grundsätzlich Linearität gegeben. Die Abweichungen bei Extremwerten sind durch andere Parameter erklärbar. So wurden an vier Tagen zwar Werte von 23,6 bis 23,7 für  $\langle wimxmx \rangle$  an Tagen gefunden, an denen keine Heulerfunde aufgezeichnet wurden. Diese sind jedoch in drei Fällen dadurch zu erklären, dass laut Parameter zur Populationsdynamik  $\langle bis\_2Wo \rangle$  noch keine Jungtiere im Untersuchungsgebiet waren (alle drei Termine Mitte Mai). Der vierte Tag in diesem Wertebereich, der 03.06.2001, war ebenfalls ohne Heulerfund trotz hohen Wertes für  $\langle wimxmx \rangle$ . Es wurden jedoch an den beiden darauffolgenden Tagen jeweils zwei Heuler gefunden.

Die Abweichungen des Polynoms nach oben im obersten Bereich von  $\langle wimxmx \rangle$  sind durch hohe maximale Tide, mittlere Windstärke und Windrichtung  $\langle wiri \rangle$ , bei ebenfalls hohen Werten für die Jungtierpopulation  $\langle bis\_2Wo \rangle$ , zu erklären.

Die Abweichung des Polynoms nach oben im Bereich des Minimums von  $\langle wimxmx \rangle$  kommt durch zwei Heulerfunde am 17.06.1999, bei einem Wert von 7 für  $\langle wimxmx \rangle$ , zu Stande. Dieser Wert muss als Ausnahmefall bei einem sehr hohen Wert für die Jungtierpopulation ( $\langle bis\_2Wo \rangle = 616,2$ ) interpretiert werden und stellt somit wie auch die anderen Abweichungen, keinen Grund zur Verwerfung der angenommenen Linearität dar.



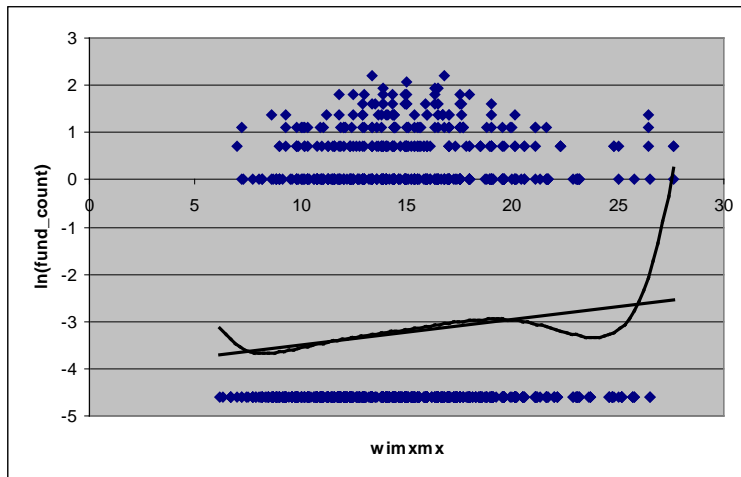


Abbildung 3.3-7:  
Zweidimensionale Darstellung des Maximums der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxm> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

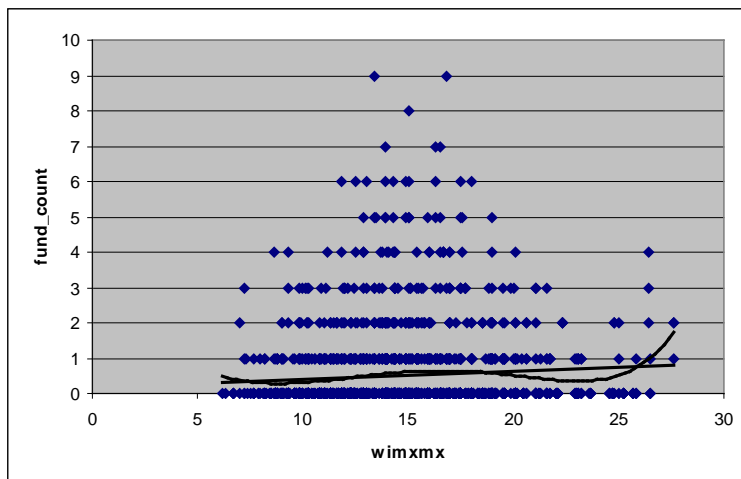


Abbildung 3.3-8:  
Zweidimensionale Darstellung des Maximums der Summe der maximalen Windgeschwindigkeiten <wimxm> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

### Maximales Tidehochwasser

Für den Parameter <tide> ist die Linearität gegeben. Nur leichte Abweichungen zwischen den Trendfunktionen sind bei den Extremwerten zu beobachten. Diese können im Fall niedriger Werte durch einen Fund am 27.07.2007 bei <tide> von 8,62 und gleichzeitig sehr hohem Wert für <wimxm> von 26,5 erklärt werden. Die Abweichung des Polynoms im Maximalbereich nach unten ist durch ein Ausbleiben von Funden bei Werten über 10,5 an solchen Tagen zu erklären, an denen entweder keine Jungtiere im Bestand modelliert werden (neun von zwölf Fällen <bis\_2Wo> = 0, einmal nur 1,8) oder hohe Sonnenscheindauer bei niedrigen Niederschlagshöhen und Werten für <wiri> zu erklären. Die gefundenen Abweichungen stellen somit keinen Grund zur Verwerfung der angenommenen Linearität dar.

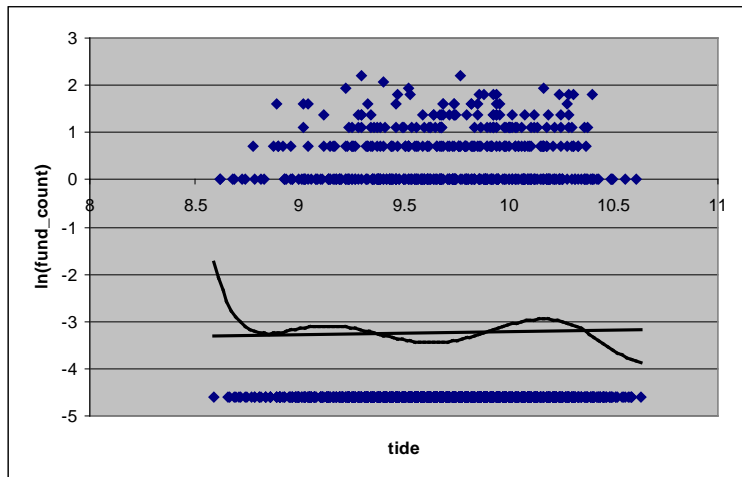


Abbildung 3.3-9:  
Zweidimensionale Darstellung des mittleren Tidehochwassers  $\langle \text{tide} \rangle$  und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

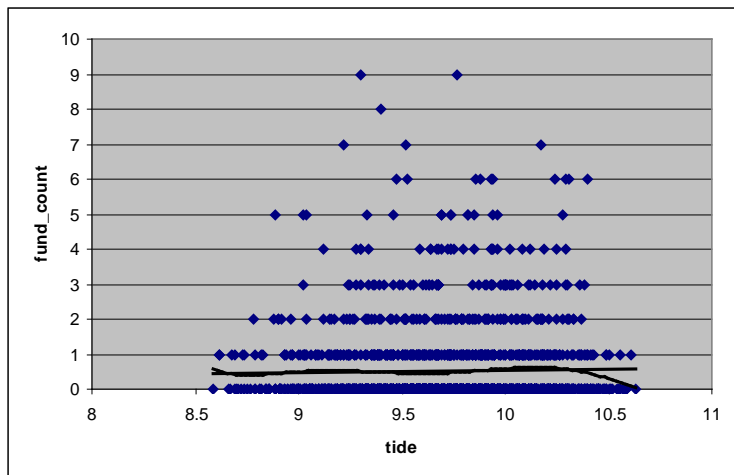


Abbildung 3.3-10:  
Zweidimensionale Darstellung des mittleren Tidehochwassers  $\langle \text{tide} \rangle$  und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

Parameter  $\langle \text{tidemx} \rangle$ : Generell ist ein linearer Zusammenhang zu erkennen. Im unteren Wertebereich von  $\langle \text{tidemx} \rangle$  unter 3 sind Heulerfunde aufgetreten und führen zu einer Abweichung des Polynoms nach oben. Dies kann durch gleichzeitig beobachtete stärkere Winde, häufigere Winde aus Nordwest bzw. durch sehr geringe Sonnenscheindauer, erklärt werden. Die Abweichung des Polynoms im oberen Wertebereich (3,87) sind durch vermehrte Heulerfunde (drei am 27.06.2007, zwei am 28.06.2007 und vier am 29.06.2007) an Tagen mit sehr starken Winden zu erklären. Im Juli 1988 (24.07.1988 bis 26.07.1988) wurden zudem die höchsten Werte für  $\langle \text{tidemx} \rangle$  gefunden (3,98), die jedoch beim gleichzeitigen Fehlen von Jungtieren ( $\langle \text{bis\_2Wo} \rangle = 0$ ) zum Ausbleiben von Heulerfunden führten. Die dadurch begründete Abweichung des Polynoms nach unten kann somit erklärt werden. Der unterstellte lineare positive Zusammenhang wird daher nicht verworfen.

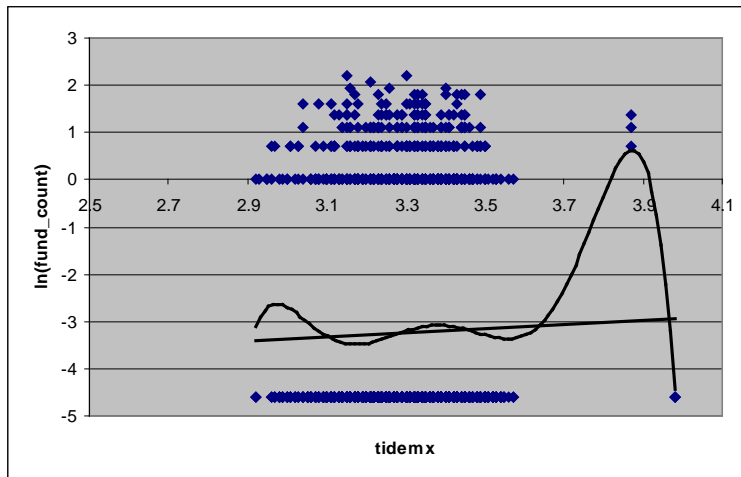


Abbildung 3.3-11:  
Zweidimensionale Darstellung des maximalen Tidehochwassers <tidemx> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

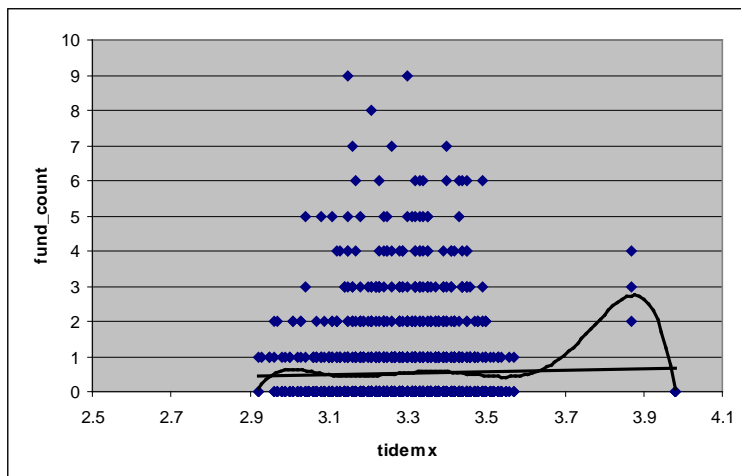


Abbildung 3.3-12:  
Zweidimensionale Darstellung des maximalen Tidehochwassers <tidemx> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

### Sonnenscheindauer

Der Parameter <sonne> zeigt eine klare Linearität. Der negative Zusammenhang ist im Sinne der Hypothese (s. Kapitel 2.5.2) plausibel.

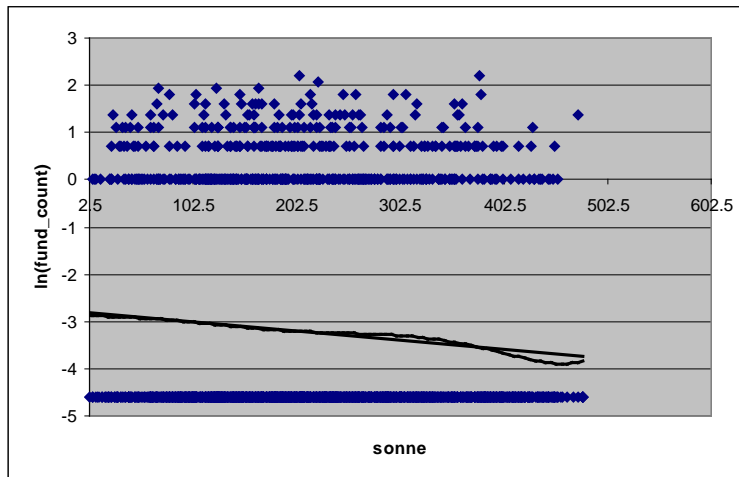


Abbildung 3.3-13:  
Zweidimensionale Darstellung der Sonnenscheindauer <sonne> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingfügtem Polynom sechsten Grades

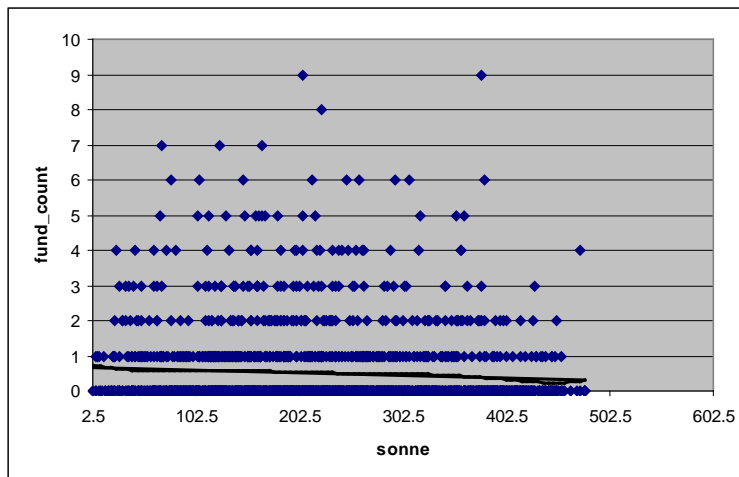


Abbildung 3.3-14:  
Zweidimensionale Darstellung der Sonnenscheindauer <sonne> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingfügtem Polynom sechsten Grades

### Niederschlagshöhe

Auch für den Parameter <nieder> ist die Linearität gegeben, der positive Zusammenhang ist im Sinne der Hypothese (s. Kapitel 2.5.2) plausibel. Vier Tage mit Werten über 580 wurden im Juni 1995 und im Juli 2004 ohne Heulerfunde beobachtet. Dies kann durch geringe Werte für <wiri> (1995) bzw. durch extrem hohe Werte für Sonnenscheindauer erklärt werden (2004). Am 16.06.1995 und am 29.6.2007 wurden jeweils vier Heuler bei Werten von 387 mm bzw. 340 mm gefunden, die in diesem Wertebereich zu einer positiven Abweichung des Polynoms führen. Im ersten Fall fällt dies zusammen mit zusätzlichen starken Winden, geringer Sonnenscheindauer und hoher Jungtierpopulation. Im zweiten Fall wurden ebenfalls extrem starke Winde sowie eine sehr hohe Tide beobachtet. Die unterstellte positive Linearität wurde daher nicht verworfen.

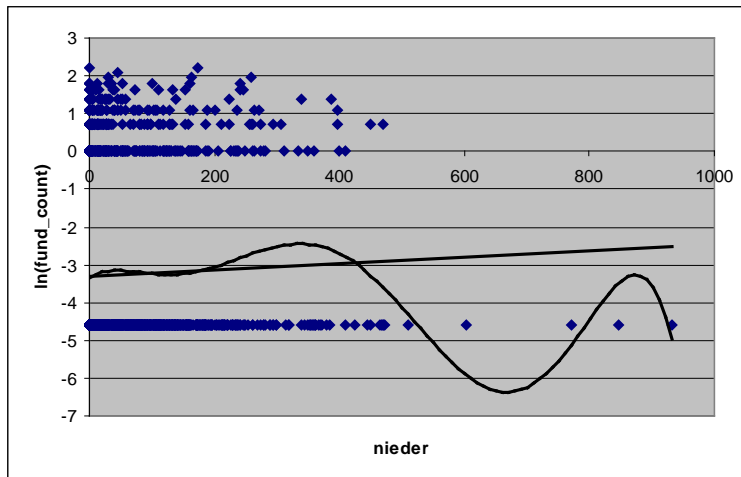


Abbildung 3.3-15:  
Zweidimensionale Darstellung der Niederschlagshöhe <nieder> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

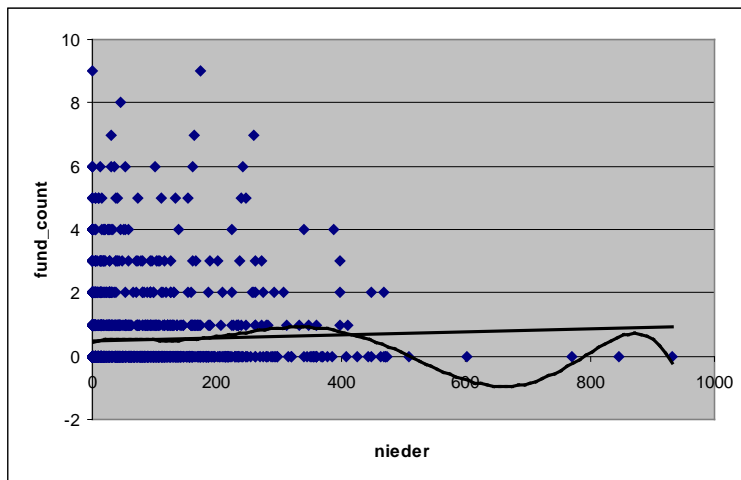


Abbildung 3.3-16:  
Zweidimensionale Darstellung der Niederschlagshöhe <nieder> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

### Lufttemperatur

Parameter <lufttemp>: Daten zur Lufttemperatur stehen erst seit 1998 zur Verfügung (s. Kapitel 2.5.2). Der Zusammenhang zur Anzahl der täglichen Heulerfunde ist nicht linear, die Hypothesenbildung ist zudem nicht klar und eine Verwendung des Parameters hätte wegen der eingeschränkten Datenverfügbarkeit zu einer erheblichen Reduktion des Untersuchungszeitraumes und damit der Datenbasis geführt. Die Variable wurde nicht in das generalisierte lineare Modell eingebaut.

Für die Aufdeckung eventueller Einflüsse durch den Klimawandel müssen zunächst die offensichtlichen Einflussparameter besser beschrieben werden. Eine von der Linearität abweichende Beschreibung des Zusammenhanges erscheint angebracht, konnte aber im Rahmen dieser Arbeit nicht umgesetzt werden.

### Wassertemperatur

Parameter <wassertemp>: Die Daten zur Wassertemperatur (s. Kapitel 2.5.2) unterliegen den gleichen zeitlichen Restriktionen wie diejenigen zur Lufttemperatur. Zudem weisen die Daten größere Lücken auf. Der Parameter ist nicht in das generalisierte lineare Modell aufgenommen worden.

### Jungtierpopulation

Parameter <bis\_2Wo>: Um eine Jungtierpopulation zu modellieren, wurde der Parameter <bis2Wochen> entwickelt (s. Kapitel 2.3.5.2).

Der lineare positive Zusammenhang ist deutlich ausgeprägt, es zeigt sich jedoch eine Abweichung des Polynoms im Bereich um 800 mm nach unten. Diese ist durch 9 Tage mit Werten zwischen 750 mm und 850 mm begründet, an denen keine Heulerfunde auftraten. Drei dieser Tage waren im Juni 2001. An diesen wurden sehr hohe Sonnenscheindauer und geringer Niederschlag beobachtet. Zwei der Tage im Juni 2002 wiesen niedrige Werte für <wiri> auf (22 und 23) und - dazu passend - niedrige Werte für das maximale Tidehochwasser. Im Jahre 2005 und im Jahre 2006 wurden ebenfalls im Juni an jeweils zwei Tagen keine Heulerfunde beobachtet, was mit niedrigen Werten für <wiri>, Windgeschwindigkeit und Tide zusammentraf. Die Abweichung vom Polynom zur linearen Trendfunktion kann somit erklärt werden. Die unterstellte Linearität des Zusammenhanges wurde daher nicht verworfen.

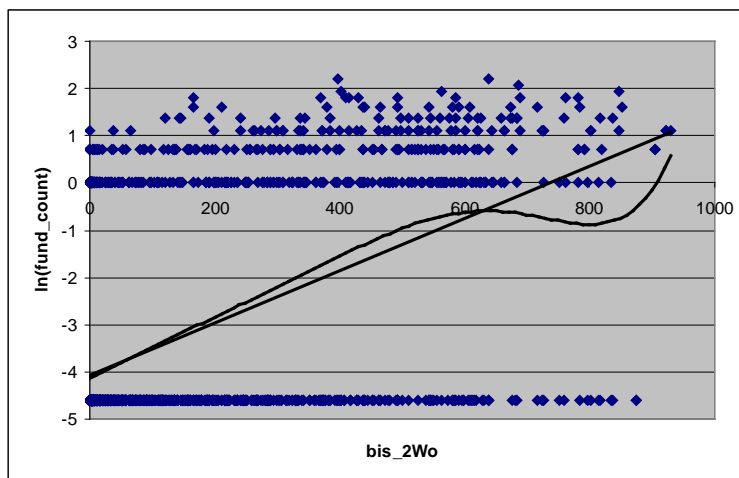


Abbildung 3.3-17:

Zweidimensionale Darstellung der modellierten Anzahl der Jungtiere in einem Alter bis zu zwei Wochen <bis\_2Wo> und logarithmierter Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

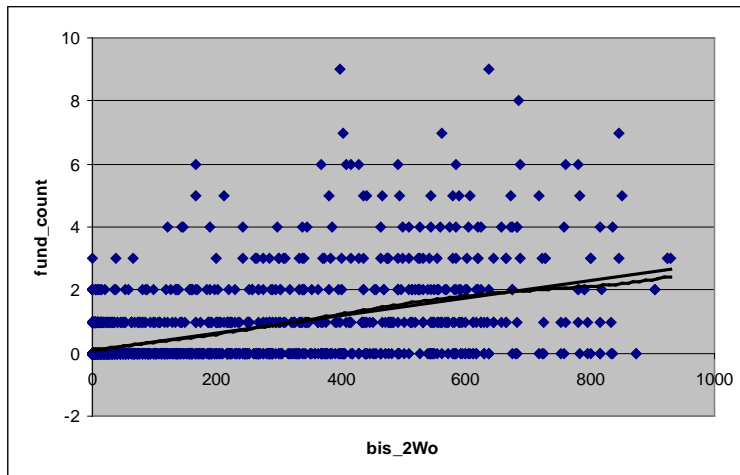


Abbildung 3.3-18:

Zweidimensionale Darstellung der modellierten Anzahl der Jungtiere in einem Alter bis zu zwei Wochen <bis\_2Wo> und Anzahl der täglichen Heulerfunde mit linearer Trendfunktion und eingefügtem Polynom sechsten Grades

### 3.3.2 Generalisiertes lineares Modell

Durch schrittweises Einfügen unabhängiger Variablen mit signifikantem Zusammenhang zur täglichen Anzahl der Heulerfunde wurde ein generalisiertes lineares Modell für die Anzahl der täglichen Heulerfunde entwickelt (vgl. Kapitel 2.5.1). Dieses ist in Anhang 27 aufgeführt. Es sind 1864 Beobachtungstage und Datensätze ins Modell eingegangen. Das Modell zeigt, dass ein statistischer Zusammenhang der Heulerfunde mit folgenden Variablen besteht: <wimn>, <sonne>, <wiri>, <bis\_2Wo>, <tidemx>, <nieder>.

Die im Endmodell berechneten Wahrscheinlichkeiten für die Variablen <wimn> und <wiri> erreichen nicht ganz das Signifikanzniveau von 0,01. Sie unterschritten dieses beim schrittweisen Einfügen jedoch jeweils deutlich und wurden daher nicht aus dem Modell entfernt. Alle anderen Irrtumswahrscheinlichkeiten liegen deutlich unter 0,01, der Beitrag aller integrierten unabhängigen Variablen im Modell zur Erklärung der Heulerfunde sind daher signifikant.

Das Modell erklärt die Streuung der logarithmierten Heulerfunde unter der Annahme einer Poissonverteilung. Abweichungen von der Annahme einer dem Erwartungswert entsprechenden Standardabweichung werden durch das Statistikprogramm, durch Wahl der Option "scale = deviance", ausgeglichen. Die Schätzwerte für die einzelnen Parameter im Modell sind u.a. wegen der gewählten logarithmischen link-Funktion nicht direkt auf die jeweiligen Beziehungen zwischen Heulerfunden und unabhängigen Variablen zu übertragen. So kann z.B. der Schätzwert "0,7431" für <tidemx> nicht als erwarteter Anstieg der Jungtierfunde um 0,7431 Tiere je Anstieg des Wertes von <tidemx> um 1 m interpretiert werden. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass im Modell für alle Parameter, bis auf <sonne> (negativer Schätzwert von -0,001), ein positiver Schätzwert berechnet wird, was im Sinne der formulierten Hypothesen (s. Kapitel 2.5) plausibel ist. Es bleibt zu betonen, dass es sich hier um die Ergebnisse einer explorativen Datenanalyse handelt. Die gefundenen Zusammenhänge sind zwar überzufällig, aber die zu Grunde liegende Stichprobe, in Form von gefundenen Heulern im Untersuchungsgebiet, stellt nicht im Sinne eines randomisierten Versuchsaufbaues sicher, dass die Daten zur statistischen Überprüfung der Hypothesen herangezogen werden können.

### 3.4 Erklärung des Heulerfundortes durch hydrologische Faktoren

#### 3.4.1 Driftmodelle zu Heulerfunden nach dem Lagrange'schen Verfahren

Vor dem Hintergrund, dass es auf jeder Insel und auch am Festland klar definierbare Orte gibt, an denen es alljährlich eine Häufung von Jungtierfunden gibt (s. Kapitel 3.1.3), sollte geprüft werden, wie signifikant die Ergebnisse von Rückrechnungsmodellen sein können. Für diese Arbeit wurde das Modell vom BSH modifiziert. Statt Prognosen für ein zukünftiges Ereignis zu berechnen, wurde eine inverse Rechnung vom Zielort = Fundort eines Heulers durchgeführt.

Basis der Berechnung waren die detaillierten Daten eines Fundes:

- Koordinaten
- Fundtag
- Uhrzeit
- geschätztes Alter des Tieres

Diese Ursprungsparameter wurden für die Rückrechnung von zwei Lebendfunden und einem Totfund aus dem Jahr 2008 durchgeführt. Für die Berechnung der Driftmodelle stehen dem BSH hydrologische und klimatologische Daten seit dem Jahr 2000 zur Verfügung. Entsprechend entfielen die Daten der Heuler von 1988 bis 1999 für diese Modellrechnung. Ab dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2007 beträgt die maximale Auflösung der Rechenmodelle eine Seemeile. Seit 2008 ist eine Berechnung mit einer maximalen Auflösung von 0,5 Seemeilen möglich. Der Verfasser wählte entsprechend eine Stichprobe von zufällig gewählten Tieren aus 2008.

Das Rechenmodell basiert auf Daten des Gezeitenverlaufs, der mittleren und maximalen Tidehochwasser (gemessene Pegelstände und errechnete Daten) und der topographischen Gegebenheiten. Die inverse Rechnung wurde mit den Parametern Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeit belegt.

Der in Abbildung 3.4-1 dargestellte Driftweg resultiert aus den errechneten zentralen Punkten einer Teilchenwolke. Der Startpunkt der Rückrechnung resultiert aus der Parallelverschiebung des realen Fundortes in den Bereich des Watts/der Insel, der bei Hochwasser auch überflutet wird. Die Teilchenwolke vergrößert sich, je größer der Zeitraum zwischen dem Start der Rückrechnung und dem zurückliegenden Zeitpunkt der Berechnung der Teilchenwolke ist. Für das Tier Nr. 9 werden die Teilchenwolken der potentiellen Herkunft auf den nächsten Seiten dargestellt.

Da das Jungtier auf ein Alter von 4 Tagen geschätzt wurde, beläuft sich der Rückrechnungszeitraum ebenfalls auf 4 Tage, da das Tier auch direkt nach der Geburt von der Mutter hätte getrennt werden können. Die Windgeschwindigkeiten im Zeitraum vom 09.06. bis 12.06. betrug zwischen 2,6 m/sec und 9,5 m/sec. Die Windrichtung variierte relativ stabil zwischen 272° und 335°.

Die Wahrscheinlichkeit, dass das Jungtier aus der Region des Nationalparks Hamburgisches Wattenmeer, also aus dem Bereich der Inseln Scharhörn oder Neuwerk stammt, scheint recht hoch zu sein. Genauso wie diese Formulierung, ist auch die Hypothese, aus Rückrechnungen, Orte der Trennung von Jungtier und Alttier berechnen zu können, sehr



vage. Die Summe der unbekannt Variablen ist zu hoch. Die Altersschätzung ist evtl. noch ein zu vernachlässigender Punkt. Die daraus resultierende Rückrechnungsdauer ist optional. Da die invers gerechneten Teilchenwolken bei größerem zeitlichen Abstand immer größer werden, verliert die Rechnung an Aussagekraft. Im Anhang 18, Anhang 19, Anhang 20 und Anhang 21 sind die grafischen Darstellungen der Rückrechnung der Teilchenwolken auf denen die Abbildung 3.4-1 basiert, aufgeführt.

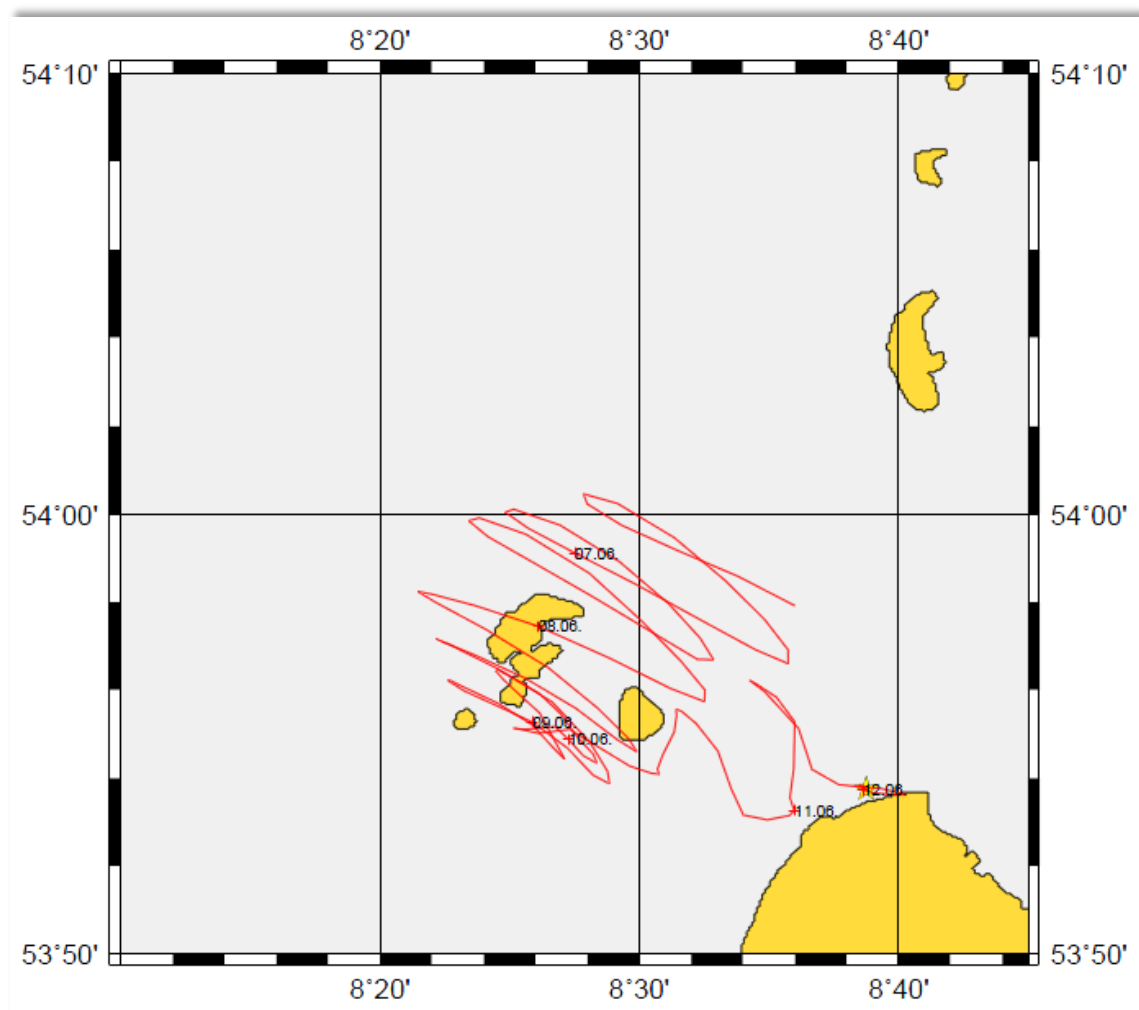


Abbildung 3.4-1:

Drift des Fleckzentrums Seehund Nr. 9, Rückrechnung 12.06.2008 14.30 Uhr, Alter ca. 4 Tage, #9 Lebendfund, Fundort: Cuxhaven, 53°53'16.79"N/8°38'57.06"E, Windfaktor .010 (alle Zeitangaben in MESZ)

(Quelle: BSH)

Besonders zu berücksichtigen ist, dass es sich bei den Lebendfunden nicht um passive Teilchen handelt, sondern um aktive Organismen. Es kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob ein Tier aktiv schwimmt, wenn ja, in welche Richtung oder welche Distanzen es überwinden könnte. Noch gravierender wäre der Fehler, wenn das Tier eine Plate oder Insel erreichen würde, um sich zu erholen. Ein solcher "unterbrochener Driftweg" unterläge völlig differenten hydrologischen bzw. klimatologischen Faktoren.

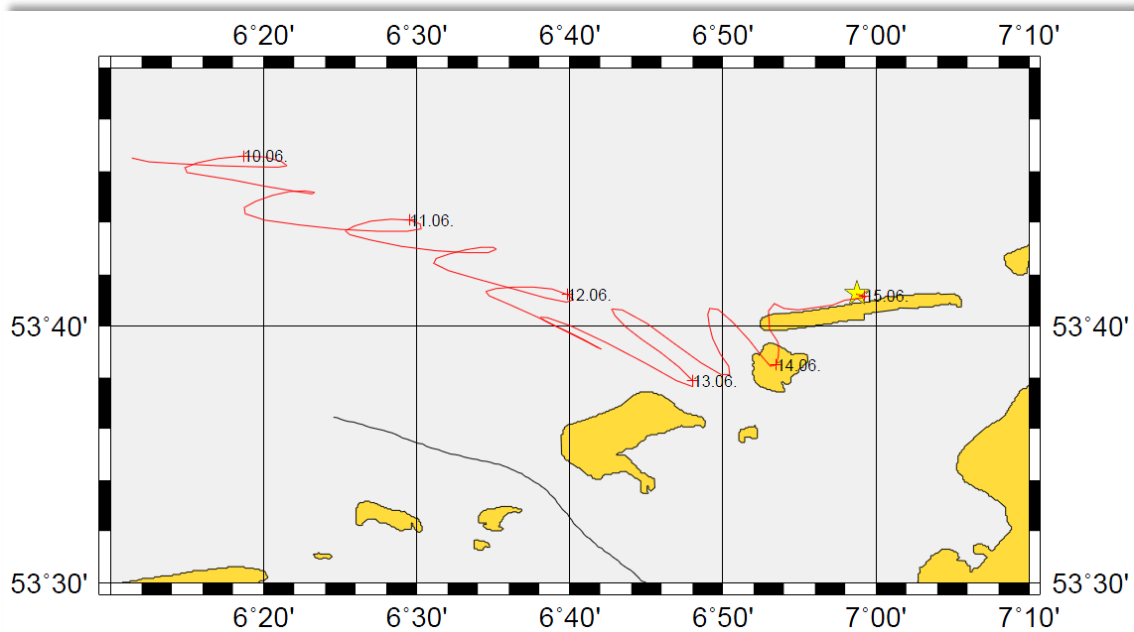


Abbildung 3.4-2:

Drift des Fleckzentrums Seehund Nr. 10, Rückrechnung, 15.06.2008, 15.00 Uhr, Alter ca. 4 Tage, #10, Lebendfund, Fundort: Juist, 53°40'48.01"N/6°58'40.27"E, Windfaktor .010, (alle Zeitangaben in MESZ)

(Quelle: BSH)

Ein gutes Beispiel, dass Driftweg-Rückrechnungen, die für einen längeren Zeitraum berechnet wurden, eine äußerst geringe oder gar keine Aussagekraft haben, ist der in Abbildung 3.4-2 dargestellte Weg des Seehundfundes Nr.10. Dieses Tier wurde am 15.06.2008 um 15.00 Uhr als Lebendfund auf Juist aufgefunden. Auch dieses Tier hatte ein geschätztes Alter von 4 Tagen. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Tier in einem Zeitraum von 1-2 Tagen aus dem Bereich Kachelotplate, Memmert, Juist/Westspitze stammt, scheint sehr hoch zu sein. Die Rechnung vor diesem begrenzten Zeitraum, beschreibt jedoch einen Driftweg auf der offenen Nordsee. Das Tier könnte evtl. aktiv in diesen Bereich geschwommen sein. Es ist zumindest keinesfalls in diesem Bereich geboren worden.

Betrachtet man die veterinärmedizinischen Untersuchungsergebnisse und den Zustand der Tiere bei Einlieferung in die Seehundstation Nationalpark-Haus, ist relativ deutlich zu erkennen, dass die meisten Tiere zwischen drei und vier Tage von der Mutter getrennt sind, bevor sie in der Station aufgenommen werden. Die Rückrechnung der Driftwege für Lebendfunde zeigt somit ausschließlich Tendenzen auf, die wissenschaftlich nicht prüfbar sind.

Um den Faktor Aktivität des Individuums auszuschließen, bzw. zu reduzieren, wurde das Modell ebenfalls zur Prüfung des Fundortes eines Totfundes verwendet. Das mittelgradig verwesene Jungtier, Nr. 15 (Totfund), wurde an einem der o.g. "hotspots" (Ort mit hoher Fundrate) am 26.06.2008 um 17.00 Uhr gefunden. Das Alter wurde auf ca. 7 Tage geschätzt. Der Verfasser wählte additiv einen besonders hoch frequentierten Ort, um auszuschließen, dass das Tier dort bereits längere Zeit vor Ort gelegen haben könnte. Die Ergebnisse der inversen Rechnung sind sehr aussagekräftig. Im Gegensatz zur Hypothese, dass Fundtiere im Bereich Wangerland oder auch Wangerooge, möglicherweise aus dem Jadebusen heraus getrieben werden (SCHUMANN, KÖNIG, PETRUS pers. Kommentar), verläuft der Driftweg dieses "passiven Teilchens" entlang des Rückseitenwatts von Juist/Norden-Utlandshörn bis nach Schillig.

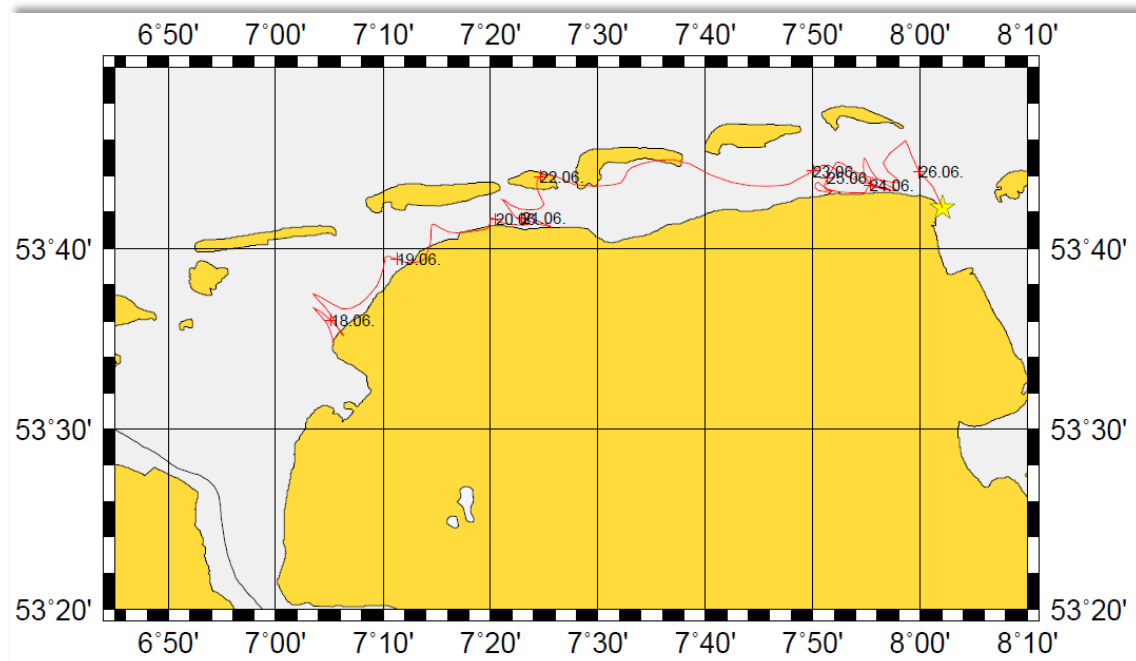


Abbildung 3.4-3:

Drift des Fleckzentrums Seehund Nr.15, Rückrechnung, 26.06.2008, 17.00 Uhr, Alter ca. 7 Tage, #15 Totfund, Fundort: Schillig, 53°42'14.78"N/8° 1'51.01"E, Windfaktor .010, (alle Zeitangaben in MESZ)

(Quelle: BSH)

Der Graphik ist im Zeitraum vom 24.06. bis 25.06.2008 eine Kumulation der errechneten Standorte, bzw. eine Richtungsänderung entgegen der Gezeitenwelle zu entnehmen. Zur Verdeutlichung werden im Anhang 20, Anhang 21, Anhang 22 und Anhang 23 die Teilchenwolken der Rechnungen aus diesem Zeitraum dargestellt. Die Bewegung der Teilchenwolke richtet sich bei äußerst geringer Windgeschwindigkeit von 1,5 m/sec aus WSW maßgeblich nach Ost. Bei einer Windgeschwindigkeit von 5,4 m/sec aus ONO stagniert die Bewegung der Teilchenwolke gen Osten. Bei ebenfalls geringer Windgeschwindigkeit von 4,6 m/sec. aus Südost geht die Stagnation sogar in eine Rückwärtsbewegung über. Erst nach zwei Tagen und wiederum westlichem Wind, wird der "Zielort" Schillig erreicht.

Aber auch die Rückrechnung von den Fundorten der Totfunde nach dem Langrange'schen Verfahren beinhaltet zu viele Unbekannte, um Rückschlüsse auf den Ursprungsort des Tieres wissenschaftlich zu verifizieren. Es ist nicht bekannt, wann das Tier verstorben ist. Entsprechend ist der Ursprungsort bzw. die individuelle Aktivität des Tieres bis zu seinem Ableben nicht nachzuvollziehen. Trotz der geringen Stichprobe zeigt sich massives Fehlerpotential bei der Prüfung des durchgeführten Verfahrens. Es ist jedoch deutlich erkennbar, wie hochdynamisch die hydrologischen Prozesse im Wattenmeer sind. Interessant ist ebenfalls der deutliche Einfluss der Windrichtung auf die Drift eines passiven Körpers (JANSSEN pers. Kommentar). Trotz der aktiven Fortbewegung von Lebendfunden, sind die Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit zentrale Faktoren für die Verdriftung der Jungtiere.

## 4 Diskussion

### 4.1 Heuler in der Seehundstation

Die Seehundaufzucht- und Forschungsstation Norden-Norddeich, heute Seehundstation Nationalpark-Haus, verfügt über einen einzigartigen Fundus an Daten über Seehunde im Niedersächsischen Wattenmeer. Diese Daten sind zur Einschätzung des Status quo der Seehundpopulation und zum Teil als Parameter, in diese Arbeit eingeflossen. Es wurden die Daten der Eingangsuntersuchung sowie das Aussetzgewicht und die Dauer des Aufenthalts in der Station genutzt. Die Entwicklung des Individuums in der Station kann im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet werden. Man könnte theoretisch weitere Rückschlüsse auf den Zustand des Individuums ziehen, was bei der Intention der vorliegenden Arbeit als nicht notwendig erachtet wurde. Es wäre erstrebenswert, diesbezüglich verschiedene wissenschaftliche veterinärmedizinische Arbeiten zu initiieren.

Das geschätzte Alter der eingelieferten Heuler ist einer der wichtigsten Basis-Parameter für diese Arbeit. Erst durch die Feststellung des Alters der eingelieferten Heuler wurde die Basis geschaffen, wie das Modell der Jungtierpopulation (s. Kapitel 2.3.5) optimal beschrieben werden kann. Der Parameter <bis2Wochen> ist plausibel in das statistische Modell eingegangen.

Jungtiere werden zu Beginn des Niedrigwassers geboren (WIPPER 1974). Sollte die Niedrigwasserphase sehr kurz sein bzw. das Muttertier nicht in der Lage sein, die Sturzgeburt zeitlich zu optimieren, bleibt wenig Zeit für die erste Laktation. Sollte zusätzlich ein Störeeignis stattfinden, muss das neugeborene Jungtier gegebenenfalls bis zum nächsten Niedrigwasser auf die Laktation schwimmend warten. Gerade diese ersten Stunden nach der Geburt sind immens wichtig für die Überlebenschancen des Jungtiers (JOHN 1984). Im folgenden Zeitraum, bis zu einem Alter von 6 bis 8 Tagen, ist die schwierigste Phase für die Jungtiere. Sie sind zum Teil nicht kräftig genug, um den Auswirkungen starker Winde, hoher Tidehochwasser und/oder Störungen zu trotzen (WIPPER 1974). Die Altersschätzungen der in die Seehundstation eingelieferten Heuler bestätigen dies. Der Mittelwert des Alters der eingelieferten Heuler beträgt 6,3 Tage. Die Abbildung 3.1-10 im Ergebnisteil zeigt, dass es einzelne "Ausreißer" gibt. In 5 Jahren der untersuchten 21 Jahre sind Heuler mit einem Alter über 25 Tagen dokumentiert. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich bei diesen Tieren nicht mehr um Heuler handelt, sondern um Jungtiere, die bereits abgesäugt sind und vom Muttertier in die Selbständigkeit entlassen wurden.

Das Geschlechterverhältnis der eingelieferten Heuler variiert sehr stark. Das Maximum weiblicher Heuler beträgt 69,57 %. Das Maximum männlicher Heuler betrug 63,16 %. In summa liegt das Geschlechterverhältnis aller im Untersuchungszeitraum eingelieferten Tiere bei 1:1. Es sind keine Abhängigkeiten von der Populationsgröße oder Sonderereignissen wie den Staupeepidemien 1988 und 2002 festzustellen.

Die Maße und Gewichte der Heuler im Untersuchungszeitraum sind relativ gleichbleibend. Der Mittelwert des Gewichts liegt bei 9,39 kg. Die Abhängigkeit des Gewichts vom Alter und vor allem vom Zustand des Tieres, der aus dem Zeitraum von der Trennung bis zum Fund resultiert, lässt keine detaillierte statistische Auswertung zu, da der Zeitraum unbekannt ist. Man kann davon ausgehen, dass die Überlebensfähigkeit eines Jungtiers vom Geburtsgewicht abhängt. Da keine Geburtsgewichte von Totfunden existent sind, muss

davon ausgegangen werden, dass die Fundgewichte von Jungtieren der ersten Lebensstage (mit Nabelschnur) die Geburtsgewichte sind. Aufgrund STEDES Untersuchungsdaten wurde Anfang der 1990er Jahre von der **Trilateral Seal Expert Group** diskutiert, dass in Niedersachsen und in Schleswig-Holstein Heuler unter 7,5 kg und einer reduzierten Länge von < 45 cm nur geringe Überlebenschancen haben. Diese Diskussion hat Eingang in die schleswig-holsteinische "Heulervermeidungs-Strategie" gefunden. Stark untergewichtige und untermaßige Jungtiere werden von den Seehundjägern erlegt. In Niedersachsen ist die Verfahrensweise, laut der Abwägungskriterien beim Auffinden kranker, verletzter oder hilfloser wild lebender Tiere in den Wattenjagdbezirken, ähnlich<sup>21</sup>. Extrem schwache Individuen werden vor Ort erlegt. In Grenzfällen wird die Expertise der Seehundstation Nationalpark-Haus bzw. von STEDE hinzugezogen. Nach Untersuchung durch die Veterinäre wird das Jungtier gegebenenfalls euthanasiert. Sehr große Jungtiere, können an den Folgen von Geburtskomplikationen zum Heuler werden (STEDE pers. Kommentar 2010).



Abbildung 4.1-1:  
Tod des Muttertiers während des Geburtsvorgangs  
(Quelle: Nationalpark-Ranger RABENSTEIN Juist 2001)

### Fehlerquellen bei der Datenaufnahme

Das Fehler in der Datenaufnahme bei der Eingangsuntersuchung entstehen können, bzw. unterschiedliche Untersucher differente Werte generieren, scheint sich bei den Daten der Länge im Vergleich zu denen der reduzierten Länge zu zeigen. STEDE hat letzteren Parameter entwickelt, um genau diese Differenzen zu minimieren. Bezeichnend ist, dass von 2005 bis 2008 der Mittelwert der Länge steigt, während der Mittelwert der reduzierten Länge sinkt. Dieses Ergebnis ist paradox. Wie in Kapitel 2.3.7 beschrieben, unterliegt die Erfassung der Gesamtlänge einer Problematik: Die s-förmig gebogene Halswirbelsäule kann vom Untersuchenden unterschiedlich stark gestreckt werden. Dies führt zu den hier festgestellten Verzerrungen der bei der Untersuchung generierten Daten.

---

<sup>21</sup> RdErl. d. ML v. 27. 1. 2004 – 204.1-42500/0-403, 42506-54 – VORIS 78530 – Umgang mit krank, verletzt oder hilflos aufgefundenen wild lebenden Tieren in den Wattenjagdbezirken

### Auswilderung und Überleben

Seehunde sind Individualisten und nicht an ein Rudel gebunden. Die einzigen individual-spezifischen Kontakte, außer der Paarung, existieren im Mutter-Jungtier-Verband. Entsprechend ist es irrelevant, wo Tiere ausgewildert werden. Es wird versucht, aufgezogene Tiere relativ gleichmäßig in den Bereichen auszuwildern, in denen rein numerisch ähnlich viele Tiere gefunden wurden. Es gilt auch hier: Fundort ist nicht gleich Trennungsort. Eine exakte Zuordnung ist nicht möglich.

Die Thematik der Überlebensquote handaufgezogener Heuler wird auf nicht wissenschaftlicher Ebene kontrovers diskutiert. Somit ist die Markierung der auszuwildernden Tiere nicht nur Zweck der Forschung, sondern auch eine realistische Darstellung der Erfolgsquote der Aufzucht. Grundprinzipien der Markierung sind, dass sie den Tieren weder Schäden noch dauerhaft Leiden zufügen und das arteigene Verhaltensmuster nicht stören, ausreichende mechanische und physikalisch-chemische Stabilität besitzen, leicht erkennbar und zeitlebens ablesbar sind (STEDE 2000). So können Wanderungen, Lebensgewohnheiten und Schicksale von Individuen verifiziert werden. Markierungen werden bei zu Forschungszwecken gefangenen oder aus Seehundstationen stammenden Tieren durchgeführt.

Neben den in Kapitel 2.3.7 beschriebenen Markierungen, gibt es eine Reihe weiterer Methoden: Farbanstriche werden im Nacken/Rückenbereich mit Farben auf Polyester- oder Acrylbasis aufgebracht. Zur Hautschonung werden ausschließlich die äußeren Haarbereiche angestrichen. Diese Markierung dient nur der vorübergehenden Kennzeichnung bei Auswilderungen, um die Tiere kurzfristig wiedererkennen zu können. Rot wäre am besten zu erkennen, führte aber dazu, dass aufmerksame Naturbeobachter "schwerverletzte, blutende" Tiere meldeten. Wenn Tiere farblich markiert werden, wird somit die Farbe Gelb genutzt. Die Farbe verschwindet spätestens bei dem nächsten Haarwechsel. Aufgrund dieser Kurzfristigkeit wird diese Markierung kaum noch verwendet.

Gefrierbrandmarkierungen wurden in Niedersachsen von 1984 bis 1998 verwendet. Insgesamt wurden 205 Tiere aus der Seehundstation markiert. Durch neue Pigmentzellen und Haare kann bei älteren Tieren die Erkennbarkeit reduziert werden oder verloren gehen (STEDE 2000). Der Vorteil der Gefrierbrandmarkierung ist die Erkennbarkeit auf weite Entfernungen. Der Nachteil kann die Möglichkeit eines Sonnenbrandes mit Entzündungsreaktionen der Haut im Bereich des Pigmentverlustes sein. STEDE taxiert diese selten auftretenden Reaktionen als kurzfristig und nicht nachteilig für die Seehunde. Allein die Möglichkeit, dass Seehunde durch die Markierung beeinträchtigt würden, führte zur Einstellung dieses Verfahrens. Nichtsdestotrotz hat diese Methode eine hohe Quote von Sichtungen über lange Zeiträume ermöglicht.

Eine weitere Markierungsmöglichkeit mit hohem Informationspotential ist die Verwendung von Sendern. Die "satellite tags" werden auf eine Neoprenbasis und diese auf die behaarte Haut des Rückens mit einem 2-Komponentenkleber geklebt (s. Abbildung 4.1-2). Es gibt verschiedene Aspekte, die bei dem Einsatz von Sendern berücksichtigt werden müssen: Seehunde müssen gefangen und fixiert werden. Dieser Eingriff stellt eine erhebliche Belastung für das Tier dar (JEFFRIES et al. 1993, STEDE 2000). Aufgrund der Druck- und Zugbelastungen sind Hautschäden im Bereich des Senders festgestellt worden. Selbst bei flachem, stromlinienförmigen Aufbau des Senders und der Antenne wird der Strömungswiderstand des Seehundkörpers beim Schwimmen und Tauchen negativ beeinflusst (HAZEKAMP et al. 2009). Zudem wird die Möglichkeit Ruhestellungen bzw. Komforthaltungen bei Seehunden im Haul-Out auf Liegeflächen beeinträchtigt (T`HART pers. Kommentar 2009). Wie bei der Farbmarkierung verlieren Seehunde den Sender spätestens beim nächsten Haarwechsel.



Abbildung 4.1-2:  
Satellitensender wird auf dem Rücken eines Seehunds fixiert  
(Quelle: BORCHARDT, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.)

Aufgrund dieser Diskussion sind aufgezogene Seehunde in der Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich bis dato nicht telemetriert worden. Es gibt keinen hinreichenden Grund die Tiere mit einem Sender zu belasten. Die Tiere werden doppelt markiert (Flossenmarke und Transponderchip). Eine Wiedererkennung ist somit ausreichend gewährleistet. Anders verhält es sich bei den Kegelrobben. Diese Robbenart lebt in einem aktiven Sozialverband. Der Anschluss von Jungtieren an ein Rudel ist notwendig. Um hier die Erfolgsquote bzw. die Wanderungen handaufgezogener Jungtiere nachvollziehen zu können, hat die Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich eine satellitentelemetrische Untersuchung initiiert, die voraussichtlich in den Jahren 2011 und 2012 umgesetzt werden kann.

Wie im Ergebnisteil ausgeführt, lassen Sichtungen und die geringe Zahl an Totfunden (2 % der ausgewilderten Tiere) den Rückschluss zu, dass die Überlebensquote ausgewilderter Tiere sehr hoch ist. GARCIA HARTMANN (1997) beschreibt für die europäischen Seehundstationen eine Überlebensrate handaufgezogener Heuler bei weit über 80 %.

## 4.2 Seehundrudel

Die Sandbank Norderney Ostspitze dient erst seit 17 Jahren einem relativ großen Seehundrudel (MÜLLER 2007) als dauerhafter Haul-Out-Bereich. Die Vorteile dieses exponierten Liegeplatzes überwiegen die Nachteile, wie z.B. vielfältige Störfaktoren.

Sandbänke sind im Sommer für Seehunde überlebenswichtig. Seehunde verbringen elementare Phasen ihres Jahresrhythmus, wie Geburt, Aufzucht der Jungtiere, Ruheperioden und Fellwechsel, auf solchen Sandbänken. Paarung (BRASSEUR & FEDAK 2003, ADELUNG et al. 2004) und Schlafen finden in der Nähe bzw. zu 95 % in einem Gebiet von circa fünf Kilometern Umkreis statt (ADELUNG et al. 2004). Zur Nahrungssuche ziehen Seehunde von wenigen bis zu einigen hundert Kilometern in die offene Nordsee (TRAUT 1997, ORTHMANN 2000, ADELUNG et al. 2004). Hier zeigt sich der erste Vorteil der exponierten Insellage: Die Distanz vom Liegeplatz zu den Nahrungsgründen wird minimiert. In Abbildung 4.2-1 sind die Ergebnisse satellitentelemetrischer Untersuchungen abgebildet, die die enormen Entfernungen, die einzelne Seehunde zurücklegen, plastisch darstellen.

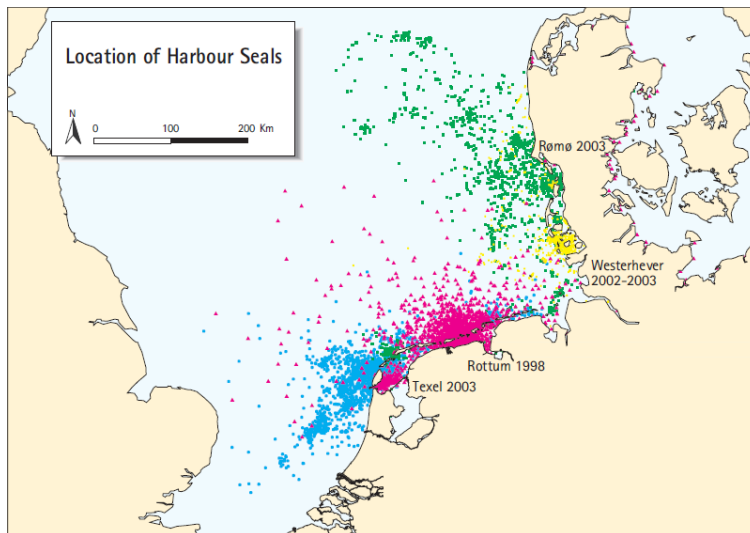


Abbildung 4.2-1:  
Satellitentelemetrische Untersuchungen von Seehunden  
(blau 2003 Texel, rot 1998 Rottum, grün 2002 Rømø, gelb 2002/03 Westerhever  
(Quelle: CWSS QSR 2004: Chapter 13: Marine Mammals)

Seehunde verbringen den Großteil des Jahres in ihrem aquatischen Lebensraum. Laut ADELUNG et al. (2004) verweilen sie, bezogen auf das ganze Jahr, nur 19 % beim Haul-Out. Die Haul-Out-Dauer ist abhängig von den saisonalen Phasen des Jahresrhythmus (DRESCHER 1979, JOHN 1984, THOMPSON et al. 1989, NØRGAARD 1996, ABT 2002, BRASSEUR & FEDAK 2003). Zur Geburtenphase von Anfang Juni bis Mitte Juli bzw. zum Fellwechsel von Juni bis Anfang September befindet sich ein Großteil, fast 100 % der Population auf den Sandbänken (ABT 2002). Der Fellwechsel dauert zwar nur 3 bis 5 Wochen, da Tiere unterschiedlichen Geschlechts und Alters jedoch zu differenten Zeiten das Fell wechseln, dauert der Gesamtprozess über den o.g. Zeitraum (HAVINGA 1933; WIPPER 1974). Letztendlich basiert die Haul-Out-Frequenz auf der individuellen Entscheidung des einzelnen Seehunds. Das Ruhen auf Liegeflächen scheint originär eine Schutzanpassung gegenüber im Wasser jagenden Prädatoren zu sein, die Seehunden im aquatischen Bereich gefährlich werden könnten. Seehunde verfolgen mit der Rudelbildung die Strategie



der kooperativen Gefahrenabwehr. Da es, außer Mutter-Jungtier-Verbänden, keine individualspezifischen Beziehungen bei Seehunden gibt, nutzen die Individuen das Rudel als "Ruhegesellschaft". Die sensorische Aktivität des Individuums kann im Rudel reduziert werden (JOHN 1984).

Nur bestimmte Sandbänke eignen sich zum Haul-Out. Eine steil abfallende Kante an der Wasserlinie bietet die Möglichkeit, bei Gefahr schnell zu reagieren und zu flüchten (DRESCHER 1979). Die Fläche muss groß genug sein um ungestört vom Wellengang zu ruhen (DRESCHER 1979). Gleichzeitig muss die Möglichkeit bestehen den oben beschriebenen Individualabstand zu gewährleisten (JOHN 1984, TRAUT 1997). Hier zeigen sich zwei weitere Vorteile der Ostspitze Norderneys: Die Sandbank bietet die morphologische Basis, eine scharfe Abrisskante und unmittelbar darauffolgend Tiefen von bis zu 12 Meter. Die Fläche ist groß genug, um einigen hundert Tieren Platz zu bieten. Der Einfluss der Windgeschwindigkeit, der Sonnenscheindauer und der Niederschlagshöhe ist bezüglich des Haul-Out-Verhaltens zu vernachlässigen (ORTHMANN 2000, LELLI & HARRIS 2001, eigene Beobachtungen, s. Abbildung 4.2-2).



Abbildung 4.2-2:  
Windgeschwindigkeit ist für das Haul-Out-Verhalten nicht relevant  
Stürmische Winde aus Süd, Norderney Ostspitze

Die Tide hat starken Einfluss auf den Haul-Out: gezeitenabhängige bzw. periodisch überspülte Sandbänke können nur im Zeitraum der Niedrigwasserphase genutzt werden (ADELUNG et al. 2004). Bevor die Sandbank trockenfällt, halten sich die Seehunde bereits in diesem Bereich auf und lassen sich bei ablaufendem Wasser trockenfallen (JOHN 1984). Bei auflaufendem Wasser verändert das Rudel seinen Standort, um solange wie möglich ruhen zu können. Wenn die Sandbank endgültig überspült wird, müssen die Seehunde bis zum nächsten Niedrigwasser schwimmen. Handelt es sich, wie bei der Ostspitze Norderneys, um eine nahezu dauerhaft zur Verfügung stehende Fläche, kann die Haul-Out-Phase einen Zeitraum von mehreren Tagen dauern (JOHN 1984). Somit zeigt sich auch hier der Vorteil dieses Standortes. Wie in den Ergebnissen in Kapitel 3.1.5 dargestellt, unterbrechen die Seehunde den Haul-Out durch kurze Phasen der Nahrungssuche.

Der Standort Ostspitze Norderney erfüllt alle für eine "gute Liegefläche" relevanten, oben genannten Faktoren. Die Liegefläche ist durch einen Zaun als Ruhezone des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer deutlich zu erkennen. Allerdings hat sie eine besonders exponierte Lage. Die Fläche befindet sich auf der touristisch höchstfrequentierten Insel Niedersachsens (KOLCK pers. Kommentar 2009). 300 Meter entfernt befindet sich das Wrack eines Schiffes, ein beliebtes Ausflugsziel. Auf der Ostseite befindet sich das Fahrwasser Baltrum-Neßmersiel, auf der Nordseite das Wattfahrwasser Richtung Norddeich. Der Flughafen Baltrum ist 1750 Meter entfernt, der Flughafen Norderney 7500 Meter.

#### 4.2.1 Auswirkungen von Störungen

Die Auswirkungen von touristischen Aktivitäten wurden im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer in verschiedenen Arbeiten untersucht (MÜLLER 2007, ADAM & LINDENBORN, 2009). Basis der Arbeiten waren bei Seehund-Zählflügen oder weiteren mit Flugzeugen durchgeführte Datenaufnahmen erfasste Störereignisse. Die Datenlage basiert jedoch auf asynchronen Befliegungen. Uhrzeiten und Tage differieren zu den Seehundzählflügen. Die Datenlage ist somit nicht belastbar.

Zählflüge sind ein probates und übliches Mittel um Tendenzen der Entwicklung der Seehundpopulation zu erfassen. Es ist bekannt und wird berücksichtigt, dass Teile der Population nicht erfassbar sind (EBERHARDT et al. 1979; THOMPSON & HARWOOD 1990, ABT 2002).

Um eine detaillierte Analyse vornehmen zu können, wurde für diese Arbeit ein Kamera-System entwickelt (s. Kapitel 2.7), das punktuell an einem Standort in den relevanten Sommermonaten Daten zu Störereignissen generiert. Eine direkte Zuordnung des Parameters <störung> zur Entstehung von Heulern ist jedoch nicht möglich, da sich der Kamera-Standort außerhalb der Geburtsgebiete der Seehunde befindet. Die Analyse ist deskriptiv.

Die Ostspitze Norderneys wird im Verlauf der Zählflüge am frühen Nachmittag befliegen. Die genaue Uhrzeit ist nicht bekannt. Wie im Ergebnisteil dargestellt, werden durch das Kamera-System im Durchschnitt 53 % mehr Seehunde erfasst, als durch Flugzählung. Dass es sich um o.g. Differenzen zwischen gezählten Tieren und realem Bestand handelt ist teilweise anzweifelbar. Umgruppierungen auf andere Liegeflächen (z.B. bei Ostwind) wurden berücksichtigt. Die Problematik der Zählflüge ist, dass nur ein minimaler Zeitraum des Haul-Out der Seehunde dokumentiert werden kann. Dieser beinhaltet ein Zeitfenster von ca. 30 Sekunden. Würde man die Phase des Anflugs, bei der bereits Störungen festgestellt werden könnten, addieren, würde das Zeitfenster ca. 120 Sekunden beinhalten. Bezeichnend ist, dass bei keinem der Zählflüge seit Beginn der Befliegung für die Sandbank Norderney auch nur eine Störung dokumentiert wurde (s. Kapitel 3.2). Durch das Kamera-System wurden Störereignisse an Zählflugtagen festgestellt. Berücksichtigt man, dass jede einzelne Störung Auswirkung auf das Rudel von 15 bis 60 Minuten hat, mehrfache Störungen sogar zu einem Ortswechsel bzw. längerem Aufenthalt im aquatischen Lebensraum führen, ist zweifelhaft, ob die Daten eine annähernd realistische Population widerspiegeln.

An Tagen mit östlichen Windrichtungen wurden durch die Befliegung hier keine Tiere erfasst. Dies ist dadurch erklärbar, dass die Seehunde unter diesen Voraussetzungen die Sandbank östlich des Baltrum-Fahrwassers frequentieren (s. Kapitel 3.1.5).

Die Daten der Zählflüge und der des Kamera-Systems sind nicht detailliert vergleichbar. Das Kamera-System ist maßgeblich in der in Kapitel 2.7 beschriebenen Basis-Richtung eingestellt. Somit können die Variablen Zeit und nicht durch das Kamera-System erfasste Tiere als ursächlich für die Differenzen an den Tagen sein, an denen weniger Individuen gezählt wurden als durch das Flugzeug. Genauso sind zum Teil die erheblichen Differenzen der Summen der gezählten Tiere erklärbar: Die Kameradaten basieren auf den Tagesmaxima und nicht auf der Anzahl  $n$  des Zeitpunktes  $X_{\text{Zählflug}}$ . Im Vergleich sind somit die Daten nicht belastbar. In Summa ist festzustellen, dass jegliche externe Daten die zur statistischen Auswertung des Parameters <störung> zur Verfügung stehen, entweder unvollständig sind oder den Zählflugergebnissen nicht zugeordnet werden können.

### Reaktion auf Störungen

Seehunde unterliegen in ihrem gesamten Einzugsbereich vielfältigen Störfaktoren: Schifffahrt, Fischerei, Seekabelverlegung, Sand- und Kiesabbau, Offshore-Windenergie, militärische Aktivitäten, Öl- und Gasgewinnung und touristische Aktivitäten. Störfaktoren im aquatischen Bereich werden in dieser Arbeit nicht betrachtet. Seehunde sind exzellente Schwimmer. Befinden sie sich in ihrem aquatischen Lebensraum, sind sie maßgeblich auf Nahrungssuche. Zwar sind Seehunde in der Lage einige Tage im Wasser zu leben und dort auch zu schlafen, das Ruhebedürfnis ist hier jedoch sekundär.

Im Bereich des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer sind touristische Störfaktoren maßgeblich. Diese führen zu Konflikten zwischen Mensch und Seehund (RÜMLER 1986, BRASSEUR & FEDAK 2003). Es sind die Monate, in denen Seehunde ein besonders hohes Ruhebedürfnis auf ihren terrestrischen Liegeplätzen haben (Geburtenphase, Aufzuchtphase, Fellwechsel und Paarung), die touristisch intensiv genutzt werden. Diese Störungen führen zu nachhaltigen Beeinträchtigungen der Seehunde (RÜMLER 1986). Es wird bei Störungen zwischen verschiedenen Erregungsgraden der Seehunde differenziert (JOHN 1984): Bevor es zu einer sichtbaren Reaktion der Tiere kommt, erhöht sich ihre Herzfrequenz. Nachfolgend reagieren Seehunde sichtbar. Sie ändern ihre Körperhaltung, legen sich von der Rückenlage oder der seitlichen Komforthaltung ("Bananenhaltung", Kopf und Hinterflipper in die Luft gestreckt) in Bauchlage, um den Kopf heben zu können. Die Kopfheberate des Rudels ist ein Parameter, der die Erregung der Gruppe widerspiegelt (s. Abbildung 4.2-3). Die Kopfheberate hat in ungestörten Rudeln eine Größenordnung von 18 % (DIETRICH & KOEPFF 1986). 82 % der Gruppe werden somit entlastet (JOHN 1984). Je nach Intensität der Störungen (Lautstärke, Größe, Geschwindigkeit) erhöht sich die Kopfheberate bis 100 % (DIETRICH & KOEPFF 1986). Bereits ab Kopfheberaten von 50 % ist hohe Alarmbereitschaft hergestellt und es kann vorkommen, dass Teile der Gruppe flüchten. Eine Kopfheberate von 100 % ist ein Zeichen höchster Fluchtbereitschaft, das gesamte Rudel steht vor der Schwelle zur Flucht. Die Fluchtschwelle ist abhängig von Gruppengröße, Intensität der Störung, dem Grad der evtl. vorangegangenen Störungen und der Windrichtung (JOHN 1984). Jede Phase der Erregung kann, auch ohne eine Flucht hervorgerufen zu haben, nach Beendigung der Störung sukzessive zurückgehen (JOHN 1984). Prinzipiell lösen Störungen erhöhten Stress aus (HEIBEL & BROMISCH 2000).



Abbildung 4.2-3:  
Kopfheberate von 100 % und anschließende Flucht

Besonders betroffen von Störungen sind Mutter-Jungtier-Verbände. Die Reizschwelle der Mutter ist geringer als bei anderen Rudelmitgliedern, so dass bereits bei dem kleinsten Anzeichen einer Gefahr frühzeitig die Flucht ergriffen wird. Die Beruhigungsphase ist sehr lang (s. Abbildung 4.2-4). Diese Verbände sind bei der Wiederbesetzung der Sandbank meist die letzten Rückkehrer (JOHN 1984, BRASSEUR & FEDAK 2003). Muttertiere legen sich zur Laktation des Jungtiers auf die Seite. Um bei drohender Gefahr reagieren zu können, muss sie gegebenenfalls die Umgebung mit erhobenem Kopf beobachten. Das heißt, sie muss sich auf den Bauch drehen, um sichern zu können. Die Laktation wird somit unterbrochen. Sollte die Störung eine Flucht auslösen, versucht das Jungtier der Mutter zu folgen (JOHN 1984).



Abbildung 4.2-4:  
Sukzessive Wiederbesetzung der Liegefläche nach Störung, Zeitraum 1 Stunde

Die Ergebnisse der Kameraauswertung in Kapitel 3.2 zeigen, wie intensiv und nachhaltig Störereignisse wirken können. Es besteht die Möglichkeit, dass Mutter-Jungtier-Verbände, die aufgrund massiver Störungen in panischer Flucht die Sandbank verlassen, den Kontakt zueinander verlieren (JOHN 1984). Auch wenn der Kontakt nicht abbrechen sollte, resultiert aus Störungen jeglicher Intensität ein schwerwiegendes Problem: Das Jungtier erhält aufgrund der unterbrochenen bzw. ausgefallenen Laktation zu wenig Energie (BRASSEUR & FEDAK 2003). Zusätzlich verbraucht es durch Stress und Flucht zusätzliche Energie. Es fehlen notwendige Ruhe- und Verdauungsphasen. Unter der Berücksichtigung der geringen Zeitspanne, die während der Niedrigwasserphase zur Laktation zur Verfügung steht, ist jegliche Störung somit dreifach kontraproduktiv für die Ernährung, die Entwicklung, den Gesundheitszustand und das Entwöhnungsgewicht des Jungtieres. Letzteres wirkt direkt auf die Überlebenschancen des Jungtieres, da ihm zu Beginn der Selbstständigkeit ausreichende Energiereserven fehlen (BRASSEUR & FEDAK 2003). Häufige Flucht kann zu mechanischen Verletzungen führen: durch Nichtverheilen des Nabels (RÜMPLER 1986), kann es zu Bauchfellentzündungen kommen (STEDE 1999). Durch Flucht und Stress kann sich ein Herzklappenfehler ausbilden, der nachhaltig negative Auswirkungen auf die Konstitution des Tieres verursacht (STEDE 1993). Das Jungtier verliert die notwendige Kraft, um der Mutter beim nächsten Hochwasser nach wenigen Stunden folgen zu können. Die verlorene Energie kann nicht nachträglich aufgenommen werden: Der Magen der Jungtiere kann nur geringe Mengen an Muttermilch aufnehmen. Das maximale Magenvolumen liegt bei ca. 120 Milliliter (STEDE pers. Kommentar 2010). Die Jungtiere müssen die Milch in mehreren kleinen Portionen zu sich nehmen (STEDE pers. Kommentar 2009). Für neugeborene Jungtiere können Störungen lebensbedrohlich sein: maternale Antikörper des Kolostrums der Muttermilch der ersten Tage, die die Jungtiere vor Infektionen schützen, fehlen bei frühzeitiger Trennung. Durch die abführende Wirkung des Kolostrums wird das Darmpech, Epithelzellen des Magendarmtraktes, Galle, intrauterin geschluckter Lanugohaare<sup>22</sup> ausgeschieden (STEDE 1980). Ohne ausreichende Zufuhr

<sup>22</sup> Embryonalhaar

von Muttermilch erfolgt dieser Prozess nicht. Dies führt zu Koliken, Appetitlosigkeit und letztendlich zum Tod (STEDE 1999). Muttertiere hingegen nehmen während der Aufzuchtphase kaum Nahrung zu sich (ORTHMANN 2000, ADELUNG et al. 2004). Sie bauen im Winter Energiereserven auf, die sie zur Muttermilch-Produktion und für den Fellwechsel verwenden (WIPPER 1974, JOHN 1984).

Bei hohem Störpotential kann sich die Fluchtdistanz der Tiere erhöhen. Im Extremfall reduziert sich der Auslöser für das Aktionspotential der Tiere, dass sie vor vermeintlichen Störungen flüchten, die sie im "Normalstatus" nicht tangiert hätten. Der Effekt ist bei allen Reaktionen auf Störungen der Gleiche: ein erhöhter unnötiger Energieverbrauch, der sekundär zur Schwächung der Seehunde, ihres Immunsystems und ihres Gesundheitsstatus führt. Große, laute Störereignisse rufen bereits z.T. bei einer Entfernung von einem Kilometer eine Reaktion des Rudels hervor (LELLI & HARRIS 2001, BRASSEUR & FEDAK 2003). Nach solchen Störungen wird die Sandbank jedoch relativ frühzeitig wieder angenommen (ALLEN et al. 1984, BRASSEUR & FEDAK 2003). Allerdings kehren maximal 20 % der Tiere, die zuvor geflüchtet sind, während derselben Niedrigwasserperiode zurück auf die Liegefläche (ALLEN et al. 1984, BRASSEUR & FEDAK 2003, JANSEN et al. 2003).

JOHN (1984) stellte fest, dass dauerhaft gestörte Rudel der Wasserlinie kontinuierlich folgen, um bei einer potentiellen Störung schnell reagieren bzw. flüchten zu können. Aus den permanenten Ortsverlagerungen resultieren zwei Negativaspekte: Zum einen wird die zur Verfügung stehende Ruhezeit verkürzt, zum anderen kommt es durch die Bewegung und durch die Kulmination der Tiere an der Wasserlinie zur Unterschreitung der Individualabstände, das wiederum kann zu agonistischen Reaktionen, Unruhe und additivem Stress führen (JOHN 1984).

### Störung durch Schifffahrt

Die Nutzung des Wattenmeeres durch Schifffahrt wird durch verschiedene Faktoren eingegrenzt: die Tageszeit, die Tide und den Tiefgang der Schiffe. Zwischen 03.00 Uhr und 24.00 Uhr ist mit Wasserfahrzeugen zu rechnen. Zwischen 08.00 Uhr und 20.00 Uhr herrscht regelmäßig Verkehr, solange es die Tide zulässt. Nur Schiffe mit einem Tiefgang < 50 cm können die tideabhängigen Gewässer zwischen Festland und Inseln dauerhaft befahren. Größere Sportboote und die Berufsschifffahrt mit einem Tiefgang > 50 cm sind ausschließlich in der Lage bis 2 Stunden nach Hochwasser und wieder 2,5 Stunden nach Niedrigwasser den Bereich (Norderney Ostspitze) zu befahren. Ausschließlich bei hochauflaufendem Hochwasser bei Springtide und/oder Windrichtungen aus West bis Nordwest können Wasserflächen außerhalb des Fahrwassers genutzt werden (STENGEL pers. Kommentar 2009). Ergänzend zur Nutzungsintensität und den natürlichen Faktoren, schränkt die Verordnung über das Befahren der Bundeswasserstraßen in Nationalparks im Bereich der Nordsee (NPNordSBefV) aus dem Jahr 1992 die Nutzung ein. Laut §4 (1) ist es "untersagt, die Bundeswasserstraßen in den jeweiligen Zonen I der Nationalparke außerhalb der Fahrwasser im Sinne des § 2 Abs. 1 Nr. 1 der Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung in der Zeit von drei Stunden nach bis drei Stunden vor Tidehochwasser zu befahren, soweit in dieser Verordnung nicht etwas anderes bestimmt ist. (2) Es ist untersagt, die auf Bundeswasserstraßen in den jeweiligen Zonen I der Nationalparke liegenden Seehundschutzgebiete sowie Brut- und Mauseergebiete der Vögel während bestimmter, in den amtlichen Seekarten (§ 1 Abs. 2) enthaltener Schutzzeiten zu befahren; ausgenommen sind Fahrwasser im Sinne des § 2 Abs. 1 Nr. 1 der Seeschifffahrtsstraßen-Ordnung" (Abbildung 4.2-5).

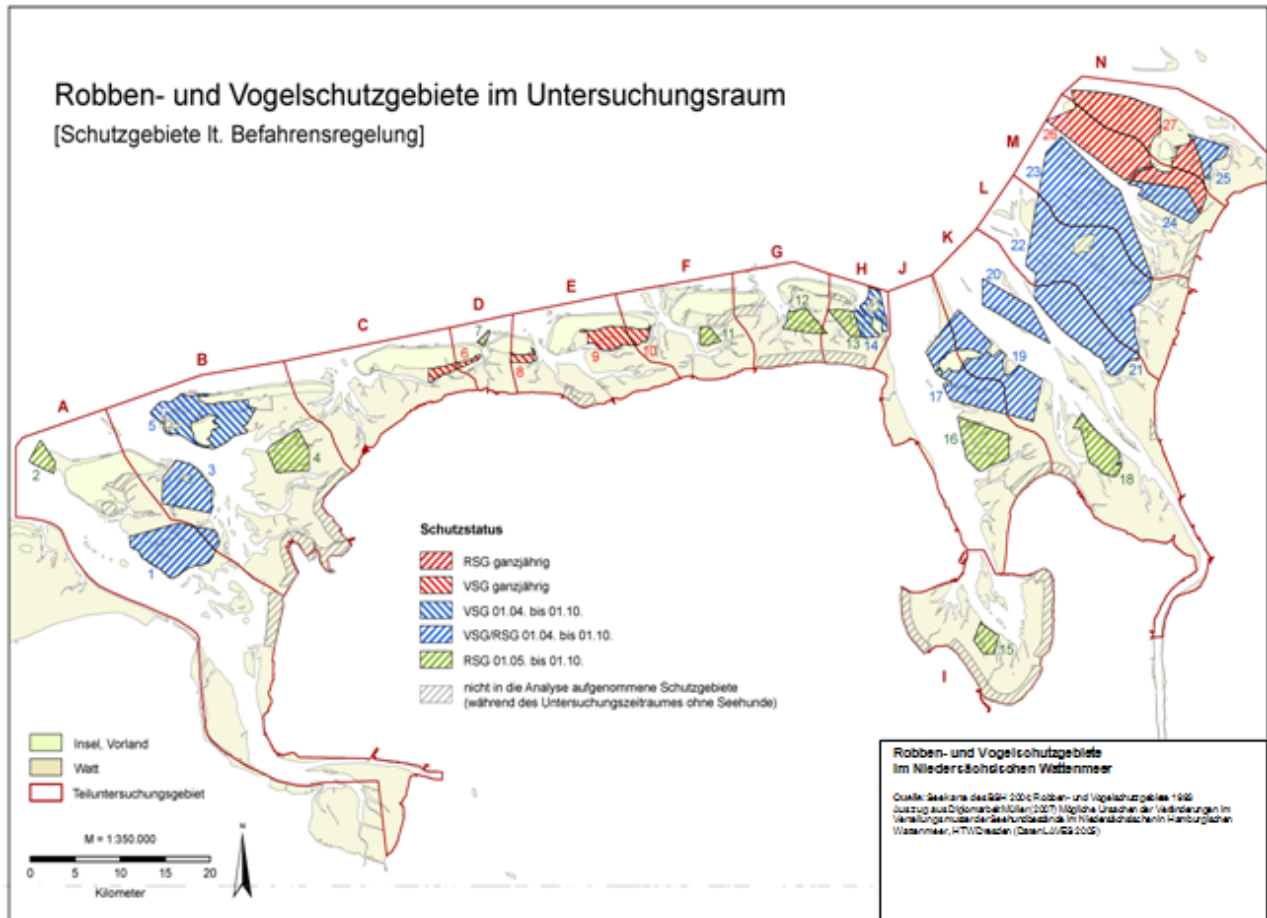


Abbildung 4.2-5:  
Robben- und Vogelschutzgebiete im Untersuchungsraum  
(Quelle: MÜLLER 2007)

Die Ostspitze Norderneys ist Teil des ganzjährig geschützten Vogelschutzgebietes. Wichtige Teile der Geburts- und Aufzuchtgebiete der Seehunde wären rein rechtlich adäquat geschützt. Die Störungs-Kartierung von MÜLLER (2007) und die Arbeit von ADAM & LINDENBORN (2009) bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, dass selbst bei der geringen und zeitlich punktuellen Stichprobe durch Flugzählungen Störungen festgestellt wurden. Besonders problematisch ist das Störpotential in den nicht durch RSGs (Robbenschutzgebiete) und VSGs (Vogelschutzgebiete) geschützten Bereichen, die als Standorte von Seehunden für Geburt und Aufzucht frequentiert werden (s. Abbildung 3.1-6: Heulerfunde und Verteilungsmuster des Jungtierbestandes im Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer 2005). Nur in der Zeit 3 Stunden vor bis 3 Stunden nach Niedrigwasser gilt hier Befahrensverbot. Je nach morphologischer Struktur bzw. dem Relief der Sandbänke können Störungen auftreten, die das sich Trockenfallenlassen verhindern. Da sich die Mutter-Jungtierverbände bei Hochwasser in der Nähe dieser Flächen aufhalten (s.o.), ist hier auch das Störpotential, das auf die Tiere im aquatischen Lebensraum wirkt, relevant (JOHN 1984).

Zwischen den verschiedenen Arten von Schiffsverkehr muss sehr stark differenziert werden. Die Berufsschifffahrt, sei es Fischerei- oder auch Transportbereich, kann Sandbänke je nach Standort und Tideabhängigkeit des Fahrwassers nur bei Hochwasser passieren, wenn diese überflutet sind. Nur wenige Fahrwasser im Niedersächsischen Wattenmeer sind tideunabhängig. So ist das Fahrwasser Norddeich/Norderney dauerhaft zu befahren.

Hier kann es zur Konfrontation zwischen Seehunden im Haul-Out bei Niedrigwasser und dem Berufsverkehr kommen. Fähren fahren jedoch zielgerichtet mit gleichbleibender Geschwindigkeit an den Seehunden vorbei. Hier tritt ein Gewöhnungseffekt ein. Die Seehunde lernen durch dauerhafte Konditionierung, dass diese "Störung" nicht unmittelbar gefährlich ist (JOHN1984, DIETRICH & KOEPFF 1986, OTLEY 2005). FESTETICS (pers. Kommentar 2006) bezeichnet das reaktionsfreie Hinnehmen anthropogen verursachter Störereignisse als "Galapagos-Effekt". Bei der Vorbeifahrt sind Distanzen (vorbehaltlich der Windrichtung) von 80 bis 100 Meter möglich, ohne sichtbare Reaktionen der Tiere auf eine Störung hervorgerufen (eigene Beobachtung). BACH (1991) beschreibt, dass dem Gewöhnungseffekt Grenzen gesetzt sind. Trotz gleichförmigen Ablaufs von Annäherungen von Objekten können immer wieder Fluchten auftreten (DRESCHER 1979). Durch die Kamerabeobachtungen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstmalig beschrieben werden, wird deutlich, dass primär die Windrichtung und der daraus resultierende spezifische Reizzustand der Gruppe ursächlich für die Fluchtintensität sein kann.



Abbildung 4.2-6:

Ausreichende Distanz, gleichbleibende Geschwindigkeit und Fahrtrichtung maximal parallel zur Seehundbank sorgen nur für niedriges Störpotential

### Störungen durch Seehundausflugsfahrten

Die Störungen durch spezifische Ausflugsfahrten zu den Seehundbänken zu beschreiben, ist, ob veränderter Verhaltensweisen der Rudel in den letzten drei Jahrzehnten, fast nicht möglich. DIETRICH & KOEPFF (1986) dokumentieren Kopfheberaten bis zu 100 % bei Distanzen von über 200 Meter. HEIBEL & BROMISCH (2000) empfehlen in ihrer Untersuchung zur "Entwicklung von Leitlinien für Seehundausflugsfahrten im Niedersächsischen Wattenmeer" eine Distanz von mindestens 100 Meter.

Die Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer hat im Jahr 2006 Leitlinien entwickelt, um Nationalpark-Erlebnisfahrten zu zertifizieren. Ziel ist es, Anbieter dieser Fahrten zu sensibilisieren und sie als Nationalpark-Partner zu gewinnen. Sie beinhalten, dass: "Seehundbänke so angefahren werden, dass vom Schiff keine Beunruhigung der Tiere ausgeht: Anfahren und Passieren der Bänke nur mit angepasster Geschwindigkeit, an den Seehundbänken keine Durchsagen über Lautsprecher; Anweisung an Passagiere zur Einhaltung der Ruhe, Vermeidung von Wendemanövern direkt vor den Bänken". Hier gibt es keine Angabe zur Distanz, was z.T. sehr sinnvoll sein mag, da die natürlichen Gegebenheiten, wie die breite des Fahrwassers bzw. die Entfernung dieses Fahrwassers zur Seehundbank, Distanzvorgaben ad absurdum führen würden (s. Abbildung 4.2-7). Wie bereits bei den Fähren beschrieben (s.o.), ist bei den Seehunden ein Gewöhnungseffekt deutlich erkennbar. Auf der Ostspitze Norderneys sind Fahrten dokumentiert, die  $\geq 30$  Meter Distanz gehalten haben und keinen Störeffekt ausübten. Diese Fahrten sind allerdings eine seltene Ausnahme! Der Schiffsführer muss sehr erfahren sein und die Örtlichkeiten kennen, um optimal agieren zu können. Ein hohes Maß an Sensibilität für die Tiere ist Ba-

sisvoraussetzung für die gute Durchführung von Ausflugsfahrten. Bestmöglich sollte auch bei Transportfahrten, die nicht seehundspezifisch sind, kontrolliert werden, ob es Störungen anderer Art gegeben hat. Sollte dies der Fall sein, müssen bei nachfolgenden Fahrten höhere Distanzen zu den Tieren eingehalten werden.



Abbildung 4.2-7:  
Distanz zur Seehundbank zu halten ist hier unmöglich  
(Quelle: Martin Stromann, SKN)

Norderney Ostspitze ist aufgrund seiner exponierten Lage, der geringen Wahrscheinlichkeit des Überflutens und hoher Wahrscheinlichkeit Seehunde anzutreffen, ein äußerst beliebtes Ziel verschiedenster Reedereien. Oberste Priorität der Ausflugsfahrten sollte sein, Seehunde nicht zu stören. Zum einen aus biologischer Sicht, zum anderen aber auch aus wirtschaftlichem Interesse, um das Objekt seines Tuns nicht nachhaltig zu schädigen. Manchem Kapitän ist es jedoch wichtiger die Passagiere auf kürzeste Distanz heranzubringen (HEIBEL & BROMISCH 2000). Die Auswertungen des Kamerasystems Norderney haben drastische Unterschiede in der Durchführung der Fahrten bzw. der Qualität der Fahrten für das Rudel aufgetan. Nach Anfahrt in steilem Winkel auf die Gruppe und einer Vorbeifahrt mit minimierter Distanz < 30 Meter, werden Erläuterungen per Lautsprecher gegeben. Im direkten Bereich der Seehundbank wird gewendet und das Procedere erneut vollzogen. Die Geschwindigkeit wird direkt vor der Seehundbank gedrosselt. Teilweise lassen sich kleinere Ausflugsschiffe treiben. DIETRICH & KOEPFF (1986) beschreiben den Verlauf mehrerer Seehundfahrten in ähnlicher Weise. Die Leitlinien für Nationalpark-Erlebnisfahrten werden auch heute nur teilweise eingehalten. Die Fahrten werden bei nahezu jedem Wetter durchgeführt (s. Abbildung 4.2-8).





Abbildung 4.2-8:  
Erlebnisfahrt zu den Seehundbänken bei stürmischen Nordwestwinden

Bei westlicher Windrichtung und ohne vorangegangene Störung sind nach den Leitlinien durchgeführte Seehundfahrten als neutral bzgl. ihres Störpotentials anzusehen. Bei östlichen Winden bzw. einer Sensibilisierung der Gruppe durch vorangegangene Störungen, müssen die Fahrten modifiziert werden. Die Einhaltung höherer Distanzen und absolute Ruhe auf dem Schiff sind notwendig, um nicht störend zu wirken.



Abbildung 4.2-9:  
Negativ-Beispiele für Erlebnisfahrten, oben Kopfheberate 100 %, unten Kopfheberate 50 %

### Störungen durch Sportboote

Bootsverkehr hat einen schwerwiegenden Einfluss auf das Haul-Out-Verhalten von Seehunden. Er ist eine häufige Ursache für die Flucht vom Liegeplatz (ALLEN et al., 1984, LELLI & HARRIS, 2001). Nach einer störungsbedingten Flucht wird die Fläche nur langsam, z.T. nicht in ursprünglicher Gruppenstärke und manchmal überhaupt nicht mehr frequentiert

(ALLEN et al. 1984, JOHN 1984). In den meisten Fällen halten sich die Seehunde nach der Flucht in der Nähe ihres Liegeplatzes auf (RENOUF et al. 1981, SCHNEIDER & PAYNE 1983, JOHN 1984), da sie diese Fläche als wertvolle Ressource für ihr Ruhebedürfnis ansehen (NEUMANN 1999).

Der besonders schwerwiegende Einfluss der Sportboote hat mehrere Gründe: Die Anzahl der Sportboote ist sehr hoch. 1994 wurden an der Niedersächsischen Küste 5.184 Liegeplätze registriert (ABEL 1999). Im Jahr 2010 wird die Anzahl auf ca. 11.000 geschätzt (STENGEL pers. Kommentar 2010). Aufgrund ihres meist geringen Tiefgangs sind Sportboote in der Lage, auch bei Niedrigwasser in die Nähe der Seehundbänke zu kommen. Den Sportbootführern mangelt es an der notwendigen Kenntnis, wie sie sich in der Nähe von Seehundrudeln verhalten sollen. Das größte Problem ist jedoch das hohe Interesse, Seehunde aus der Nähe beobachten zu wollen (s. Abbildung 4.2-10). Der normale Sportbootverkehr verursacht keine sichtbaren bzw. geringe Störungen (s. Abbildung 4.2-11). Die Auswertungen der Kameradaten zeigen auf, dass selbst ein geringer Teil des gesamten Sportbootaufkommens durch Fehlverhalten schwerwiegendes Störpotential innehat. Segel setzen vor der Sandbank oder das direkte Anfahren der Gruppe lösten die Flucht der gesamten Gruppe aus. Motorboote hingegen, die mit weit über der im Wattenmeer gestatteten Geschwindigkeit von 8 Knoten in der Ruhezone, bzw. 16 Knoten im Fahrwasser der Zwischenzone des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer die Seehunde in einer Entfernung von ca. 200 Meter passierten, lösten keine sichtbare Reaktion aus.

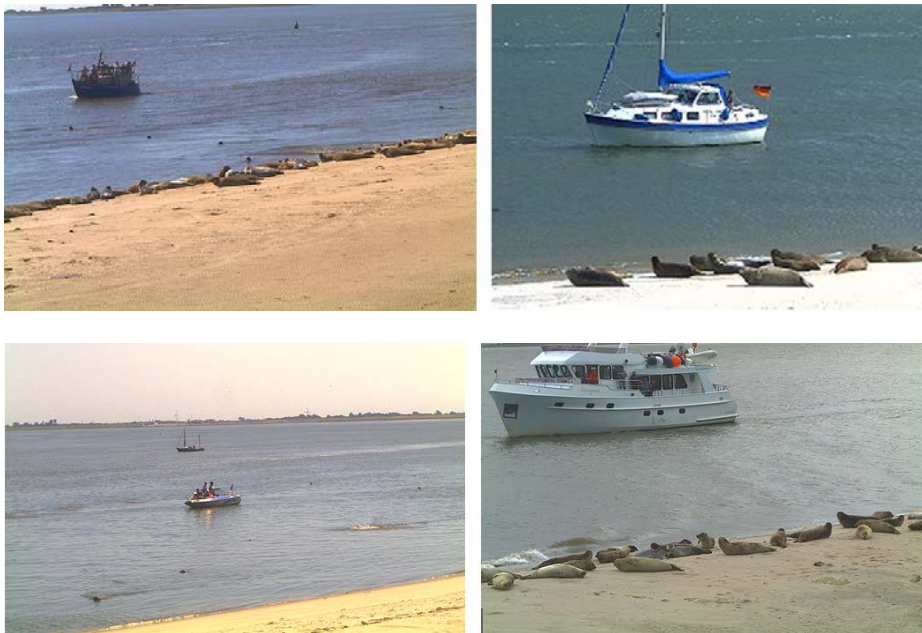


Abbildung 4.2-10:

Hohes Interesse am Seehund vergrößert Störpotential

Je nach Windrichtung oder Sensibilisierungsgrad durch vorangegangene Störungen, reagiert das Rudel different (links Ostwind = Teilflucht und Flucht, rechts Westwind = 100 % Kopfheberate)



Abbildung 4.2-11:  
Beispiele für Distanzen von Sportbooten zum Rudel, die keine sichtbare Reaktion hervorgerufen haben

Sollten sich Schiffe dauerhaft in der Nähe des Liegeplatzes aufhalten oder sich sogar dort trockenfallen lassen, hat dies eine massive dauerhafte Störung zur Folge (s. Abbildung 4.2-12).



Abbildung 4.2-12:  
Extremer Störfall, trockenfallen lassen und übernachten auf der Seehundbank

Es gilt zu berücksichtigen, dass Tiere, die sich im Wasser aufhalten, durch Kollisionen mit Schiffen verletzt werden können (RÜMLER 1986). Die Inaugenscheinnahme von Totfunden und die Ergebnisse der Sektionen der letzten 30 Jahre zeigen jedoch, dass die Häufigkeit dieser Verletzungen sehr selten ist.

### Störungen durch Kajakfahrer und Kanuten

Eine Gruppierung des Wassersports, die Störungen von Seeseite verursacht, wird gesondert betrachtet. Das Aufkommen von Kajak- und Kanufahrern im Wattenmeer nimmt stark zu. Die Tendenz wird ausschließlich durch die Auswertung der Kameradaten beschrieben. Es sind keine weiteren Daten zur Häufigkeit von Kanufahrern vorhanden. Ähnlich wie bei den Sportbootfahrten hält sich der Großteil dieser Gruppierung an die rechtlichen Vorgaben. Viele versuchen sogar offensichtlich, besonders große Entfernungen zu Seehundrudeln zu halten. Trotz dieses Zeichens von hoher Naturverbundenheit und Rücksichtnahme verursachen Kajakfahrer massive Reaktionen bei der Seehundgruppe, die in 92 % der Fälle in der Flucht der gesamten Gruppe endet. BACH (1991) paddelte im Rahmen seiner "Untersuchung anthropogen bedingter Störungen auf ein Seehundrudel" in Südschweden mit dem Kajak zu seinem Beobachtungsstandort. Er beschreibt sein eigenes Störpotential

als Paddler anfänglich als stark. Im Laufe der der Untersuchung sei ein Gewöhnungseffekt aufgetreten. Dieser kann durch ständige Wiederholung der Fahrten im gleichen Rhythmus entstanden sein. LELLI & HARRIS (2001) haben das Störpotential von Motorbooten und Paddelbooten im Golf von Maine beschrieben. Aus einem anthropogen verursachten Gesamtstörpotential mit Fluchtreaktion des gesamten Rudels verursachten zu 55 % der Fluchten Paddelboote und 11 % Motorboote. Die Frage, warum gerade diese Wasserfahrzeuge so heftige Reaktionen hervorrufen, kann nur hypothetisch beantwortet werden: Die Paddelboote nähern sich nahezu lautlos. Die Silhouette ist erst relativ spät und somit überraschender visuell erkennbar. Das könnte eine Schreckreaktion hervorrufen. Obwohl es im Wattenmeer noch nie Prädatoren gegeben hat, die für Seehunde eine potentielle Gefahr darstellen würden, könnte die Silhouette des Paddlers der Finne eines Schwertwals ähneln und aus ethologischer Sicht eine instinktive Reaktion hervorrufen. Zur Warnung bzw. Alarmierung anderen Gruppenmitglieder schlagen Seehunde, die sich im aquatischen Bereich aufhalten, mit dem Vorderflipper auf die Wasseroberfläche (JOHN 1984). Ein ähnlicher Laut kann beim "Einstechen" des Paddels in die kurzen Wellen des Wattenmeeres entstehen.

Kajakfahrer meiden hohe Dünung. Daraus resultiert, dass sie sich vornehmlich im Wattbereich und bei Niedrigwasser in den befahrbaren Prielen aufhalten. Durch den minimalen Tiefgang sind sie dazu in der Lage, die entlegensten Bereiche zu erschließen. Die Auswertung der Kamera-Daten zeigt deutlich: Kajakfahrer provozieren die stärksten Reaktionen bei den Seehunden. Diese Reaktionen beginnen bei Distanzen von über 400 Meter, in denen andere potentielle Störfaktoren nicht ansatzweise sichtbare Reaktionen hervorrufen (s. Abbildung 4.2-13).

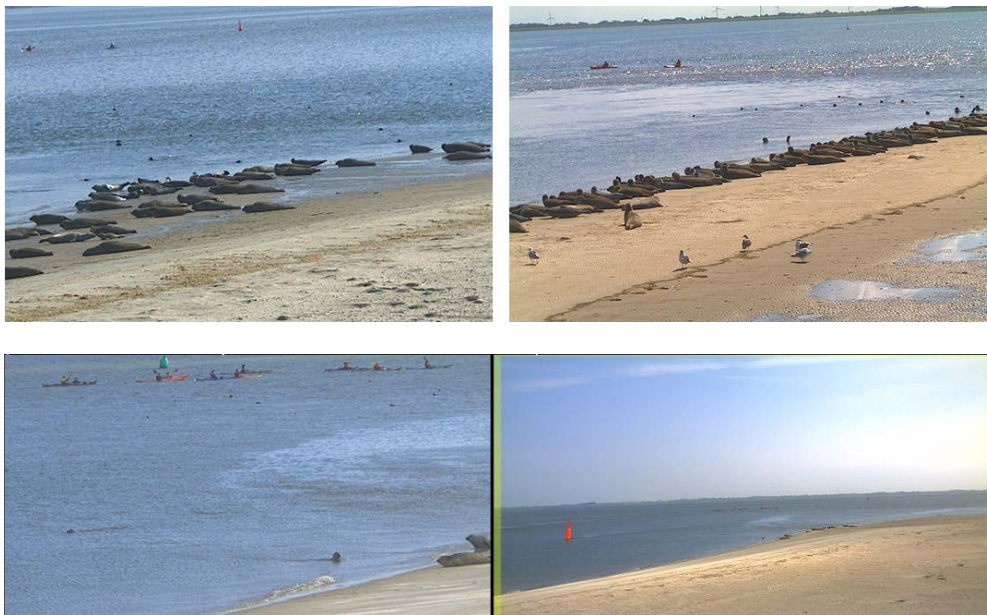


Abbildung 4.2-13:  
Kajakfahrer und Kanuten verursachen auch auf große Distanz massive Reaktionen des Seehundrudels

Die Störungen von der Seeseite sind teilweise für den gesamten Bereich des Wattenmeeres übertragbar. In Abhängigkeit von Schiffsgröße, respektive Tiefgang des Wasserfahrzeuges und Gezeitenphase wird das gesamte Untersuchungsgebiet frequentiert.

Über eine Gruppierung können keine Aussagen getroffen werden, da sie an der Ostspitze Norderneys noch nicht in Erscheinung getreten ist. Vermutlich ist oder wird das Kite-

Surfen, das Fehlverhalten des Surfers vorausgesetzt, schwerwiegende Störungen im Bereich des Wattenmeeres verursachen. Die Kombination von großen "Flugdrachen" und hoher Geschwindigkeit bei hoher optischer Reichweite durch die Höhe des "Segels", verursachen ein schwerwiegendes Störpotential für die Avifauna des Wattenmeeres (SÜDBECK NLPV pers. Kommentar 2009). Auswirkungen auf Seehunde und Kegelrobben sind nicht abzuschätzen.



Abbildung 4.2-14:  
Kite-Surfen - ein noch nicht abzuschätzendes Störpotential

### Störung von Landseite und Wattwanderer

Der Standort der Kamera auf der Insel Norderney generiert keine für das Wattenmeer übertragbaren Daten. Die Frequenz an Gästen ist überdimensional hoch. Die Daten sind allerdings sehr wohl übertragbar auf weitere Liegeflächen von Seehunden auf anderen Inseln.

REIJNDERS beschreibt, dass nach der Flucht vor Wattwanderern nur 8 % der untersuchten Seehundrudel auf die identische Liegefläche zurückkehren. Die Daten des Kamera-Systems zeigen für diesen spezifischen Ort eine differente Situation. Wattwanderer frequentieren den untersuchten Bereich nicht. Die Route für Wattquerungen per pedes verläuft westlich dieses Bereichs. Das Seehundrudel wird jedoch von Landseite täglich so gestört, dass sichtbare Reaktionen erkennbar sind. Die durchschnittliche Störintensität, die eine sichtbare Reaktion des Rudels hervorruft, liegt bei 5 Störfällen pro Tag. Bei gutem Wetter steigt die Zahl der Störfälle überdurchschnittlich. Bei schlechtem Wetter ist die Störintensität reduziert. Ein Großteil der Besucher hält sich an die Vorgaben und verbleibt hinter dem Zaun zur Ruhezone (s. Abbildung 4.2-15). Durchschnittlich 3 Mal pro Woche wird die Ruhezone betreten, um zu fotografieren (s. Abbildung 4.2-16), was je nach Windrichtung und Sensibilisierung des Rudels zu 90 % mit Flucht quittiert wird. Störfaktoren, die keine sichtbare Reaktion des Rudels provoziert haben (s. Abbildung 4.2-17), konnten nicht dokumentiert werden. Unter der Berücksichtigung der besonderen Ausschilderung bzw. Information wie: Nationalpark-Informationstafel, VSG-Schild und Informationsschild der Seehundstation Nationalpark-Haus, das Aufklärungs-Information zum Forschungsprojekt "Robbencam" und der Live-Übertragung beinhaltet, ist davon auszugehen, dass ohne diese Hinweise die Sandbank noch häufiger betreten würde. Bei Ostwind frequentiert das Rudel die Liegefläche östlich des Fahrwassers (s.o.). Die Umsetzung auf die Ausweichmöglichkeit ist nach einer Störung bei Niedrigwasser bei allen Windrichtungen zu beobachten. Sobald die Alternativfläche überspült wird, kehrt das Rudel auf die Ostspitze Norderneys zurück.



Abbildung 4.2-15:  
Der Zaun der Ruhezone wird respektiert, trotz Unruhe flüchten die Tiere nicht.



Abbildung 4.2-16:  
Im Sommer alltäglich, Fotografieren in der Ruhezone, bzw. im Vogelschutzgebiet



Abbildung 4.2-17:  
Selten, Hobbyforscher pirschen sich an und verlassen das VSG für die Seehunde störungsfrei



Abbildung 4.2-18:  
Störung bei Niedrigwasser, das Rudel wechselt auf die Liegefläche östlich des Fahrwassers

### Beispiel einer außergewöhnlichen Störung



Abbildung 4.2-19:  
Außergewöhnliche Störung - nach Anrobben, Sprint und Versuch mit einem Hechtsprung einen Seehund zu fangen

### Störungen aus der Luft

Das Kamera-System ist nicht in der Lage, jeden Störfaktor aufzuzeichnen. Anhand der Reaktion und der Richtung, in die das Rudel sichert, kann teilweise zwischen terrestrischer Störung und Störung aus der Luft differenziert werden. Ein einziges Mal konnte der Schatten eines tieffliegenden Flugzeugs aufgezeichnet werden. Störungen durch den Überschallknall militärischer Flugzeuge wurden seit 2008 ebenfalls dokumentiert. Ab diesem Jahr ist ein neues Kamera-System mit Mikrophon und Ton-Übertragung in Betrieb. Beide Störereignisse hatten die Flucht des gesamten Rudels zur Folge.

### Meteorologische Sonderstörungen

Starke Sommergewitter haben, bedingt durch hohe Windgeschwindigkeiten einen Effekt, der im Kapitel 2.5.2 beschrieben wird. Additiv kommen visuelle Reize durch Blitze und akustische Reize durch den entsprechenden Donner hinzu. Bei Gewitter verlässt das Rudel die Sandbank und verbleibt im aquatischen Bereich. Ob diese Verhaltensweise durch o.g. Reize verursacht wird oder die Seehunde instinktiv der erhöhten Gefahr des Blitzeinschlags auf den höher liegenden Flächen zu entgehen versuchen, ist nicht feststellbar.

### Steigerung der Effektivität von Störpotentialen durch Vergesellschaftung

Ethologische Wechselbeziehungen zu See- und Küstenvögeln (Bsp. Austernfischer und Eiderenten, eigene Beobachtung Kamera Norderney, s. Abbildung 4.2-20) können kontraproduktiv zum Ruhebedürfnis der Seehunde wirken. Diese haben meist eine sehr geringe Reizschwelle, flüchten also bereits bei einer hohen Distanz zur Störquelle (VOGEL & NORDHEIM 1995). Die Flucht der Vögel animiert die Seehunde, reflexartig die Liegefläche zu verlassen. Meist wird kurz vor dem Verlassen der Fläche gesichert. Nach der Prüfung der Störquelle reduziert sich entweder das Unruhepotential oder die Störquelle erscheint bedrohlich genug, um ebenfalls zu flüchten. Die Vergesellschaftung mit Kegelrobben hat keine Veränderung der Reaktion auf Störungen gezeigt.



Abbildung 4.2-20:  
Liegegemeinschaft mit Eiderenten



Abbildung 4.2-21:  
Vergesellschaftung von Seehund und Kegelrobbe

### Resümee Störungen

Aufgrund der nicht belastbaren Daten aus Zählflügen kann die Entstehung von Heulern, die direkt durch Einzelstörereignisse provoziert wären, nicht nachgewiesen werden. Die Daten des Kamera-Systems sind aufgrund des Standorts (keine Geburten, keine Mutter-Jungtiervverbände mit Juvenilen < 10 Tagen) ebenfalls nicht belastbar. Es ist notwendig, ein Monitoring der relevanten Gruppen zu entwickeln, um die Hypothese der Trennung durch ein Störereignis zu untersuchen. Der Verfasser stellt zudem folgende Hypothese auf:  $H_{\text{Störungen}}$ : Weniger die einzelne Störung, sondern die Summe der Störungen scheint der maßgeblich relevante Faktor für anthropogen verursachte Heuler zu sein. Um diese Hypothese zu verifizieren bzw. falsifizieren, bedarf es intensiven Monitorings an den Geburtsstätten der Seehunde.



### 4.3 Explorative Datenanalyse

Für die Entwicklung eines statistischen Modells standen empirisch gewonnene Daten zur Verfügung. Eine schließende Statistik, wie bei Daten aus randomisiertem Versuchsaufbau möglich wäre, ist daher hier nicht anwendbar. Die Ergebnisse sind im Sinne einer explorativen Datenanalyse zu interpretieren. Die tägliche Anzahl der Heulerfunde wurde durch unabhängige erklärende Variablen (s. Kapitel 2.3.5.2 und 2.5.2 bis 2.5.3) in einem generalisierten linearen Modell beschrieben, die unterstellte Linearität der Zusammenhänge wurde untersucht (s. Kapitel 2.5.1 und Kapitel 3.3).

Besonders zu berücksichtigen ist, dass die Funddaten von Heulern nicht die Heuler-Entstehungsdaten sind! Zeitpunkt und Ort der Separation von Jung- und Muttertier sind unbekannt. Es wurde versucht, den zeitlichen Versatz zwischen Heulerentstehung und Heulerfund durch entsprechende Parametrisierung der erklärenden Variablen zu berücksichtigen. Das durch schrittweises Einfügen der erklärenden unabhängigen Variablen gefundene generalisierte lineare Modell (s. Anhang 27) wird hier diskutiert. Anthropogene Störungen als vermuteter Grund für die Entstehung von Heulern konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht parametrisiert werden. Die Ergebnisse der Kamerabeobachtung (s. Kapitel 2.8 und 3.2) zeigen, dass hier noch erhebliches Potential zur Aufklärung der Heulerfunde besteht (vgl. Kapitel 4.2).

#### 4.3.1 Funddaten

Die Funddaten aus den Jahren 1988 bis 2008 standen zur Analyse zur Verfügung. Die Fundorte sind dabei auf Inselbereiche und Festlandsküste beschränkt, da in den Bereichen des Wattenmeeres keine Heuler als Fund aufgenommen werden. Eine komplette Erfassung aller Heuler ist damit nicht zwingend gegeben.

Die in Kapitel 2.1 dargestellte Heterogenität des Untersuchungsgebietes und die in Kapitel 3.4 beschriebene mögliche und wahrscheinliche Verdriftung der Heuler zwischen dem Zeitpunkt der Trennung vom Muttertier bis zum Fundzeitpunkt lässt sich nicht direkt im Modell erfassen. Es wurde versucht, den Mangel an Erklärungsmöglichkeiten für diesen Prozess durch entsprechende Definition der unabhängigen Variablen zumindest teilweise auszugleichen (s. Kapitel 2.3.5.2, 2.5.2 und 2.5.3). Solche Jungtiere, die in der zweiten Julihälfte der Untersuchungsjahre gefunden und eingeliefert wurden, können bereits die Selbständigkeit erreicht haben und nur durch schlechte physische Konstitution und parasitären Befall nicht in der Lage gewesen sein, selbständig im Wattenmeer zu bestehen.

Es konnte in der vorliegenden explorativen Datenanalyse nicht berücksichtigt werden, inwieweit derzeit nicht quantifizierbare Störungen anthropogenen Ursprungs zumindest prädisponierend an dem Prozess beteiligt sind (s. unten zum Punkt "Störungen").

#### 4.3.2 Parameter

Die heulerspezifischen Daten Alter und Gesundheitsstatus und die hohe Wahrscheinlichkeit, einen Heuler im intensiv frequentierten Insel- und Küstenbereich zeitnah zu finden, waren die Basis für die Annahme, dass der Zeitraum "Trennung bis Fund" relativ kurz zu definieren ist. Somit wurden stets 3 Tage als "lag" gewählt.

Es wurde ein linearer Zusammenhang zwischen abhängiger Variable und unabhängigen erklärenden Variablen modelliert. Dies erscheint unter den in Kapitel 3.3.1 dargestellten Ergebnisse angebracht. Es ist anzustreben, durch weitere Untersuchungen den Zusammenhang zwischen Umweltparametern und Fundereignissen weiter zu analysieren. Im Rahmen dieser Arbeit konnte jedoch bereits ein signifikanter statistischer Zusammenhang zu verschiedenen Variablen nachgewiesen werden, die der Beschreibung einzelner Umweltparameter dienen (s. Kapitel 3.3.2). Dies wird im folgenden Text diskutiert.

### Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit ging als erster Parameter in Form der Variablen <wimn> in das gefundene Modell ein (s. Kapitel 3.3.2). Die gefundene starke positive Beziehung zur Anzahl der Heulerfunde lässt sich vor dem Hintergrund von zwei wichtigen Umweltfaktoren interpretieren, die entsprechend früher gefundener Erkenntnisse für die Entstehung von Heulern relevant sind:

Je stärker der Wind, desto mehr wird die Möglichkeit der akustischen Kontaktaufnahme zwischen Jungtier und Muttertier reduziert. REIMAN et al. haben 1993 beschrieben, dass der Kontaktruf des Jungtieres bei guten Witterungsbedingungen, d.h. geringe Windgeschwindigkeiten, bei einer Frequenz von 0,5 kHz und einer Lautstärke von 90 dB bis zu 140 Meter Entfernung für die Mutter wahrnehmbar ist. Bei gleicher Frequenz und einer Lautstärke von 70 dB reduziert sich die Wahrnehmungsmöglichkeit auf  $\leq 20$  Meter. Zusätzlich reduziert sich mit zunehmender Windgeschwindigkeit die Reichweite der Schallwellen entgegengesetzt der Windrichtung extrem. Bei orkanartigem Wind kann sich die Reichweite des Rufes auf weniger als 10 Meter verringern.

Einhergehend mit höheren Windgeschwindigkeiten baut sich die Windsee, durch Wind erzeugter Wellengang, auf. Die Lautstärke des Rauschens des Wassers bzw. der brechenden Wellen überlagert den Kontaktruf des Jungtieres zusätzlich. Die Windgeschwindigkeit ist der einzige Parameter, der für den gesamten Untersuchungszeitraum bei Repräsentanz für das gesamte, heterogene Untersuchungsgebiet zur Beschreibung dieser Wellenbildung und der daraus resultierenden Lautstärke zur Verfügung stand.

Auch wenn Jungtiere schwimmen können, muss unter Berücksichtigung der Kombination der Faktoren Windgeschwindigkeit, Wellengang und Strömung angenommen werden, dass sie relativ schnell in Lee zum Muttertier verdriften. BONESS et al. (1992) haben auf Sable Island, Kanada, 76 Jungtiere farblich markiert. Bei 35 Mutter-Jungtierverbänden kam es zu einer Separation. 68 % dieser Trennungen wurden während eines Sturmes bzw. am Tag danach beobachtet. Sieben Jungtiere konnten lokalisiert werden. Im Durchschnitt wurden diese Tiere 4,9 km vom Ort der Trennung aufgefunden. Es wurde mehrfach beobachtet, dass Jungtiere unkontrolliert an der Oberfläche durch Wind und Wellen verdrifteten. Ein Tier driftete innerhalb eines Zeitraums von 20 Minuten 500 Meter ab. Die Muttertiere suchten in einer Entfernung von maximal 200 Meter nach ihrem Jungtier. Ein Muttertier wurde beobachtet, das ca. 15 bis 20 Meter an seinem Jungtier vorbeischwamm, ohne dessen Rufen akustisch wahrnehmen und erkennen zu können. Es muss berücksichtigt werden, dass die Tiere im Rahmen dieser zitierten Untersuchung mehrfach gefangen wurden. Eine solche Vorgehensweise erhöht die Disposition der Jungtiere, auch durch diese Störfaktoren zum Heuler zu werden.

Bei dem von BONESS et al. (1992) untersuchten Gebiet handelt es sich um ein tideabhängiges Habitat. Eine Vergleichbarkeit mit den Verhältnissen im Niedersächsischen Wattenmeer kann angenommen werden. Der modellierte positive lineare Zusammenhang zwi-

schen Heulerfunden und mittlerer Windstärke erscheint vor diesem Hintergrund plausibel und entspricht der in Kapitel 2.5 formulierten Hypothese.

### Sonnenscheindauer

Eine höhere Sonnenscheindauer kann als indirekter Indikator für gute Wetterlagen interpretiert werden. Häufig sind Schönwetterlagen bei stabilem Ostwind mit geringen bis mäßigen Windgeschwindigkeiten zu verzeichnen. Niedrige Tidehochwasser und geringer Wellengang sind einhergehend. Der Parameter Sonnenscheindauer <sonne> geht negativ signifikant in das Modell zur statistischen Erklärung der Heulerfunde ein. Die zweidimensionale Darstellung der Beziehung spiegelt einen klaren negativen linearen Zusammenhang der Sonnenscheindauer zur Anzahl der Heulerfunde wider (s. Kapitel 3.3.1). Die Untersuchung der Parameter auf Linearität zeigte zudem, dass die Sonnenscheindauer zur Beschreibung extrem niedriger oder hoher Fundzahlen herangezogen werden kann, welche im Sinne der Linearität anderer Parameter auffällig waren.

Der modellierte negative lineare Zusammenhang zwischen Heulerfunden und Sonnenscheindauer (s. Kapitel 3.3.2) erscheint plausibel und entspricht der in Kapitel 2.5 formulierten Hypothese.

### Windrichtung

Die Windrichtung <wiri> geht als dritte Variable signifikant in das Modell zur statistischen Erklärung der Heulerfunde ein (s. Kapitel 3.3.2). Wie in Kapitel 2.5.2 (Material und Methoden) dargelegt, führen häufige Winde aus Nord-West zur längeren Überspülung der Seehundliegeplätze und zu höherem Wellengang im Untersuchungsgebiet. Der gefundene positive Zusammenhang zwischen Windrichtung <wiri> und Heulerfunden erscheint insbesondere unter Einbeziehung der Ergebnisse von BONESS et al. (1992) plausibel. Die zeitliche Auflösung von stündlichen Werten erscheint ausreichend, die räumliche Repräsentanz für das gesamte Untersuchungsgebiet bleibt zu untersuchen, was im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnte.

Die wirkliche Windrichtung am Fundort ist unbekannt, da die Daten für die Windrichtung nur für eine Stelle im Untersuchungsgebiet, Standort Norderney, zur Verfügung standen. Die Windrichtung sollte jedoch (s. Kapitel 2.5.2) aussagekräftig für die Großwetterlagen im gesamten Untersuchungsgebiet sein. Diese Annahme sollte durch Untersuchungen mit Daten von zusätzlichen Messungen im Untersuchungsgebiet verifiziert werden. Solche weitergehenden Untersuchungen waren im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht möglich.

Da der Zeitpunkt der Heulerentstehung unbekannt ist, kann die Beschreibung über eine Periode von 3 Tagen nur eine Annäherung für eventuelle Verdriftungen zwischen Heulerentstehung und Heulerfund sein. Der gefundene positive lineare Zusammenhang (s. Kapitel 3.3.2) deutet jedoch auf eine ausreichend genaue Beschreibung dieses Umwelt- und Einflussfaktors durch die Variable <wiri> hin.

Eine Verknüpfung von <wiri> mit dem Parameter Windstärke <wimn> im Sinne eines kombinierten Parameters zur Beschreibung der Wellenbildung erscheint sinnvoll, da höhere Windgeschwindigkeiten aus nordwestlichen Windrichtungen zu höherem Wellengang führen. Das mittlere Tidehochwasser erhöht sich durch den höheren Wellengang und die vom Wind beeinflusste Gesamtwassermasse. Besonders bei langanhaltenden nordwestlichen

Winden sind hohe Tidehochwasser zu beobachten. Momentan ist der Wellengang bzw. die Wellenhöhe nicht direkt erfass- und beschreibbar. Kombiniert mit dem Parameter maximales Tidehochwasser <tidemx> erscheint eine realistischere Modellierung des Wellenganges und der Tidehöhe grundsätzlich möglich. Die Entwicklung eines entsprechenden Modells oder die Definition und der Test entsprechender kombinierter Variablen könnte wertvolle Erkenntnisse über die zu Grunde liegende Dynamik der Wellenbildung und Dauer der Überflutung liefern. Eine solche Untersuchung hätte jedoch den Rahmen dieser Arbeit gesprengt.

Bei ablandigen Windrichtungen wird das Wasser aus dem Wattenmeer herausgedrückt. Besonders niedrige Tidehochwasser resultieren aus langanhaltenden süd- bis südöstlichen Winden. Bei niedrigen Werten von <wiri> können daher länger frei liegende Sandbänke und ruhigere Wind- und Wellenbedingung im Untersuchungsgebiet erwartet werden.

Der Einzug des Parameters <wiri> ins statistische Modell (s. Kapitel 3.3.2) zeigt, dass der definierte Parameter zumindest teilweise zur Aufklärung der Streuung der Heulerfunde beiträgt. Hierfür spricht auch die Beobachtung in Kapitel 3.3.1, wonach Extremereignisse im Zusammenhang mit der Linearitätsuntersuchung anderer Parameter durch entsprechende Werte von <wiri> erklärt werden können.

### Jungtierpopulation

Basis für die Modellierung der Jungtierpopulation waren die jährlich mehrfach durchgeführten Zählflüge. Drei mögliche Fehlerquellen bei diesen Zählungen müssen hier erwähnt werden: Erstens ist die okulare Ansprache nach Altersstufen schwierig, wie bereits in den Kapiteln 2.3.1, 2.8.1 und 3.1.5 beschrieben wurde. Zweitens können Störungen während oder kurz vor der Flugzählung nicht immer erfasst und in der Erhebung berücksichtigt werden, wie die Gegenüberstellung von Flugzählungsergebnissen und Kamerabeobachtungen der Ostspitze Norderneys zeigen (s. Kapitel 3.1.5). Drittens kann der Anteil derjenigen Seehunde, die sich zum Zählzeitpunkt im aquatischen Milieu befinden, stark variieren (ORTHMANN 2000, ABT 2002).

Der durch Flugzählung ermittelte Anteil der Jungtiere an der Gesamtpopulation und deren Bestandszahlen kommen daher einer Schätzung gleich. Dennoch ist diese Art der Populationsermittlung derzeit die einzige zur Verfügung stehende Möglichkeit des Monitorings. Hier zeigt sich die Notwendigkeit eines verstärkten Einsatzes von Kameras zur stichprobenartigen und repräsentativen Erfassung der Seehundpopulation.

Die Anpassung eines Populationsmodells ist ein weiterer Ursprung von Unsicherheiten der Schätzung im Rahmen dieser Arbeit. Der gewählte Ansatz einer fachlich fundierten okularen Anpassung einer Wachstumskurve an das durch Flugzählungen und Heulerfunde zur Verfügung stehende Datenmaterial wurde bewusst einfach gehalten. Weitere Arbeiten in dieser Richtung scheinen erstrebenswert, sollten sich aber nach Möglichkeit auf eine belastbarere Datenbasis stützen.

Die Variable <bis\_2Wo> wurde aus den jährlich angepassten Wachstumskurven für die Gesamtpopulation ermittelt. Eine genaue zeitliche oder räumliche Diversifikation scheint aus den bereits aufgeführten Gründen unrealistisch.

Die in der Seehundstation ermittelten durchschnittlichen Alter der gefundenen Heuler lagen zum größten Teil zwischen 1-2 und 14 Tagen, der durchschnittliche Median des Alters bei Einlieferung betrug 6,3 Tage (s. Kapitel 3.1.4). Die Begrenzung der Variablen zur Be-

schreibung der Jungtierpopulation auf ein Alter von bis zu 2 Wochen erscheint daher plausibel.

Die gefundene lineare positive Beziehung zwischen Heulerfunden und <bis\_2Wo> (s. Kapitel 3.3.1 und Kapitel 3.3.2) kann als Indiz für die Richtigkeit der getroffenen Annahmen gelten. Dennoch besteht im gesamten Prozess der Ableitung dieser Variable zur Beschreibung der Jungtierpopulation noch erheblicher Bedarf zur Verbesserung von Datenbasis und Modellierung, wie oben beschrieben.

### Maximales Tidehochwasser

Das Relief des Wattenmeeres im Untersuchungsgebiet bedingt, dass bei länger anhaltenden maximalen Tidehochwasserphasen die Liegeflächen überproportional lang überflutet werden, wie sie insbesondere von Mutter- Jungtiervänden frequentiert werden. Die Zeiträume, welche den Tieren zur Befriedigung ihres Ruhebedürfnisses und zur Laktation zur Verfügung stehen, sind dementsprechend bei höheren Tiden kürzer. Die Energiebilanz des einzelnen Jungtieres wird in dieser Phase zudem durch längere Phasen der aktiven Bewegung im Wasser belastet.

Die Variable <tidemx> beschreibt die maximale Tide in einem Zeitraum von drei Tagen vor jedem Heulerfund. Der gefundene lineare positive Zusammenhang dieser Variable zur Anzahl der täglich gefundenen Heuler (s. Kapitel 3.3.1) und die Integration in das ermittelte generalisierte lineare Modell (s. Kapitel 3.3.2) sprechen für eine aussagekräftige Beschreibung dieses relevanten Umweltfaktors durch die Variable. Auch die potentiell verstärkte Wellenbildung bei höheren Tiden, wie sie bereits im Zusammenhang mit der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit diskutiert wurden, spricht für die Plausibilität der gewählten Parametrisierung.

Eine genauere Beschreibung von Lage, Dauer und Störungsfreiheit der zur Verfügung stehenden Ruheplätze im Sinne einer modifizierten Habitatanalyse könnte vor allem in Verbindung mit räumlich höher aufgelösten Daten zur Tidehöhe wertvolle Erkenntnisse zum Potential des Habitats liefern. Dies war jedoch im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht umsetzbar.

### Niederschlag

Die Niederschlagshöhe ist ein indirekter Indikator für schlechte Wetterlagen. Entsprechend den im Zusammenhang mit der Variable <sonne> zur Sonnenscheindauer oben gemachten Aussagen ist der für <nieder> gefundene positive lineare Zusammenhang (s. Kapitel 3.3.1) im Zusammenhang mit der Integration dieser Variable in das ermittelte generalisierte lineare Modell (s. Kapitel 3.3.2) plausibel. Eine direkte und zeitlich sowie vor allem räumlich differenzierte genauere Beschreibung der Wetterlage und des Wellenganges, die einen im Sinne der Kausalität direkteren Zusammenhang mit der Heulerentstehung vermuten lassen, ist wünschenswert. Dies ist jedoch aus den im Abschnitt zur Windrichtung bereits genannten Gründen derzeit nicht realistisch. Die Beschreibung der Wettersituation auch durch <nieder> und die Einbeziehung ins Modell zur Entstehung von Heulerfunden (s. Kapitel 3.3.2) erscheint daher plausibel.

### Luft- und Wassertemperatur

Die Temperatur hat nur im Winter aus energieeffizienten Erwägungen des Individuums eine Bedeutung für den Haul-Out (HART et al. 1959, JOHN 1984). Wasser- und Lufttemperatur wurden aus Gründen der Datenverfügbarkeit (s. Kapitel 2.5.2) und im Falle der Lufttemperatur zusätzlich wegen nicht-linearen Zusammenhangs zur Anzahl der Heulerfunde (s. Kapitel 3.3.1) nicht zur Modellierung herangezogen.

### Störungen

Wie in Kapitel 4.2.1 ausgeführt, gibt es derzeit keine Möglichkeit zur Quantifizierung von anthropogenen Störungen für das Untersuchungsgebiet. Einer von ABT (2008) erstellten Hypothese folgend, wurde ein Wochentageffekt im Rahmen der explorativen Datenanalyse überprüft. Weder die Variable <wochentg> noch die abgeleitete Variable <week> (s. Kapitel 2.6.1) gingen in das generalisierte lineare Modell ein (s. Kapitel 3.3.2). Dass kein signifikanter Zusammenhang in der vorliegenden Datenanalyse gefunden wurde, ist eine Tatsache, die nicht ausreicht, um die Hypothese von ABT (2008) grundsätzlich zu verwerfen. Auch er hat für den Zeitraum 2003 bis 2007 jedoch keinen Wochentageffekt berechnen können. Wie oben beschrieben, ist die räumliche und vor allem zeitliche Differenz zwischen Heulerentstehung und -fund derzeit nicht beschreibbar. Hier kann nur ein stichprobenartiges Dauermonitoring in Nähe zum Entstehungsort der Heuler Aufklärung bringen (s. Kapitel 4.2.1).

Ferienzeiten wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht zur Parametrisierung der Störungen herangezogen. Wie bereits in Kapitel 2.6.1 beschrieben, liegt die Hauptferienzeit im Sommer jedoch zumeist nach der Geburten- und Aufzuchtphase der Seehunde.

### **4.3.3 Gesamtmodell**

Wegen der hohen Korrelationen zwischen den Parametern ist in jedem Fall eine Überparametrisierung zu vermeiden. Daher wurde bei der Modellbildung das Integrieren von mehreren Variablen einer Parametergruppe ausgeschlossen (vgl. Kapitel 2.5.1). Jeder neu ins Modell aufgenommene Parameter musste zudem signifikant im Sinne des Wald-Tests sein und sein Schätzwert musste ein der unterstellten Hypothese entsprechendes Vorzeichen aufweisen. Das gefundene Modell (s. Kapitel 3.3.2) erklärt auf plausible Weise die tägliche Anzahl von Heulerfunden durch die 6 unabhängigen erklärenden Variablen <wimn>, <sonne>, <wiri>, <bis\_2Wo>, <tidemx> und <nieder>.

Das Modell kann zeigen, welche Parameter die Anzahl von Heulerfunden statistisch erklären können, es kann aber nicht zur Prognose zukünftiger Fundereignisse eingesetzt werden. Es werden lediglich statistische Zusammenhänge im Sinne einer explorativen Datenanalyse beschrieben. Eine Modellierung der zugrundeliegenden Prozesse findet nicht statt. Das entwickelte Modell gilt im engeren Sinne nur für Funde von Heulern, nicht für die Entstehung von Heulern bzw. die Umstände der Trennung.

Die örtliche und zeitliche Diskrepanz (lag) zwischen Entstehung und Fund lässt grundsätzlich ein niedriges Erklärungspotential der Variablen erwarten. Dennoch konnte ein Modell für die Erklärung der Heulerfunde gefunden werden, das 6 der definierten Variablen integriert. Diese gehen mit plausiblen Vorzeichen signifikant in das Modell ein! Die Definition der Variablen als Beschreibung voneinander unabhängiger Faktoren - Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer, Windrichtung, Jungtierpopulation, maximales Tidehochwasser und Niederschlagshöhe (s. Kapitel 3.3.2) - verhindert eine Überparametrisierung und In-

teraktionen zwischen den Parametern. Letztere würden eine direkte Interpretation des Modells erschweren. Die in Kapitel 3.3.1 dargestellten Untersuchungen zur Linearität der verwendeten Parameter hat gezeigt, dass die Streuung der Heulerfundanzahl nicht vollständig durch einen Parameter erklärt werden kann. Die Kombination der gefundenen Erklärungsmöglichkeiten im Gesamtmodell (s. Kapitel 3.3.2) erscheint somit plausibel.

#### 4.3.4 Weitere Hypothesen zur Entstehung von Heulern

##### Zwillingsgeburten

In den Anfängen der Seehundforschung wurde die Hypothese aufgestellt, dass ein Heuler ein Zwilling sei, dem seine Mutter nicht folgen könne, da sie sich nur um ein Jungtier kümmern könne (MOHR 1952). Diese Einschätzung basierte allein auf einer einmaligen Beobachtung in den Tiergrotten Bremerhaven. WIPPER (1974) hingegen beobachtete 1971 und 1972 je ein Zwillingspärchen, die von der Mutter intensiv betreut und geführt wurden. Die Voraussetzung bei Zwillingen ist, wie im Übrigen bei allen Jungtieren, dass das Tauch- und Schwimmvermögen der Jungtiere genügend ausgeprägt ist (WIPPER 1974). Der Brutpflegekontakt ist sehr intensiv. Jungtiere werden nahezu durchgehend von der Mutter geführt. Nur in seltensten Fällen wird ein Jungtier abgelegt (WIPPER 1974). Eine einzigartige Bestätigung dieses Faktors ist im Rahmen einer satellitentelemetrischen Untersuchung des Projekts "MINOS" im Jahr 2005 eher zufällig entstanden: LIEBSCH hat ein Tauchprofil eines hochtragenden Seehundes erstellt (s. Abbildung 4.3-1). Deutlich ist zu erkennen, dass sowohl die Tauchtiefen, als auch die Dauer der Tauchgänge des Weibchens sich ab dem 05. Juni, dem Geburtstag des Jungtieres drastisch reduzieren.

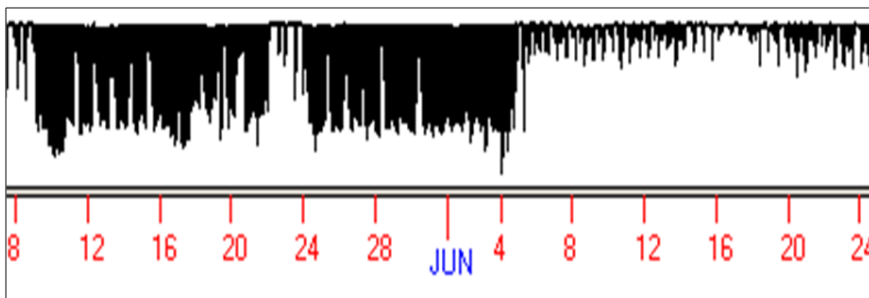


Abbildung 4.3-1:  
Tauchprofil eines weiblichen Seehunds (Liebsch, Projekt MINOS)  
(Quelle: BORCHARDT, Vortrag 2006, Nationalparkamt Tönning, S.-H.)

Auch RÜMPLER (1979) hat bei Flugzählungen 1976 bis 1978 insgesamt drei Zwillingsgeburten beobachtet, weniger als 1 % der Gesamtgeburten in diesem Zeitraum. Alle seien gemeinsam aufgewachsen.

Die Datengrundlage, um diese Hypothese zu untersuchen, basiert auch in der vorliegenden Arbeit auf den Ergebnissen der Seehundzählflüge. Die Seehundzähler haben nicht explizit die Aufgabe, nach Zwillingen zu "suchen", dokumentieren aber, wenn ein Muttertier mit zwei Jungtieren gesichtet wurde. Wie bei den anderen Untersuchungen auch, sind die Ergebnisse der Zählflüge nur eine kleine Stichprobe der realen Situation. Es wäre möglich, dass Zwillinge geboren würden, jedoch zum Zeitpunkt des Zählflugs bereits ein Zwilling vom Muttertier getrennt ist. Genauso wäre es möglich, dass ein suchender Heuler sich bei einem Muttertier, das nur ein Jungtier führt, zum Zeitpunkt des Zählflugs aufhält.



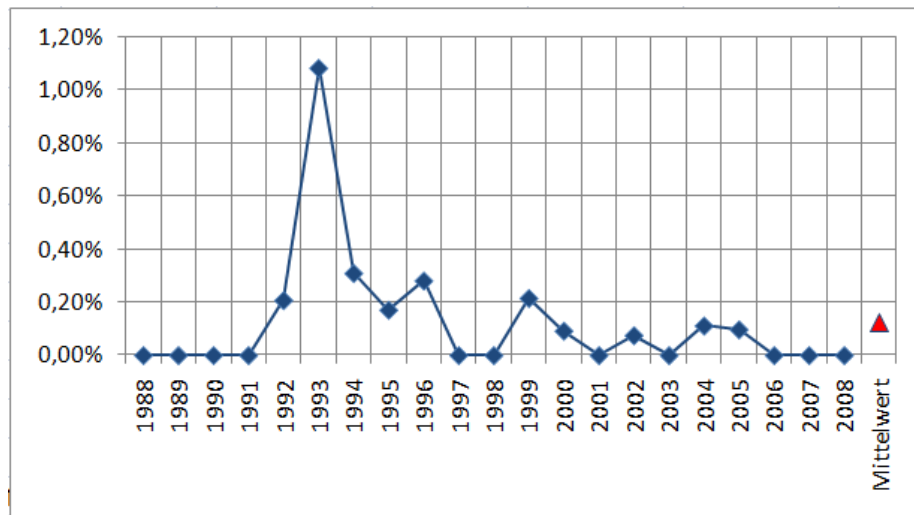


Abbildung 4.3-2:

Prozentualer Anteil von potentiellen Zwillingen von der absoluten Anzahl  $n$  der gezählten Jungtiere.

In Abbildung 4.3-2 (Daten s. Anhang 28) sind die prozentualen Anteile von potentiellen Zwillingen in Relation zur absoluten Anzahl  $n$  der gezählten Jungtiere dokumentiert. Das Maximum potentieller Zwillingengeburt wurde 1993 mit 1,08 % des gezählten Jungtierbestands dokumentiert. Im gesamten Untersuchungszeitraum liegen alle weiteren Werte unter 0,31 %. Der Mittelwert beträgt 0,12 %. Da die Zahl der eingelieferten Heuler nur einen Teil der realistischen Zahl der Heuler darstellt, wurde auf eine Beschreibung der Relation dieser Zahlen verzichtet. Die Sichtungen sind ausschließlich in dem Gebiet Wangerooge, Hohe Weg Watt und Jadebusen dokumentiert worden (CZECK, NLPV pers. Kommentar 2010). Da es nicht auszuschließen war, dass andere Zähler ebenfalls solche Beobachtungen gemacht haben, wurden diese vom Verfasser im Rahmen der Besprechung der Zählflüge befragt: Es wurden keine weiteren Zwillingengeburt beobachtet. Die Datengrundlage ist nicht belastbar. Die Hypothese kann nicht falsifiziert werden. Es kann ausschließlich daraus geschlossen werden, dass der relative Anteil an Heulern, der sich aus evtl. Zwillingen rekrutiert, nur sehr gering sein kann.

#### Krankheit oder postnataler Tod der Mutter

Dass Heuler durch Krankheit der Mutter oder deren postnatalen Tod entstehen können, ist möglich. Die Häufigkeit dieser Fälle kann nur durch Sektionen von Totfunden festgestellt werden. Untersuchungen von Totfunden sind nur möglich, wenn sie relativ frisch eingeliefert werden. Bei Totfunden, die bereits einige Tage im Außenbereich trieben oder an unzugänglichen Stellen spät gefunden wurden, war die Autolyse des Kadavers so weit fortgeschritten, dass pathologische Untersuchungen nicht möglich waren. Dem Verfasser liegen Sektionsergebnisse nur sehr lückenhaft vor. Die Datenlage ist nicht belastbar. Bei den vorliegenden Sektionsergebnissen ist jedoch kein Fall von Krankheit oder postnatalem Tod eines Muttertiers dokumentiert.

#### Ablehnung des Jungtiers durch die Mutter

WIPPER (1974) hat in seiner veterinärmedizinischen Dissertation Brutpflegefaktoren als mögliche Ursache der Entstehung von Heulern genannt. Eine zu kurz abgebissene Nabel-

schnur mit folgender Infektion, eine zu lange Nabelschnur, die durch robben herausreißt und einen unvollständigen Nabelschluss verursacht oder auch Ungeschicklichkeit seitens Jungtier oder Mutter aus Unerfahrenheit, wären mögliche Ursachen. Ob diese Nabelverletzungen das Muttertier dazu veranlassen, das Jungtier zu verstoßen, ist nicht bekannt. Eine infektionsbedingte Verschlechterung der Konstitution ist wahrscheinlich. In Folge wäre das Jungtier nicht mehr in der Lage, der Mutter zu folgen. Die Ergebnisse der Eingangsuntersuchung der Heuler in der Seehundstation Nationalpark-Haus belegen jedoch, dass kein Rückschluss durch eine Zuordnung von Nabelschnurlängen oder -abrisse zur Entstehung von Heulern möglich ist. Dieser Bereich sollte veterinärwissenschaftlich intensiv untersucht werden.

Die Nichtannahme des Jungtiers, selbst bei Frühgeburten, ist praktisch nicht vorkommend (STEDE pers. Kommentar 2010). Das Muttertier hat eine sehr feste Bindung an das Jungtier, solange es ihr bei Hochwasser folgen kann. Bei Störungen, bei denen der Welpen den Anschluss verpasst und an Land verbleibt, ist die Mutter die Erste an der Liegefläche, die das Jungtier intensiv "bewindet" und bei ihm bleibt, wie STEDE (2010) beobachtet hat.

Die Hypothese, dass nicht lebensfähige, aber lebend geborene Jungtiere nach der Geburt von der Mutter verstoßen würden, hat mit einer potentiellen Heulerentstehung nichts zu tun: STEDE geht davon aus, dass solche Tiere aufgrund genetisch bedingter Letalfaktoren, sollten sie nicht direkt nach der Geburt sterben, nach wenigen Tagen verenden. Im Rahmen seiner Sektionen hat STEDE in 30 Jahren ein einziges Tier seziiert, das wegen einer offenen Leibeshöhle bei der Geburt sofort tot war. Zwei Tiere sind aufgrund einer Herzmissbildung und drei Tiere wegen einer Anusatresie nach kurzer Zeit verstorben. Darmpechverhaltung ist jedes Jahr beobachtbar, lässt auf Störungen beim ersten Säugen schließen (s. Kapitel 4.2.1) und führt binnen weniger Tage zum Tod. Eine genaue Untersuchung dieses Faktors entzieht sich wegen ihrer Komplexität einer fundierten wissenschaftlichen Betrachtung, setzt man voraus, dass das "Experiment" oder die Beobachtung wiederholbar sein müsste.

Entscheidend ist die Frage, ob das Jungtier nach der Geburt kräftig genug ist, um zu saugen und das in wenigen Stunden kommende Hochwasser in ausreichender Kondition überleben kann (STEDE pers. Kommentar 2010). WIPPER (1974) beschreibt, dass unter diesem Aspekt auch berücksichtigt werden muss, zu welchem Zeitpunkt des Niedrigwassers die Geburt stattgefunden hat. Sollte die Geburt erst am Ende der Niedrigwasserphase stattgefunden haben, bestünde die Möglichkeit der ersten Laktation erst zum folgenden Niedrigwasser.

Die pathologischen Untersuchungen beinhalteten keine Jungtiere, die nachweisbar Milch im Magen hatten (STEDE pers. Kommentar 2010). STEDE nennt zwei Ursachen für diese Sektionsergebnisse: zum einen war ein Großteil der untersuchten Jungtiere extrem schlecht erhalten, zum anderen geht er bei schwachen Tieren davon aus, dass bei Hochwasser eine Trennung von der Mutter erfolgt, das Jungtier zum Heuler wird und bei schwacher Kondition verendet. Evtl. aufgenommene Milch würde während des Zeitraums zwischen Trennung und Tod verbraucht. Wenn das Tier einige Zeit später gefunden wird, ist der Magen bis auf Schleimreste leer.

#### Entnahme von ruhenden Jungtieren durch Unbefugte

Die Hypothese, dass ruhende Jungtiere von Touristen fälschlicherweise als Heuler identifiziert und aus falsch verstandener Tierliebe zu einer Seehundstation gebracht würden, entbehrt jeglicher Grundlage. Die belastbare Datengrundlage zu Heulerfunden beinhaltet kei-

nen solchen Fall. Dem Verfasser ist innerhalb der letzten elf Jahren ebenfalls kein Fall bekannt, bei dem ein Unbefugter einen Seehund in die Seehundstation gebracht hätte.

Es ist jedoch eindeutig belegbar, dass Jungtiere, die an Badestränden der Inseln liegen, durch das Fehlverhalten von Gästen stark beunruhigt und unnötigem Stress ausgesetzt werden.

Ein Kontakt eines Jungtiers mit seinem Muttertier ist an höchstfrequentierten Badestränden nahezu ausgeschlossen. Es ist somit dringend notwendig jeden Heulerfund individuell zu prüfen. Sollte ein Jungtier in einem ruhigeren Strandbereich in den östlichen Bereichen der Inseln in der Nähe eines Rudels liegen, wird versucht, durch sachliche Information, die Gäste dazu zu bewegen, Abstand zu halten und das Jungtier nicht zu beunruhigen. Selbst nach diesen Maßnahmen ist jedoch ein Kontakt zu Mutter in keinem Fall dokumentiert worden.

In dieser Arbeit wird der intensive Brutpflegekontakt von Mutter- zu Jungtier beschrieben. Dass ein Jungtier, wie z.B. bei Rehwild (*Capreolus capreolus*) üblich, abgelegt wird während das Muttertier Nahrung sucht, ist bei Seehunden nicht festgestellt worden. Auch das Haul-Out-Verhalten von Seehunden zeigt eindeutig, dass gesunde Seehunde, also auch Mutter-Jungtierverbände niemals Liegeflächen frequentieren, die keine Möglichkeit bieten, schnell mit Flucht zu reagieren.

Die Fundorte von Heulern sind jedoch gerade solche Flächen: Die Nordflanken der Inseln mit großen vorgelagerten Sandbänken sind flachabfallend und bieten somit bei Niedrigwasser keine Fluchtmöglichkeit. Die Deiche des Festlands liegen an großen Wattflächen an denen kein Priel eine Fluchtmöglichkeit zuließe. Betrachtet man die im Anhang 2: Darstellung der Seehundpopulation nach Häufigkeiten und Darstellung der Jungtiere + Heulerfundorte 1991 bis 2008" befindlichen Karten, ist ebenfalls deutlich zu erkennen, dass an Heulerfundorten keine Liegeflächen von Seehunden zu finden sind.

#### 4.4 Methodenkritik Kamera

Die Kamera bietet, wie oben erläutert, eine hervorragende Möglichkeit, wildlebende Seehunde störungsfrei zu beobachten. Im Untersuchungszeitraum, den Jahren von 2003 bis 2008, sind einmalige Einblicke in die Lebens- und Verhaltensweise der Meeressäuger im nicht-aquatischen Bereich möglich geworden. Die ursprüngliche Intention, Störfaktoren, die auf ein Seehundrudel wirken, zu untersuchen, ist größtenteils sehr gut gelungen.



Abbildung 4.4-1:  
Satellitenbild der Seehundbank Norderney Ostspitze  
(Quelle: Google Earth)

In der Abbildung 4.4-2 ist die Ausrichtung der Kamera schematisch dargestellt. Die Entfernungen zu signifikanten Punkten, wie dem Zaun, der die Ruhezone abgrenzt (schwarze Linie am linken Bildrand), zur Fahrwasserbetonung "D44" und zum äußersten Bereich potentieller Seehundliegefläche sind graphisch dargestellt.

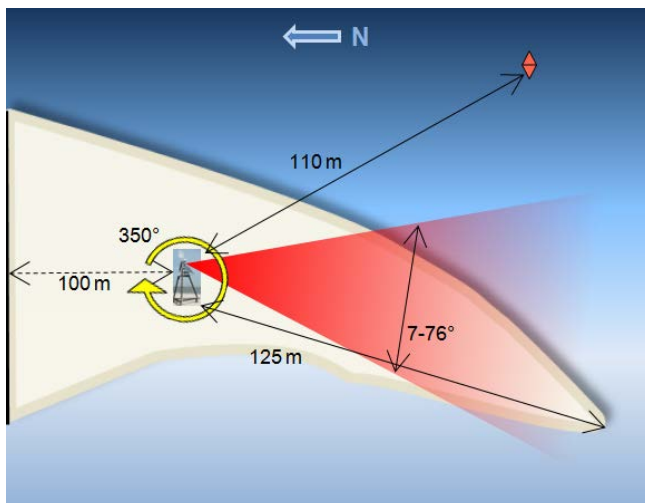


Abbildung 4.4-2:  
Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze bei Hochwasser



Abbildung 4.4-3:  
Standbild des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze bei Hochwasser aus Abbildung 4.4-2

Wie auf Abbildung 4.4-3 zu sehen, erstreckt sich das Rudel z.T. so weit nordwärts, dass einzelne Individuen des Verbandes nicht mehr erfasst werden können.

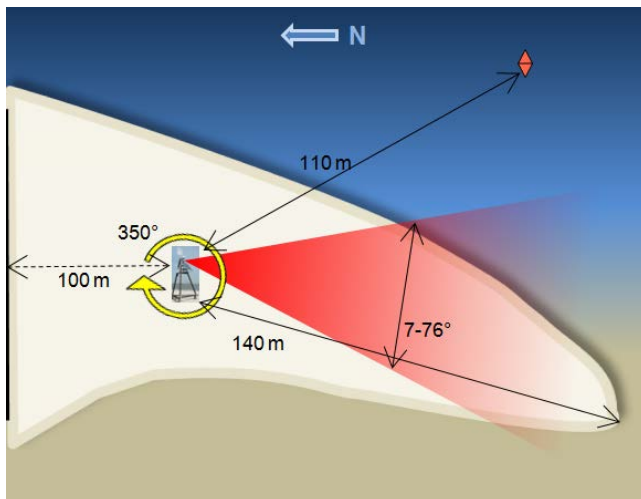


Abbildung 4.4-4:  
Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser



Abbildung 4.4-5:  
Basiseinstellung des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser

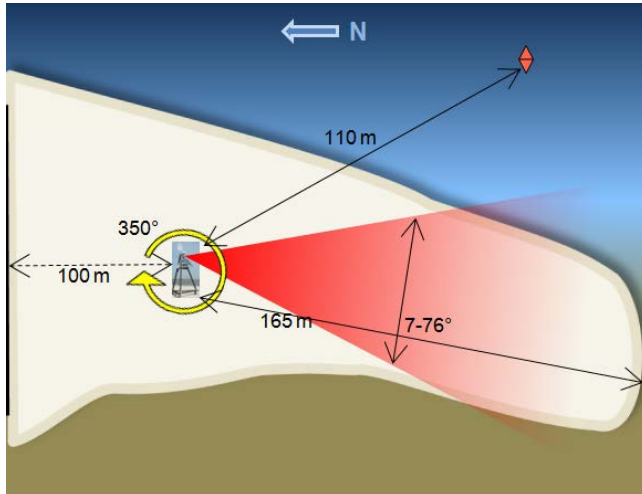


Abbildung 4.4-6:  
Schematische Darstellung der Positionierung und des Bildwinkels der Kamera auf der Seehundbank Norderney Ostspitze 3 Stunden nach Hochwasser



Abbildung 4.4-7:  
Basiseinstellung des Bildwinkels der Kamera Norderney Ostspitze 6 Stunden nach Hochwasser (fast Niedrigwasser)

Die Sandbank der Ostspitze Norderneys wird in den Sommermonaten nur bei Springtiden und/oder langanhaltenden Winden aus vornehmlich westlichen bis nördlichen Richtungen komplett überflutet. Die starke Hydrodynamik des Wattenmeeres ist jedoch täglich zu beobachten. Somit wird der zweite schwerwiegende Faktor offenbar. Bei ablaufendem Wasser vergrößert sich die Sandbank gen Osten, das Rückseitenwatt im Süden Norderneys fällt trocken. Die auf der Sandbank befindlichen Seehunde rücken sukzessive der sich verändernden Wasserlinie gen Osten nach. Die im nördlichen Teil (linke Seite) des Überwachungsbereiches befindlichen Tiere entfernen sich somit aus dem Blickfeld der Kamera. Der westliche Bereich der Sandbank ist bei ablaufendem Wasser zu vernachlässigen, da die Seehunde diesen Bereich nur schwimmend nutzen, was ausschließlich bei Hochwasser möglich ist.

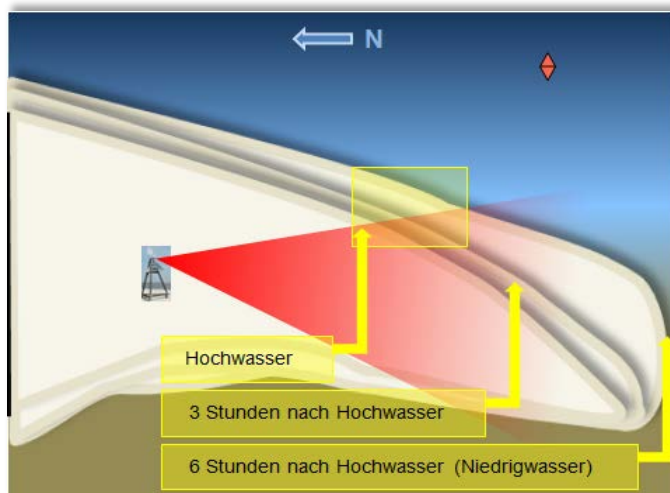


Abbildung 4.4-8:

Schematische Darstellung der Veränderung der Sandbankgröße pro Tidehub. Die gelb umrahmte Fläche bezeichnet den Bereich des Blickfeldes der Kamera, aus dem die Tiere sich bei ablaufendem Wasser, bei Nachrücken an die Wasserlinie, entfernen.

In Abbildung 4.4-8 sind die drei Hauptphasen eines Tidehubs zusammengefasst graphisch dargestellt. Diese Bewegung ist bei Flut diametral zu beobachten. Je nach Windrichtung und Tideverlauf differieren die maximalen Tidehochwasser. Im Gegensatz zur Sandbank der Ostspitze Norderneys werden die Seehundbänke im Wattenmeer bei jeder Tide mehr oder minder intensiv überflutet (MÜLLER 2007).

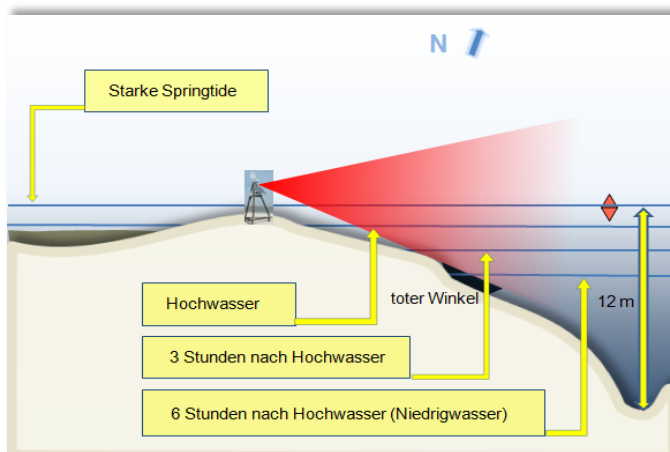


Abbildung 4.4-9:

Schematische Darstellung der Veränderung der Sandbankgröße pro Tidehub im Querschnitt, Ansicht aus südlicher Richtung

In den ersten Jahren nach der PDV- Epidemie 2002, also zu Zeiten eines geringeren Gesamtbestands und daraus resultierend auch geringerer Gruppengröße auf der Sandbank Norderney, erwies sich die Basiseinstellung der Kamera als effiziente Beobachtungsmöglichkeit. Bei sukzessive steigendem Bestand, stieg auch die Anzahl der Individuen im Rudel. Jeder Seehund, außer Mutter-Jungtier-Verbänden und z.T. Kegelrobben, beansprucht einen minimalen Individualabstand (WIPPER 1974, JOHN 1984), von ca. 1 bis 2 Meter. Dies entspricht ca. 1,5 "Seehundlängen". Entsprechend verteilen sich die Gruppenmitglieder auf einen größeren Bereich der Sandbank. Infolgedessen ist es bei größerer Rudelstärke

notwendig, den Blickwinkel der Kamera kontinuierlich zu justieren, bzw. einen "Schwenk" durchzuführen, um die Gesamtzahl der Individuen einer Gruppe zu erfassen.



Abbildung 4.4-10:  
Kamera-Korrektur Richtung Osten/Westen bei ablaufendem/auflaufendem Wasser

Bei extremen Niedrigwasserständen ist ein weiterer Negativfaktor kenntlich geworden. Das Seegat zwischen Norderney und Baltrum erreicht direkt vor der Ostspitze Norderneys seine tiefsten Tiefen. Nach anfänglich "sanftem Gefälle" von ca.  $5^\circ$ , fällt die Sandbank mit einem Gefälle von ca.  $45^\circ$  bis zu einer Tiefe von ca. 9 bis 10 Meter unter MThw<sup>23</sup> ab. Bei Minimalwasserständen fällt der Übergang des geringen Gefälles zum starken Gefälle trocken. Es erscheint eine Abrisskante, die von der Kamera, trotz ihrer Höhe, nicht mehr erfasst werden kann, da die Fläche zwischen Kamera und Abrisskante überriegelt. Tiere in diesem toten Winkel (s. Abbildung 4.4-11) sind nicht zu erfassen.



Abbildung 4.4-11:  
Scharfe Abrisskante - Gefälleübergang

Eine weitere Form des Überriegelns zeigt sich insbesondere bei größeren Rudel-Teilen, die sich bei Niedrigwasser (weite Distanz = flacherer Winkel) kumuliert auf der Südspitze der Sandbank aufhalten (s. Abbildung 4.4-12). Der Winkel vom Objektiv zum Objekt ist zu flach, um Individuen, die hinter anderen Rudel-Mitgliedern ruhen, detailliert zu erfassen. Nur bei Bewegung, Nachrücken zu Wasserlinie oder langsamer Flucht, kann eingeschränkt die Gruppengröße erfasst werden.

---

<sup>23</sup> MThw: Mittleres Tidehochwasser - bezeichnet den durchschnittlichen Hochwasserstand an einem gegebenen Tiden-Ort.





Abbildung 4.4-12:  
Überriegeln der Individuen einer Gruppe



Abbildung 4.4-13:  
Überriegeln - nur dauerhafte Beobachtung ermöglicht Erfassung der Gesamtzahl der Gruppe: erst bei Auflösung der Gruppe, bzw. Nachrücken zur Wasserlinie ist eine Zählung möglich

Die Überflutung der Ostspitze Norderneys ist bei nahezu jeder Springtide in jeder Jahreszeit zu beobachten. Bei hoch auflaufendem mittleren Tidehochwasser ist es möglich, dass selbst die relativ hoch gelegene, exponierte Ostspitze Norderneys bis zu 5 Stunden überflutet wird. Deutlich ist in der Abbildung 4.4-14 zu erkennen, dass sich ein Teil der Tiere während des Hochwassers in der Nähe bzw. "über" der Sandbank aufhält, um sich frühestmöglich wieder trocken fallen zu lassen. Diese Beobachtung ist bereits in verschiedenen Untersuchungen im Wattenmeer gemacht worden (WIPPER, 1974, JOHN 1984).



Abbildung 4.4-14:  
Springtide und nordwestliche Winde sorgen für die Überflutung der gesamten Ostspitze Norderneys

Im Verlauf der Untersuchung sind weitere Schwachstellen des Kamerasystems festgestellt worden. Der Verfasser hat zur Verifizierung der Negativfaktoren, bzw. zur "Qualitätsprüfung" der Kamera, eine Semesterarbeit einer Teilnehmerin im Freiwilligen ökologischen Jahr, BROCKE, die in der Umweltbildung der Seehundstation Nationalpark-Haus tätig war, initiiert. Der Titel der Arbeit lautet: "Methodenuntersuchung zur Standkamera am Ostende Norderney 2005", gefertigt an der Universität Rostock im Fach Meeresbiologie. BROCKE hat über einen Zeitraum von sieben Tagen persönlich die Seehundbank Norderney aufgesucht, aus genügender Entfernung mit einem Spektiv (Optolyth TBS 80, 20-80fache Vergrößerung) und einem Fernglas das Seehundrudel beobachtet und ihre Ergebnisse mit den Aufzeichnungen der Kamera verglichen. Bei dieser Untersuchung sind verschiedene Fehlerquellen verifiziert worden<sup>24</sup>. Die maßgebliche Kritik an der Kamera ist, dass das Rudel z.T. nicht in Gänze aufgezeichnet werden kann. Reaktionen von nicht erfassten Tieren bzw. Teilen des Rudels können nicht berücksichtigt werden. Der statische Blickwinkel (ohne Berücksichtigung des aktiven Nachjustierens bzw. eines Gesamtschwenks) ersetzt nicht einen aktiven Beobachter vor Ort. Bei Regen oder starkem Nebel behindert die Tropfenbildung die Fokussierung des Objektivs (z.T. wird automatisch auf die Tropfen auf der Kuppel vor dem Objektiv fokussiert, s. Abbildung 4.4-15).



Abbildung 4.4-15:  
Problem Regen, das Kamera-System fokussiert auf die Regentropfen

Insbesondere die einseitige Ausrichtung gen Süden wurde kritisiert. Störungen von Landseite wurden nur teilweise durch sichtbare Reaktionen der im südlichen Teil der Sandbank befindlichen Tiere registriert. Dass Rudelteile im nördlichen Teil der Sandbank flüchteten, wurde nicht dokumentiert (s. Abbildung 4.4-16). In der Totalaufnahme sind zwar z.T. Störungen, nicht aber geringe sichtbare Reaktionen erkennbar. Desweiteren wurden Abweichungen von Zeiten im Kamerabild und der Datenbank festgestellt.

Um objektive Informationen über das Kamera-System zu erhalten, hat der Verfasser für diese Semesterarbeit Daten, Kamera-Aufzeichnungen und Legenden zur Auswertung kommentarlos überreicht. Im Untersuchungszeitraum wurde die Basiseinstellung der Kamera nicht verändert.

Einige Kritikpunkte konnten allein durch Nutzung der Betriebsmöglichkeiten des Kamera-Systems ausgeräumt werden: Bei Regen kann der Zoomfaktor der Kamera verändert werden, so dass sich das System automatisch auf die Seehundbank fokussiert. Um weiterhin eine Gesamtaufnahme zu generieren, ist es möglich, den Autofokus des Systems abzu-

<sup>24</sup> Anm.: Im Zeitraum der Untersuchung herrschten sehr schlechte Witterungsbedingungen

schalten und manuell auf die Seehundbank zu fokussieren. Durch aktive Schwenks ist es möglich, die Gesamtzahl des Rudels zu erfassen. Stromausfälle durch Blitzschlag und nach langanhaltenden Regen- bzw. Wolkenphasen, die die Stromversorgung zusammenbrechen ließen, waren Ursache für differente Zeitangaben. Hier liegt ein methodischer Fehler in BROCKES Auswertung vor, der ihr nicht bewusst war.



Abbildung 4.4-16:

Der Blickwinkel nach Norden offenbart Störpotential von der Landseite. Nur bei Gesamtschwenks wurde dieser Blickwinkel eingestellt

BROCKE fasst zusammen, dass die Kamera hervorragende störungsfreie Beobachtungsmöglichkeiten von Seehunden ermöglicht. Ihre Kritikpunkte sind nachvollziehbar und gerechtfertigt. Teilweise wurden ihre Vorschläge bereits 2008 umgesetzt:

Eine neue Kamera mit zwei Objektiven ermöglicht dauerhaft die Aufzeichnung einer "Totalen" parallel zur Großaufnahme von Teilen des Rudels. Das dazugehörige Kamerasteuerungsprogramm ermöglicht die Voreinstellung von sechs frei zu wählenden Fixpunkten, die schnelle Schwenks zu neuralgischen Punkten, wie dem Zaun im Norden der Kamera, ermöglichen.

Diese Kamera hat keine Kuppel. Salzablagerungen auf dem Objektiv werden bei Regen abgespült. Eine zusätzliche Vergütung der Optik mit einem Spezial-Mittel mit "Lotus-Effekt" erwies sich für ca. zwei Monate als brauchbar. Es gab zu keinem Zeitpunkt Sichteinschränkungen durch Regentropfen.

Eine weitere Applikation des Kamera-Systems ist ein eingebautes Richtmikrofon. Die Nutzung dieses Mikrofons ist jedoch nur an Tagen mit geringer Windgeschwindigkeit möglich. An Tagen mit höheren Windgeschwindigkeiten überzeichnet das Windrauschen jedes andere Geräusch. Bei Windstille sind jedoch Aufnahmen von Lautäußerungen der Seehunde und Kegelrobben, wie auch Motorengeräusche, deutlich hörbar.

Noch nicht umgesetzt wurden zwei aus BROCKES Arbeit resultierende Ideen: eine zusätzliche Kamera, die ausschließlich den Bereich der Grenze der Ruhezone dokumentiert und zusätzliche Solarpanels, um auch bei geringer Sonneneinstrahlung oder längeren Schlechtwetterphasen die durchgängige Stromversorgung garantiert. Letzteres ist der Kernpunkt aller Aufzeichnungen mit der Kamera: Häufiges Zoomen und Schwenken des Kamera-Systems verbraucht viel Strom, der im jetzigen Status quo nur bei ausreichender Sonneneinstrahlung zur Verfügung steht.

Eine effiziente Beobachtung des Rudels ist ausschließlich möglich, wenn eine Person aktiv und nachhaltig die Fernsteuerungsmöglichkeiten bedient.



Abbildung 4.4-17:  
Das neue Kamera-System (ab 2008) ermöglicht durch zwei Objektive parallel Total- und Großaufnahmen und Ton-Übertragung

## 5 Abgeleitete Empfehlungen zur Vermeidung von Heulern

### Information der Öffentlichkeit

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit sind verschiedene Empfehlungen zur Vermeidung von Heulern abzuleiten. Eine besonders wichtige Aufgabe kommt der Öffentlichkeitsarbeit zu. Nur durch das aktive Kommunizieren, welche Regeln im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer einzuhalten sind und wie sich Besucher des Nationalparks bei Kontakt mit Seehunden und Kegelrobben verhalten sollen, kann eine Sensibilisierung der Gäste erfolgen. Durch die existenten 14 Nationalpark-Informationseinrichtungen ist eine gute Basis geschaffen worden, die jedoch nicht ausreichend ist. Gerade diejenigen, die wenig Interesse am Nationalpark haben und diese Einrichtungen nicht frequentieren, müssen erreicht werden. Dafür sollten Multiplikatoren gewonnen werden: Hotellerie und Ferienwohnungsvermieter, Reedereien und Kurverwaltungen sind Anlaufpunkte, die nahezu jeder Gast frequentiert. Hier sollte aktiv für den sensiblen Umgang mit Flora und Fauna im Weltenerbe Wattenmeer geworben werden.



Abbildung 4.4-1:  
Aktive Informationsarbeit ist die beste Heulervermeidungs-Strategie

Ein ähnlicher Weg sollte bei den Bootsfahrern eingeschlagen werden. Über Yacht-Clubs und Kajak-/Ruderverbände sollte gezielt informiert werden.

Für den Bereich der Inseln ist es dringend notwendig Ranger zu schulen, die weniger kontrollieren aber umso mehr aktiv informieren. In der Hauptferienzeit sollten Saisonkräfte die Ranger unterstützen. Das NLWKN beschäftigt die sogenannten "Vogelzivis", die versuchen, diese Arbeit teilweise zu übernehmen. Es ist jedoch von diesen jungen Männern nicht zu erwarten, dass sie die rhetorischen Fähigkeiten und hohe Sozialkompetenz haben, die für diese Aufgabe notwendig sind. Eine Aufstockung der professionellen Arbeitskräfte ist zu Zeiten des Vogelzugs, der Brutzeit der Küstenvögel und der Geburts- bzw. Aufzuchtphase der Seehunde unabdingbar.

### Schutzgebiete - Ruhezonen

Sollten sich sichtbare Veränderungen in der Habitatnutzung ergeben, wäre eine kurzfristige Einrichtung neuer Schutzgebiete, bzw. eine Umwidmung von existenten Schutzgebieten sehr sinnvoll. Das Beispiel Norderney Ostspitze zeigt die Notwendigkeit deutlich auf: Das Robbenschutzgebiet "Othelloplate" wird kaum von Seehunden frequentiert ( $n < 3$  Individuen), die Ostspitze Norderneys ist innerhalb von 18 Jahren zu einer Liegefläche für eines der größten Seehundrudel im Niedersächsischen Wattenmeer avanciert.

Die Prüfung solcher Veränderungen, der Verwaltungsaufwand bzw. das Gesamtverfahren und letztendlich die Umsetzung durch Eintragung in aktuelles Kartenmaterial ist aufwendig und langwierig. Trotzdem erscheint es sinnvoll, in einigen Bereichen nachzubessern.

In Gebieten, die als Geburtsbereiche von Seehunden bekannt sind, in denen jedoch keine Schutzgebiete ausgewiesen sind, sollte eine Verlängerung des Befahrensverbots der Ruhezone (§ 4 (1) zur Zeit +- 3STD Niedrigwasser) geprüft werden.

In Schutzgebieten und der Ruhezone muss die Einhaltung der Vorgaben kontrolliert werden!

### Nationalpark-Erlebnisfahrten

Der Weg der Zertifizierung von Nationalpark-Erlebnisfahrten sollte weiter beschränkt werden. Es sollte jeder, der Ausflugsfahrten anbietet, geschult und sensibilisiert werden. Nur durch Kontrollen der Fahrten kann ein ordnungsgemäßer Ablauf gewährleistet werden.

### Zählflüge

Um die Effizienz von Zählflügen zu erhöhen, wäre eine (allerdings kostenintensive) Staffelung von mehreren Befliegungen während einer Niedrigwasserphase denkbar. Alternativ böte sich der Einsatz ferngesteuerter Fluggeräte, sogenannten Drohnen, die mit ausreichendem Abstand zu den Rudeln hochauflösende Fotos generieren könnten, an.

### Monitoring mit Kameras

Die Kamera auf Norderney Ostspitze zeigt, dass es möglich ist, in Teilbereichen des Wattenmeeres störungsfrei wissenschaftlich interessante Aufzeichnungen zu generieren. Seit März 2009 ist eine erste Kopie des Systems an einer Kegelrobbenliegefläche in Estland aktiv (s. Abbildung 4.4-2).



Abbildung 4.4-2:  
Kegelrobbenkolonie in Estland 2009

Der Standort der Kamera Norderney ist jedoch suboptimal. Eine Installation auf festen Trägern vor den relevanten Liegeflächen würde die Effizienz eines solchen Systems enorm erhöhen. Sollte diese Variante schifffahrtsrechtlich und kostentechnisch nicht funktionieren, böte sich eventuell die Entwicklung variabler, modularer Schwimmsysteme an: Die Installation eines Systems auf einem Schwimmponton, der vor einer Seehundbank mit Seilzügen im Boden verankert wird, wäre denkbar. Die Kamera müsste auf einer kardatisch installierten Grundplatte befestigt werden. Die Seilzüge würden gewährleisten, dass der Ponton optimal zur Seehundbank ausgerichtet ist, dass sowohl der Blickwinkel der Kamera, als auch die Ausrichtung der Solarpanels gen Süden gewährleistet werden kann. Eine Beobachtung von Seehundbänken, die insbesondere für Geburten und Jungtieraufzucht interessant erscheinen, wäre mit diesem System möglich! Ein verstärktes Monitoring durch Kamera-Systeme wäre wünschenswert.

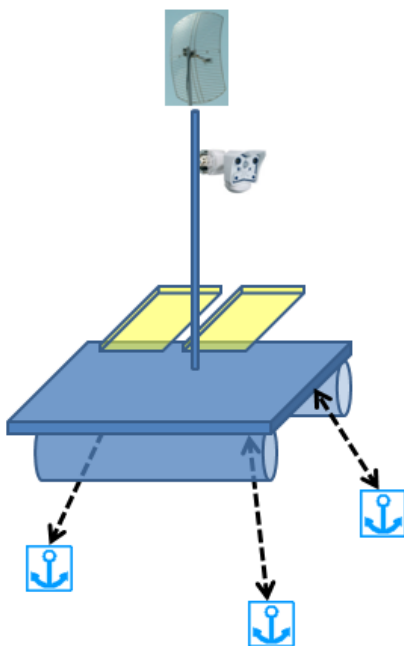


Abbildung 4.4-3:  
Skizze Kamera-System auf Schwimmponton

## 6 Zusammenfassung

Seehunde haben sich an den Lebensraum Wattenmeer angepasst. Sie sind als einzige Robbenart in der Lage, ihre Jungtiere in diesem tidal geprägten Ökosystem zur Welt zu bringen. Verschiedene Faktoren führen jedoch dazu, dass es zur dauerhaften Trennung von Mutter- und Jungtier kommen kann, zur Entstehung von Heulern.

Um die Heulerentstehung zu untersuchen, wurden alle in Niedersachsen zur Verfügung stehenden Daten zu Heulerfunden von 1988 bis 2008 digitalisiert und dokumentiert, Zählflugdaten für den gleichen Zeitraum zur Modellierung einer Jungtierpopulation und meteorologische und hydrologische Daten zur Beschreibung möglicher Einflussfaktoren herangezogen.

Um das Verhalten der Seehunde in ihrem Habitat Wattenmeer beobachten und eventuelle Störungen dokumentieren zu können, wurde ein Kamerasystem entwickelt. Dieses ermöglicht es seit dem Jahre 2003 erstmalig, ein wildlebendes Seehundrudel auf der Ostspitze Norderneys dauerhaft und störungsfrei zu beobachten.

Ein Heulerfund ist örtlich und zeitlich von der Heulerentstehung zu differenzieren. Um Rückschlüsse auf den potentiellen Ort und Zeitpunkt der Heulerentstehung ziehen zu können, wurden in kleiner Stichprobe Driftrückrechnungen modelliert. Es hat sich gezeigt, dass ein Rückschluss vom Heulerfund zur Heulerentstehung so nur in Einzelfällen annähernd möglich ist. Die Ergebnisse können zudem nicht verifiziert werden, da Beobachtungen der Heulerentstehung derzeit nicht vorliegen.

Ein generalisiertes lineares Modell wurde zur Beschreibung der Heulerfunde im Untersuchungsgebiet zwischen 1988 und 2008 schrittweise entwickelt. Dieses Modell zeigt, dass die Anzahl täglicher Heulerfunde auf plausiblen Wege zumindest teilweise statistisch durch sechs unabhängige Variablen erklärt werden kann. Ein signifikanter statistischer Zusammenhang zwischen Heulerfunden und Parametern zu Wetterlage (Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer, Windrichtung und Niederschlag), Jungtierpopulation und Hydrologie (maximales Tidehochwasser) wurde gefunden. Die zeitliche und räumliche Diskrepanz zwischen Heulerentstehung und Heulerfund konnte durch die verfügbaren Daten nicht aufgeklärt und untersucht werden. Eine Beschreibung gelang zumindest teilweise durch die Definition der verwendeten Variablen zur Modellbildung. Somit konnte die Hypothese "Heuler entstehen insbesondere in ihrer ersten Lebenswoche bei starken west- bis nordwestlichen Winden und entsprechend höher auflaufender Tide, oder bei starken Sommergewittern" plausibel bestätigt werden.

Derzeit sind keine belastbaren Daten zu Störungen verfügbar. Dass häufige anthropogene Störungen zumindest zur Disposition von Jungtieren zu potentiellen Heulern beitragen, erscheint durch die Erkenntnisse der Kameradatenauswertung wahrscheinlich. Die Auswertung der Kameradaten hat zudem gezeigt, dass durch Zählflüge, welche die derzeit einzige verfügbare Methode zum Monitoring der Gesamtpopulation sind, nur ein Teil der Störungen dokumentiert wird. Das Gesamtausmaß des Störungspotentials und einzelner Störereignisse sowie deren Folgen können jedoch nicht durch Zählflüge beobachtet werden. Hier existiert ein großer Bedarf für weitergehende Untersuchungen. Der Kameraeinsatz zum störungsfreien und dauerhaften Monitoring der Seehunde in ihrem Habitat, der im Rahmen dieser Arbeit erstmalig am Beispiel der Ostspitze Norderneys vorgestellt wird,



stellt eine neue und effiziente Methode zum Seehundmonitoring dar. Erstmals kann die Bedeutung der Windrichtung für die Höhe der Reizschwelle von Seehundrudeln dokumentiert und untersucht werden. Da die Kameradaten standortbedingt nicht auf das gesamte Wattenmeer übertragbar sind, konnte die Hypothese 2: "Heuler entstehen durch anthropogene Störungen" nicht verifiziert werden.

Die seltenen Geburten von Zwillingen können nicht ursächlich für die Entstehung der Gesamtzahl von Heulern sein. Dass ein Zwilling jedoch auch ein Heuler werden kann, ist nicht auszuschließen. Die Hypothese 3: "Heuler sind ein Zwilling von Zwillingsgeburten" konnte somit nicht abschließend untersucht werden. Hier kann nur ein intensiviertes Monitoring der zur Geburt und Aufzucht genutzten Sandbänke weitere Erkenntnisse bringen.

Die Hypothese 4: "Heuler entstehen durch Tod oder Krankheit der Mutter" ist mangels belastbarer Daten nicht zu belegen. Die geringe Häufigkeit von Totfunden adulter weiblicher Seehunde in der Geburtenphase lässt jedoch darauf schließen, dass es nur selten zur Entstehung von Heulern durch diesen Faktor kommen kann. Eine Nichtannahme von Jungtieren, Hypothese 5, erscheint aus ethologischer Sicht nicht plausibel und auch Hypothese 6: "Entnahme von ruhenden Jungtieren durch Unbefugte" ist in keinem Fall belegt.

Die Hypothese, dass wiederholte Störereignisse Jungtiere schwächen können und somit zur Heulerentstehung beitragen, konnte weder bestätigt noch widerlegt werden. Dass Störungen Einfluss auf das Seehundverhalten haben, ist jedoch durch den Einsatz der Kamera am Oststrand Norderneys eindeutig belegt.

Das Dilemma für die Seehundpopulation im Niedersächsischen Wattenmeer ist einfach zu beschreiben: Seehunde brauchen Ruheplätze. Bei schlechtem Wetter sind diese länger überflutet, bei gutem Wetter stört der Mensch mit Fehlverhalten. Das Ziel muss heißen: Menschen informieren, Störungen vermeiden, Ruhe für den Seehund!

## 7 Abstract

The common seal has adapted to living in the Wadden Sea. It is the only species of seal that is capable of giving birth in this tidally influenced ecosystem. A number of factors, however, contributes to the separation of mother and pup, leading to abandoned seal pups.

To investigate the causes behind the abandoning of seal pups, all data available in Lower Saxony concerning the discovery of abandoned pups from 1988 to 2008 has been digitalised and documented; data from aerial counts for the same period of time for creation of a model for seal pup population and meteorological and hydrologic data for description of potential influences were used.

To observe the behaviour of the seals in their natural habitat, the Wadden Sea, and to document possible disruptions, a camera system has been developed. Thanks to this camera system, it has been possible since 2003 to permanently monitor a group of wild common seals at the eastern tip of the isle of Norderney without disturbing them.

The discovery of an abandoned pup has to be differentiated from the act of it being abandoned, both in time and location. To draw conclusions on where the pup might have been abandoned, a small number of samples was used to create a model for drift back tracing. It was found that conclusions from the discovery to the location of the abandoning will be imprecise in most cases. Also, the results cannot be verified as there are currently no observations of abandoning of pups.

A generalised linear model was gradually created between 1988 and 2008 to plot the discovery of abandoned seal pups in the area investigated. This model shows that the number of daily discoveries of abandoned seal pups can at least partially be explained statistically by six different variables. A significant statistic connection between the discovery of an abandoned pup and parameters in weather (wind speed, hours of sunshine, wind direction and precipitation), pup population and hydrology (maximal high tide) was found. The temporal and spatial discrepancies between the abandoning and the discovery of an abandoned pup could not be explained and examined with the data available. This was achieved at least partially by definition of the variables used for creating the model. Thus, the hypothesis "seal pups are most commonly abandoned in the first week of their lives when there are strong westerly to north-westerly winds and corresponding higher tides, or during severe summer thunderstorms" can be confirmed as plausible.

Currently there is no incriminating data available concerning disturbances. The camera data suggests that anthropogenic interference contributes to the disposition of pups to becoming potentially abandoned pups. Evaluation of the camera data further showed that only part of disturbances can be documented by aerial counts, which currently are the only method available for monitoring the entire seal population. The overall effect of disturbances and individual disturbing events as well as their consequences cannot be observed in aerial counts. There is substantial need for further research. The permanent use of cameras for monitoring the seals in their natural habitat without disturbing them, which in this paper is being introduced by example of the camera system at the eastern tip of Norderney, provides a novel and efficient method to monitor the common seal. For the first time the influence of wind direction on the detection threshold of harbour seal groups can

be documented and analyzed. Due to the location of the camera, the data cannot be extrapolated to the entire Wadden Sea. Thus, hypothesis 2, "Seal pups are being abandoned due to anthropogenic disturbance", could not be verified.

The rare births of twins cannot account for the total number of abandoned seal pups. However, it cannot be ruled out that one twin might be abandoned. Hypothesis 3, "Abandoned seal pups are one twin of a twin birth", could not be investigated conclusively. Only more intense monitoring of the sandbanks used for delivery and breeding can provide further insight.

Hypothesis 4, "Pups are abandoned due to their mother's death or illness", cannot be proved in absence of reliable data. The low frequency at which dead adult female seals are found allows the conclusion that this factor only seldom leads to the abandoning of a seal pup. The mother's refusal to accept her pup, hypothesis 5, is not plausible from an ethologic point of view. Hypothesis 6, "Seal pups are being removed by unauthorised people", is also lacking evidence.

The hypothesis that reoccurring disturbing events can weaken the pups and thus contribute to them being abandoned could neither be proved nor disproved. It is however without a doubt that interferences influence the seals' behaviour, as indisputably documented by the camera at Norderney's eastern beach.

The dilemma for the common seal population in the Low Saxon Wadden Sea is easily summed up: Seals need resting places. These are flooded for longer if the weather is bad; if the weather is nice, man interferes. The target has to be: educate people, avoid disturbances, and rest for the common seal!

## 8 Danksagung

Mein Dank gilt:

Meinem Betreuer, Prof. Dr. Dr. h.c. Antal Festetics für seine Geduld, immer wieder wohl-dosierte Motivation und informative Gespräche.

Prof. Dr. Stefan Schütz, als Gutachter dieser Arbeit.

Prof. Dr. Christoph Kleinn als Prüfer.

Prof. Dr. Joachim Saborowski für hilfreiche Hinweise bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials.

Dem Vorstand des Vereins zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes e.V. für die Finanzierung des Kamera-Systems und die großzügige Gestattung, in der Arbeitszeit intensiv für die Arbeit zu wirken. Insbesondere dem 1. Vorsitzenden Berend Brechters, der herrlich motivieren kann und Schatzmeister Martin Behrendt, der ausschließlich sinnvolle Investitionen tätigt.

Dem Team der Station, das mir nicht nur den Rücken frei gehalten hat, sondern auch mit Rat und Tat unterstützte. Insbesondere Tim Fetting und Wencke ten Cate, von der Digitalisierung der Heulerdaten bis zur Pflege der Fundkoordinaten wurde alles schnell und gut erledigt - wie gewohnt.

Den ehrenamtlichen Mitarbeitern der Seehundstation und den Wattenjagdaufsehern des Landes Niedersachsen, die immer hilfreich mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Christiane Kollmeyer, die die Bibliothek des Vereins zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes strukturiert und aufgebaut hat und somit eine erstklassige Literaturversorgung garantiert.

Michael Bauer und Hans Knigge für die Unterstützung bei der Recherche nach Standort und Umsetzungsmöglichkeiten des Kamera-Systems.

Der Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer für die Genehmigung des Kamera-Systems, insbesondere Richard Czeck für die Versorgung mit Daten und Karten und Herrn Heeren für deren Zusammenstellung.

Den Wasserbauerwerklehrlingen des NLWKN Norden für den Bau des Dreibeins, der Basis des Kamerasystems.

Der Firma Provitek, Marienhaf, Herrn Anders, für die Unterstützung bei der Entwicklung des Kamera-Systems.

Dem NLWKN Norderney für die Unterstützung des jährlichen Auf- und Abbaus des Kamera-Systems.

Den Mitarbeitern der Seehundstation Nationalpark-Haus Thomas Ommen, Lübbe T. Eckhoff und Eckhard Hojer für den Auf- und Abbau und die Pflege des Kamera-Systems. Dietmar Boss für die Einrichtung und Pflege der W-LAN Strecke und der Software für das Kamera-System.

Dem LAVES Niedersachsen, Dr. Michael Stede, mittlerweile ehemaliger Leiter des IFF Cuxhaven für hilfreiche Gespräche und Informationen und Josef Huesmann für die Weitergabe der Zählflugdaten.

Dr. Frank Janssen, vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, für die rasante und unbürokratische Berechnung der Driftmodelle.

Herrn Koelschitzky, DWD, für die Klimadaten.

Meinen Freunden Dr. Volker Mues und Dr. Knut Kappenberg für die konstruktive Durchsicht und meiner lieben Schwägerin Maren Kendzia-Boss für das Redigieren der Arbeit.

Meike Brechters und Hilke Albers für die Unterstützung bei der Digitalisierung der Daten der Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich.

Dr. Uwe Muuß, Dr. Gerhard Büttner und seinem Sohn Felix für Hinweise und Hilfe rund um Organisation und Auswertung der Kamera-System-Daten.

Dr. Kai Abt für unkomplizierte Telefonate in Sachen Seehund.

Dem Mitbegründer und langjährigen Leiter der Seehundstation, meinem Vorgänger Winhold Schumann † als Initialzündler: "Das sollte man mal genau erforschen!"

Meinen Schwiegereltern Heidi und Dieter Boss, ohne die ich in Norddeich nicht angekommen wäre.

Meinen Eltern, meinem Vater Peter Lienau sen., der immer betonte: "Gas zu geben".

und ganz besonders meiner Familie, meiner Frau Tanja für die Durchsicht, und meinem 6 bis 11 jährigen Sohn Tim, der verständnisvoll sagte: "Geh´ heut Abend ruhig wieder ins Büro...", für ihr Verständnis und unendliche Geduld.

## 9 Literaturverzeichnis

ABEL, C. (1999): Sportbootverkehr und Befahrensregelung. In: Umweltatlas Wattenmeer. Bd. 2. Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung. Stuttgart: Ulmer, 142–143

ABT, K. F. (1997): Common seals in the wadden sea in 1997. Wadden Sea Newsletter 1997, 2, 46

ABT, K. F. (2002): Phänologie und Populationsdynamik des Seehundes (*Phoca vitulina*) im Wattenmeer. Kiel (Berichte, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität, Kiel ; 24). Zugl.: Kiel, Univ., Diss.

ABT, K. F. (2008): Meeressäugerfunde an den Küsten Schleswig-Holsteins 2007. Kiel: Wildlife Consulting

ADAM, B.; LINDENBORN, J. (2009): Population development of harbour seals (*Phoca vitulina*) under human influence in the German and Dutch Wadden Sea. Leeuwarden, Netherlands, Van Hall Larenstein Univ., Bachelor thesis 594315

ADELUNG, D. et al. (2007): Telemetrische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres und des angrenzenden Seegebietes durch Seehunde (*Phoca vitulina vitulina*) in Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windparks. Schlussbericht MINOSplus. TP 6. Förderkennzeichen 0329946D

ALLEN, S. G.; AINLEY, D. G.; PAGE, G. W. (1984): The effect of disturbance on harbor seal haul out patterns at Bolinas Lagoon, California. Fishery Bulletin 82, 493–500

BACH, L. (1991): Einfluss anthropogen bedingter Störungen auf eine Seehundgruppe (*Phoca vitulina vitulina* Linné) auf Måkläppen (Südschweden). Seevögel 12, Sonderh. 1, 7–9

BACH, L. (1994): Störungsbedingte Veränderungen der räumlichen und zeitlichen Verteilung beim Seehund (*Phoca vitulina*) auf Måkläppen (Südschweden). Artenschutzreport 4, 48–51

BIGG, M. A. (1969): The harbour seal in British Columbia. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada. (Bulletin. Fisheries Research Board of Canada; 172)

BONESS, D. J. et al. (1992): Influence of storms and maternal size on mother-pup separations and fostering in the harbor seal, *Phoca vitulina*. Canadian Journal of Zoology 70, 1640–1644

BORCHARDT, T. (1995): Bessere Überlebenschancen für junge Seehunde. Seevögel 16, 46-49

Boulva, J. (1975): Temporal variations in birth period and characteristics of newborn harbour seals. Rapp. P.-v.Réun. Cons. int. Explor. Mer 169, 405–408

BOULVA, J.; MCLAREN, I. A. (1979): Biology of the harbor seal, *Phoca vitulina* in eastern Canada. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans. (Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada; 200)

BRASSEUR, S.; CREUWELS, J.; WERF, B. VAN DE (1996): Deprivation indicates necessity for haul-out in harbor seals. *Marine Mammal Science* 12, 619–624

BRASSEUR, S.; FEDAK, M. A. (2003): Habitat use of harbour seals in relation to recreation, fisheries, and large infra-structural works. In: *Management of North Sea Harbour and Grey Seal Populations*. Wilhelmshaven: CWSS Common Wadden Sea Secretariat. (Wadden Sea ecosystem; 17), 27-31

BROCKE, H. (2005): Methodenuntersuchung zur Standkamera am Ostende von Norderney. Rostock, Univ., Semesterarb.

CAUGHLEY, G. (1974): Interpretation of age ratios. *Wildlife Management* 38, 557-562

Conservation and management plan for the wadden sea seal population 1996 – 2000 (1996). *Wadden Sea Newsletter* 1996, 2, 41–54

DANIEL, R. et al. (2001): Molting phenology of harbor seals on Tugidak Island, Alaska. In: Small, R. J. et al. (Hrsg.): *Harbor seal investigations in Alaska*. Annual report. NOAA Grant NA87FX0300. Anchorage, Alaska: Division of Wildlife Conservation, Alaska Department of Fish and Game, 130–145

DIETRICH, G. (1992): *Allgemeine Meereskunde*. 3. Aufl. Berlin u.a.: Borntraeger

DIETRICH, K.; KOEPFF, C. (o.J.[1984]): Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen dem zu Erholungszwecken durchgeführten Befahren des Wattenmeeres mit Wasserfahrzeugen und dem Verhalten der Vögel und Meeressäuger. Vorhaben Nr. 82 HS 013. Abschlußbericht. Wilhelmshaven: Institut für Vogelforschung "Vogelwarte Helgoland"

DIETRICH, K.; KOEPFF, C. (1986): Erholungsnutzung des Wattenmeeres als Störfaktor für Seehunde. *Natur und Landschaft* 61, 290–292

DIETZ, R.; HEIDE-JØRGENSEN, M.-P.; HÄRKÖNEN, T. (1989): Mass death of harbour seals (*Phoca vitulina*) in Europe. *Ambio* 18, 258–264

DITTRICH, L. (Hrsg.) (2007): *Zootierhaltung - Tiere in menschlicher Obhut*. 9. Aufl. Frankfurt am Main

DRESCHER, H. E. (1979): Spatial distribution of the harbour seal in the Wadden Sea during the breeding season. *ICES C.M.* 1979/N:6

EBERHARDT, L. L.; CHAPMAN, D. G.; GILBERT, J. R. (1979): A review of marine mammal census methods. Washington, D.C.: Wildlife Society. (Wildlife Monographs; 63)

GARCÍA HARTMANN, M. (1997): Pathology of marine mammals. In: Janiaux, T. et al. (Eds.): *Marine mammals, seabirds and pollution of marine species*. Liège: Pr. Fac. Méd. Vet. Univ. Liège, 117-149

GARCIA HARTMANN, M. (1999): Handaufzucht von Pinnipeden. In: 19. Arbeitstagung der Zootierärzte im deutschsprachigen Raum. Tagungsbericht. Nürnberg, 17-22

GÖHREN, H.(1974): Über Strömungsverhältnisse und Sandtransport in Flachwassergebieten vor der südöstlichen Nordseeküste. Hamburg: Behörde für Wirtschaft und Verkehr, Strom- u. Hafenbau. (Hamburger Küstenforschung; 29)

GRELLIER, K.; THOMPSON, P. M.; CORPE, H. M. (1996): The effect of weather conditions on harbour seal (*Phoca vitulina*) haulout behaviour in the Moray Firth, northeast Scotland. *Canadian Journal of Zoology* 74, 1806–1811

GRÜNNAGEL, J. (1989): Untersuchungen zur artgemässen Haltung von Seehunden (*Phoca vitulina*) und Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) in Aufzucht- bzw. Rettungsstationen und in zoologischen Gärten bzw. Aquarien unter besonderer Berücksichtigung der unterschiedlichen Problemstellungen bei beiden Formen der Gefangenschaftshaltung. Tönning: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

HAAFTEN, J. L. VAN (1974): Die Bewirtschaftung von Seehunden in den Niederlanden. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 8, 345–349

HÄRKÖNEN, T. J.; HÅRDING, K. C.; HEIDE-JØRGENSEN, M.-P. (1999): Age and sex specific behavior in harbor seals (*Phoca vitulina*) leads to biased estimates of vital population parameters. *Journal of Applied Ecology* 36, 825-841

HARDER, T. C. (1997): Herpesviruses and morbilliviruses of aquatic and terrestrial carnivores. Rotterdam, Univ., Diss.

HART, J. S.; IRVING, L. (1959): The energetics of harbor seals in air and in water with special consideration of seasonal changes. *Journal of Zoology, Lond.* 37, 447–457

HART, P. 'T (2007): Seal hunt in the Netherlands, 1591 - 1962. Amsterdam, Vrije Universiteit, Diss.

HAVINGA, B. (1933): Der Seehund (*Phoca vitulina* L.) in den holländischen Gewässern. *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging* 3, 79–111

HAZEKAMP, A. A. H.; MAYER, R.; OSINGA, N. (2010): Flow simulation along a seal: the impact of an external device. *European Journal of Wildlife Research* 56, 131-140

HEIBEL, V.; BROMISCH, W. (2000): Untersuchung zur Entwicklung von Leitlinien für die Durchführung von Seehundausflugsfahrten im Niedersächsischen Wattenmeer. Leeuwarden, Niederlande, Van Hall Institut, Diplomarb.

HEIDE-JØRGENSEN, M.-P. et al. (1992): Retrospective of the 1988 European seal epizootic. *Diseases of Aquatic Organisms* 13, 37-62

JANSEN, J. K. et al. (2003): Investigation of the potential disturbance of harbor seals by cruise ships in Disenchantment Bay, Alaska, May to August 2002. Seattle: Alaska Fisheries Science Center. (Draft Report; 1)

JEFFRIES, S. J.; Brown, R. F.; Harvey, J. T. (1993): Techniques for capturing, handling and marking harbor seals. *Aquatic Mammals* 19, 21–25

JOHN, W. (1984): Wildbiologische und Verhaltensstudien am Seehund im Niedersächsischen Wattenmeer. Projekt Nr. ENV 460-80 D (B). Abschlußbericht an die Kommission der Europäischen Gemeinschaften. Göttingen: Universität Göttingen, Institut für Wildbiologie und Jagdkunde

KOCH, M.; NIEMEYER, H. D. (1978): Sturmtiden-Strommessungen im Bereich des Nordeener Seegats. *Jber. 1977, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz* ; 29.



- KOCH, M.; NIEMEYER, H. D. (1980): Strömungsmessungen im Bereich der Wattwasserscheiden von Norderney und Baltrum sowie im Seegat Wichter Ee. Jber. 1979, Forsch.-Stelle f. Insel- u. Küstenschutz ; 31
- KRAFT, H. (o.J. [ca. 1976]): Untersuchungen am europäischen Seehund an der Nordseeküste im Hinblick auf seine Biologie. Bericht über das Forschungsvorhaben "Seehund" des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ZV/5 J 533.14 - 126. München
- LAWS, R. M. (1962): Age determination of pinnipeds with special reference to growth layers in the teeth. Zeitschrift für Säugetierkunde 27, 129–146
- LELLI, B.; HARRIS, D. E. (2001): Human disturbances affect harbor seal haul-out behavior: Can the law protect these seals from boaters? Lewiston, Maine: University of Southern Maine Lewiston-Auburn College
- MARSH, S.-H., SCHEIBEL, W. (1989): Untersuchungen zum Altersaufbau eines Seehundbestandes - Analysen an Totfunden aus Schleswig-Holstein. In: Heidemann, G.; Schwarz, J. (Hrsg.): Zoologische und ethologische Untersuchungen zum Robbensterben. Vorläufiger Endbericht zum FE-Vorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Nr. 10805017/06. Kiel: Univ., Inst. für Haustierkunde, 61-85
- MATZKE, T. (2001): Untersuchungen zur Entwicklung des Gebisses beim Ostatlantischen Seehund (*Phoca vitulina vitulina* L.). Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- MAYER, D. (2006): Vergleichende Anwendung von Gauß- und Lagrange'schen Partikelmodell. Wien, Univ., Diplomarb.
- MOHR, E. (1966): Altersbestimmung und Altersschätzung beim Seehund *Phoca vitulina* L. Z. Jagdwiss. 12, 49–54
- MÜLLER, N. (2007): Mögliche Ursachen der Veränderungen im Verteilungsmuster der Seehundbestände (*Phoca vitulina* L.) im Niedersächsischen und Hamburgischen Wattenmeer. Dresden, Techn. Hochschule für Wirtschaft u. Technik, Studiengang Landespflge, Dipl.Arb.
- NEUMANN, D. R. (1999): Agnostic behavior in harbor seals (*Phoca vitulina*) in relation to the availability of haul-out space. Marine Mammal Science 15, 507-525
- NIEMEYER, H. D. (1986): Ausbreitung und Dämpfung des Seegangs im See- und Wattengebiet von Norderney. Jber. 1985, Forsch.-Stelle Küste ; 37
- NØRGAARD, Niels (1996): Haul-out behavior, movements, foraging strategies and population estimates of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Danish Wadden Sea. Aarhus, Univ., Diss.
- Nordsee und Deutsche Bucht 2002. Ozeanographischer Zustandsbericht (2003). Hamburg u.a.: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie BSH
- ORTHMANN, T. (2000): Telemetrische Untersuchungen zur Verbreitung, zum Tauchverhalten und zur Tauchphysiologie von Seehunden (*Phoca vitulina vitulina*) des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres. Kiel, Univ., Diss.

- OTLEY, H. M. (2005): Nature-based tourism: experiences at the Volunteer Point penguin colony in the Falkland Islands. *Marine Ornithology* 33, 181-187
- PERRY, E. A.; RENOUF, D. (1988): Further studies of the role of harbour seal (*Phoca vitulina*) pup vocalization in preventing separation of mother-pup pairs. *Canadian Journal of Zoology* 66, 934-938
- REIJNDERS, P. J. H. (1976): The harbor seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 10, 223-236
- REIJNDERS, P. J. H. (1975): A simple field method for age-class determination in the Harbour seal (*Phoca vitulina* L.). In: XII. Congress of the International Union of Game Biologists, Lissabon, 311-314
- REIJNDERS, P. J. H. (1978): Recruitment in the harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch wadden sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 12, 164-179
- REIJNDERS, P. J. H. (1983): The effect of seal hunting in Germany on the further existence of a harbour seal population in the Dutch Wadden Sea. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 48, 50-54
- REIJNDERS, P. J. H. (1984): Man induced environmental factors in relation to fertility changes in pinnipeds. *Environmental Conservation* 11, 61-65
- REIJNDERS, P. J. H. (1992): *Phoca vitulina* Linnaeus 1758 - Seehund. In: Niethammer, J. u.a. (Hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Bd. 6: Meeressäuger. Teil 2: Robben, Wiesbaden: Aula-Verl., 120-137
- REIJNDERS, P. J. H. et al. (1997): Population development of harbour seals *Phoca vitulina* in the Wadden Sea after the 1988 virus epizootic. *Journal of Sea Research* 38, 61-168
- REIMAN, A. J.; TERHUNE, J. M. (1993): The maximum range of vocal communication in air between a harbor seal (*Phoca vitulina*) pup and its mother. *Marine Mammal Science* 9, 182-189
- RENOUF, D. et al. (1981): The effect of disturbance on the daily movements of harbour seals and grey seals between the sea and their hauling grounds at Miquelon. *Applied Animal Ethology* 7, 373-379
- RIES, E. H. (1987): *Populationsbiologie und Ökologie des Seehundes (Phoca vitulina vitulina) im niederländischen Wattenmeer*. München, Univ., Fak. für Biologie, Dipl.Arb.
- RIES, E. H. (1999): *Population biology and activity patterns of harbour seals (Phoca vitulina) in the Wadden Sea*. Groningen, Rijkuniversiteit, Diss.
- RIES, E. H.; HIBY, L. R.; REIJNDERS, P. J. H. (1998): Maximum likelihood population size estimation of harbour seals in the Dutch Wadden Sea based on a mark-recapture experiment. *Journal of Applied Ecology* 35, 332-339
- RUEMPLER, G. (1979): *Der Seehund an der deutschen Nordseeküste. Ein Leben unter Umweltbelastungen und menschlichen Störungen*. Jahrbuch der Wittheit zu Bremen, 23, 95-111

- RUEMPLER, G. (1986): Biologie, Ökologie und Pathologie des Seehundes (*Phoca vitulina* L., 1758) der Nordsee. Zeitschrift des Kölner Zoos 29, 135-157
- Seehunde & Meeressäuger. Dokumentation (1977 – 2007). (1.1976 – 18.1999 Hrsg.: Schumann, W. et al.; 19.2000 – 22.2005/2006/2007 Hrsg.: Lienau, P. et al.). Norden-Norddeich: Seehundaufzucht- & Forschungsstation
- SAGER, G. (1963): Atlas der Elemente des Tidenhubs und der Gezeitenströme für die Nordsee, den Kanal und die Irische See. Rostock: Seehydrograph. Dienst d. DDR
- SCHNEIDER, D. C.; Payne, P. M. (1983): Factors affecting haul-out of harbor seals at a site in southeastern Massachusetts. Journal of Mammalogy 64, 518–520
- SCHWARZ, J. (1998): Untersuchungen zum Aktivitätsmuster der Seehunde im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Entwicklung eines Korrekturfaktors für die Zählflugergebnisse. Osnabrück: Rasch. Zugl. Kiel, Univ., Diss. 1997
- Sixth Trilateral Governmental Conference on the Protection of the Wadden Sea, Esbjerg, November 13, 1991. Ministerial Declaration, Seals Conservation and Management Plan, Memorandum of Intent, Assessment Report (1992). Wilhelmshaven: The Common Wadden Sea Secretariat.
- SPICHER, Albert (1990): Gutachten über die Haltung von Seehunden. Hannover.
- STEDE, M. (1980): Lanugo als Bestandteil des Darmpechs beim neugeborenen Seehund (*Phoca vitulina* L.). Z. Jagdwiss. 26, 159-161
- STEDE, M. (1981): Atresia ani et recti bei einem Seehund. Tierärztl. Prax. 9, 117-118
- STEDE, M. (1987): Development and present situation of the common seal (*Phoca vitulina*) in Niedersachsen. In: Coastal Seal Symposium. Oslo (Norway), April 28, 29, 1987. Paris, [16-22].
- STEDE, M. (1993): Gefährdung und Schutz von Seehunden und Schweinswalen. In: Buchwald, Konrad u. a. (Hrsg.): Maritimer Umweltschutz. Dokumentation des Vortragszyklus 4.-6.10.1991. Wilhelmshaven: Brune (Wilhelmshavener Tage; 4), 105–119
- STEDE, M. (1999): Seehunde im Wattenmeer. In: Umweltatlas Wattenmeer. Bd. 2. Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung. Stuttgart: Ulmer, 76-77
- STEDE, M. 1999: Überwachung des Gesundheitsstatus des Seehundbestandes. In: Umweltatlas Wattenmeer. Bd. 2. Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung. Stuttgart: Ulmer, 114–115
- STEDE, M. (2000). In: Säugetiere & Meeressäuger. 18. Dokumentation. Seehundaufzucht- und Forschungsstation Norden-Norddeich, 21-25
- TEMTE, J. L. (1994): Photoperiod control of birth timing in the harbour seal (*Phoca vitulina*). Journal of Zoology 233, 369–384
- THOMPSON, P. M. et. al. (1989): Seasonal and sex-related variation in the activity patterns of common seals (*Phoca vitulina*). Journal of Applied Ecology 26, 521–535
- THOMPSON, P. M.; HARWOOD, J. (1990): Methods for estimating the population size of common seals, *Phoca vitulina*. Journal of Applied Ecology 27, 924–938

TOUGAARD, S. (1989): Monitoring harbour seal (*Phoca vitulina*) in the Danish Wadden Sea. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 43, 347–356

TRAUT, I. M. (1997): Das aktuelle Verhalten von Seehunden (*Phoca vitulina vitulina*) im heutigen Wattenmeer. Oldenburg, Univ., Fachber. Biologie, Diss.

TREI, H. (2000). In: Säugetiere & Meeressäuger. 18. Dokumentation. Seehundaufzucht- und Forschungsstation Norden-Norddeich, 13-14

VOGEL, S. (1994): Ausmaß und Auswirkungen von Störungen auf Seehunde. In: Lozán, J. u.a. (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verl., 303–308

VOGEL, S.; NORDHEIM, H. v. (1995): Gefährdung von Meeressäugtieren durch Schiffsverkehr. *Seevögel* 16, 82-85

WATTS, Peter (1996): The diel haul-out cycle of harbour seals in an open marine environment: correlates and constraints. *Journal of Zoology* 240, 175–200

WIPPER, E. (1974): Die ökologischen und pathologischen Probleme beim europäischen Seehund (*Phoca vitulina* Linné 1758) an der Niedersächsischen Nordseeküste. München, Univ., Tierärztl. Fak., Diss.

ZETT, S. (1995), Münster, Dipl. Arb. Zitiert nach: 20 Jahre Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (2006), (Schriftenreihe Niedersächsisches Wattenmeer ; 10), 33

## Anhang

Anhang 1:  
Ergebnisse der Seehundzählungen im Niedersächsisches Wattenmeer 1958 bis 2008  
(Quelle: LAVES/OI), (gelb = witterungsbedingter Flugausfall)

Ergebnisse der Seehund-Zählungen im Niedersächsischen Wattenmeer 1958 bis 2009

Datum	#	Aurich			Friesland			Wesermarsch			Cuxhaven			Niedersachsen		
		ad.	juv.	Σ	ad.	juv.	Σ	ad.	juv.	Σ	ad.	juv.	Σ	ad.	juv.	ΣΣ
13.08.2009	5	2197	0	2197	684	0	684	597	0	597	1413	0	1413	4891	0	4891
29.07.2009	4	2373	0	2373	524	0	524	874	0	874	1518	0	1518	5289	0	5289
29.06.2009	3	1820	351	2171	323	101	424	760	250	1010	1310	553	1863	4213	1255	5468
17.06.2009	2	2184	433	2617	501	119	620	781	265	1046	1457	629	2086	4923	1446	6369
03.06.2009	1	1830	94	1924	404	9	413	635	53	688	0	0	0	2869	156	3025
12.08.2008	5	0	0	0	497	0	497	496	0	496	1414	0	1414	2407	0	2407
07.08.2008	4	2350	0	2350	0	0	0	0	0	0	1460	0	1460	3810	0	3810
30.06.2008	3	2424	267	2691	576	121	697	656	225	881	1541	352	1893	5197	965	6162
26.06.2008	2	1880	330	2210	535	105	640	572	213	785	1495	428	1923	4482	1076	5558
12.06.2008	1	1622	284	1906	0	0	0	0	0	0	1266	361	1627	2888	645	3533
23.08.2007	5	2336	0	2336	495	0	495	501	0	501	1301	0	1301	4633	0	4633
08.08.2007	4	2328	0	2328	470	0	470	303	0	303	1460	0	1460	4561	0	4561
09.07.2007	3	1822	274	2096	298	30	328	524	110	634	1284	0	1284	3928	414	4342
25.06.2007	2	0	0	0	480	70	550	639	210	849	1313	541	1854	2432	821	3253
11.06.2007	1	1703	111	1814	425	41	466	614	178	792	1275	274	1549	4017	604	4621
17.08.2006	5	1673	0	1673	451	0	451	563	0	563	1301	0	1301	3988	0	3988
03.08.2006	4	1479	0	1479	512	0	512	590	0	590	1239	0	1239	3820	0	3820
06.07.2006	3	1497	266	1763	353	97	450	516	188	704	1281	374	1655	3647	925	4572
21.06.2006	2	1396	242	1638	396	89	485	645	331	976	1032	511	1543	3469	1173	4642
07.06.2006	1	1068	33	1101	327	1	328	480	43	523	972	51	1023	2847	128	2975
16.08.2005	5	1675	0	1675	353	0	353	488	0	488	1091	0	1091	3607	0	3607
01.08.2005	4	1404	0	1404	373	0	373	417	0	417	906	0	906	3100	0	3100
01.07.2005	3	1622	266	1888	320	82	402	676	253	929	1186	432	1618	3804	1033	4837
29.06.2005	2	1525	278	1803	312	99	411	544	321	865	1181	478	1659	3562	1176	4738
17.06.2005	1	1394	215	1609	318	75	393	582	300	882	1084	441	1525	3378	1031	4409
11.08.2004	5	518	0	518	340	0	340	501	0	501	1118	0	1118	2477	0	2477
09.08.2004	4	1309	0	1309	317	0	317	528	0	528	944	0	944	3098	0	3098
30.06.2004	3	1257	303	1560	295	81	376	527	244	771	1070	271	1341	3149	899	4048
28.06.2004	2	1339	373	1712	252	67	319	514	216	730	960	290	1250	3065	946	4011
11.06.2004	1	1207	219	1426	279	40	319	546	176	722	855	221	1076	2887	656	3543
23.08.2003	5	1299	0	1299	280	0	280	371	0	371	665	0	665	2615	0	2615
08.08.2003	4	1377	0	1377	314	0	314	400	0	400	960	0	960	3051	0	3051
25.06.2003	3	1172	235	1407	212	64	276	417	199	616	790	301	1091	2591	799	3390

23.06.2003	2	1160	211	1371	245	54	299	595	223	818	673	275	948	2673	763	3436
11.06.2003	1	1111	126	1237	226	37	263	382	131	513	709	115	824	2428	409	2837
16.08.2002	5	2095	0	2.095	508	0	508	703	0	703	1721	0	1.721	5027	0	5027
14.08.2002	4	2159	0	2.159	509	0	509	623	0	623	1449	0	1.449	4740	0	4740
04.07.2002	3	2253	0	2.253	832	0	832	1034	0	1034	1676	0	1.676	5795	0	5795
19.06.2002	2	2253	419	2.672	589	127	716	753	307	1060	1552	481	2.033	5147	1334	6481
17.06.2002	1	1799	387	2.186	516	111	627	876	318	1194	1344	467	1.811	4535	1283	5818
15.08.2001	5	2040	2	2.042	564	0	564	669	0	669	1718	0	1.718	4991	2	4993
13.08.2001	4	2323	3	2.326	507	0	507	589	43	632	1894	0	1.894	5313	46	5359
28.06.2001	3	2323	345	2.668	507	110	617	802	240	1.042	1513	383	1.896	5145	1078	6223
15.06.2001	2	1900	214	2.114	300	68	368	2299	317	2.616	1823	360	2.183	6322	959	7281
31.05.2001	1	2112	4	2.116	505	0	505	512	6	518	844	8	852	3973	18	3991
25.08.2000	8	2118		2118	603		603	607		607	933		933	4261	0	4261
22.08.2000	7	1739		1739	559		559	616		616	1406		1406	4320	0	4320
12.07.2000	6	1773	90	1863	271	40	311	360	61	421	0	0	0	2404	191	2595
07.07.2000	5	1653	172	1825	458	71	529	564	173	737	1093	120	1213	3768	536	4304
30.06.2000	4	1950	280	2230	522	103	625	677	232	909	1218	190	1408	4367	805	5172
24.06.2000	3	1703	340	2043	445	139	584	648	284	932	1350	324	1674	4146	1087	5233
09.06.2000	2	1802	166	1968	499	35	534	717	159	876	1180	217	1397	4198	577	4775
29.05.2000	1	1344	81	1425	633	0	633	631	3	634	1137	11	1148	3745	95	
22.08.1999	5	1849		1849	518	10	528	433	16	449	1270		1270	4070	26	4096
20.08.1999	4	1654		1654	522	34	556	483	49	532	1091		1091	3750	83	3833
09.07.1999	3	1529	281	1810	510	52	562	605	136	741	1279	167	1446	3923	636	4559
22.06.1999	2	1520	255	1775	491	79	570	660	231	891	1208	365	1573	3879	930	4809
08.06.1999	1	1619	121	1740	492	22	514	652	151	803	1098	139	1237	3861	433	4294
17.08.1998	6	1863		1863	454	31	485	525	37	562	1434		1434	4276	68	4344
14.08.1998	5	1712	1	1713	511	6	517	530	10	540	1323		1323	4076	17	4093
06.07.1998	4	1418	112	1530	305	94	399	583	146	729	0	0	0	2306	352	2658
01.07.1998	3	1410	238	1648	393	67	460	570	152	722	1304	252	1556	3677	709	4386
18.06.1998	2	1408	190	1598	446	78	524	598	198	796	1337	333	1670	3789	799	4588
02.06.1998	1	1324	33	1357	356	1	357	536	7	543	963	18	981	3179	59	3238
28.08.1997	8	962		962	389	4	393	488	11	499	848		848	2687	15	2702
13.08.1997	7	1133		1133	396	35	431	519	39	558	1423		1423	3471	74	3545
14.07.1997	6	1297	97	1394	389	56	445	547	136	683	1231		1231	3464	289	3753
30.06.1997	5	1266	254	1520	391	71	462	630	248	878	1118	341	1459	3405	914	4319
26.06.1997	4	1133	209	1342	343	61	404	448	232	680	914	279	1193	2838	781	3619
16.06.1997	3	1100	164	1264	423	39	462	589	139	728	1086	199	1285	3198	541	3739
10.06.1997	2	749	70	819	304	4	308	487	50	537	927	45	972	2467	169	2636
29.05.1997	1	903	0	903	374	0	374	474	0	474	750	0	750	2501	0	2501
26.07.1996	5	978	4	982	333	4	337	497	16	513	1123		1123	2931	24	2955
26.06.1996	4	1051	231	1282	305	52	357	518	186	704	943	244	1187	2817	713	3530
12.06.1996	3	880	108	988	228	4	232	392	70	462	736	64	800	2236	246	2482
08.06.1996	2	640	43	683	214	1	215	423	18	441	719	19	738	1996	81	2077
30.05.1996	1	670	2	672	263	0	263	457	0	457	763	0	763	2153	2	2155

Anhang

04.08.1995	6	944	3	947	360	23	383	314	47	361	1065		1065	2683	73	2756
20.07.1995	5	974	29	1003	347	29	376	458	89	547	950		950	2729	147	2876
10.07.1995	4	885	156	1041	259	48	307	448	123	571	799	213	1012	2391	540	2931
03.07.1995	3	820	135	955	165	47	212	421	153	574	866	250	1116	2272	585	2857
21.06.1995	2	887	112	999	325	53	378	502	181	683	922	232	1154	2636	578	3214
09.06.1995	1	850	47	897	249	0	249	358	26	384	805	9	814	2262	82	2344
03.08.1994	8	840	7	847	382	2	384	449	1	450	826		826	2497	10	2507
19.07.1994	7	852	38	890	321	43	364	410	82	492	971		971	2554	163	2717
15.07.1994	6	856	37	893	296	38	334	368	94	462	736	171	907	2256	340	2596
05.07.1994	5	872	118	990	279	54	333	425	172	597	0			1576	344	1920
30.06.1994	4	800	150	950	303	54	357	460	204	664	901	239	1140	2464	647	3111
20.06.1994	3	878	127	1005	277	44	321	443	199	642	808	209	1017	2406	579	2985
17.06.1994	2	772	74	846	257	22	279	407	140	547	776	166	942	2212	402	2614
02.06.1994	1	682	8	690	211	0	211	319	1	320	639	11	650	1851	20	1871
26.08.1993	#	722	0	722	284	21	305	391	37	428	857		857	2254	58	2312
12.08.1993	9	756	1	757	254	25	279	417	41	458	759		759	2186	67	2253
26.07.1993	8	597	12	609	120	8	128	246	25	271	649	98	747	1612	143	1755
16.07.1993	7	0	0	0	191	17	208	282	23	305	498	132	630	971	172	1143
12.07.1993	6	643	100	743	154	25	179	315	103	418	621	182	803	1733	410	2143
01.07.1993	5	593	79	672	208	42	250	409	139	548	678	266	944	1888	526	2414
28.06.1993	4	652	120	772	171	44	215	383	134	517	721	257	978	1927	555	2482
25.06.1993	3	449	90	539	118	29	147	346	123	469	628	224	852	1541	466	2007
14.06.1993	2	616	45	661	192	6	198	399	87	486	736	114	850	1943	252	2195
28.05.1993	1	672	0	672	169	0	169	243	0	243	420	0	420	1504	0	1504
25.08.1992	#	534		534	184	11	195	276	11	287	530		530	1524	22	1546
07.08.1992	9	579	2	581	170	13	183	345	13	358	712		712	1806	28	1834
24.07.1992	8	559	15	574	189	24	213	395	24	419	517	164	681	1660	227	1887
09.07.1992	7	539	94	633	153	19	172	406	19	425	521	132	653	1619	264	1883
06.07.1992	6	515	86	601	163	35	198	389	35	424	555	152	707	1622	308	1930
26.06.1992	5	573	124	697	198	33	231	479	33	512	617	197	814	1867	387	2254
23.06.1992	4	513	99	612	201	34	235	478	34	512	645	165	810	1837	332	2169
19.06.1992	3	365	46	411	53	8	61	235	8	243	410	129	539	1063	191	1254
09.06.1992	2	587	8	595	148	1	149	338	1	339	658	17	675	1731	27	1758
25.05.1992	1	582	0	582	190	0	190	340	0	340	577	0	577	1689	0	1689
19.08.1991	#	513	2	515	174	10	184	262	31	293	556		556	1505	43	1548
05.08.1991	9	509	7	516	176	18	194	300	64	364	657		657	1642	89	1731
19.07.1991	8	478	29	507	128	16	144	237	53	290	422	105	527	1265	203	1468
09.07.1991	7	475	84	559	146	24	170	228	82	310	474	143	617	1323	333	1656
03.07.1991	6	368	73	441	144	40	184	241	87	328	468	192	660	1221	392	1613
24.06.1991	5	507	114	621	151	41	192	285	103	388	570	223	793	1513	481	1994
20.06.1991	4	477	78	555	135	28	163	275	80	355	608	177	785	1495	363	1858
18.06.1991	3	404	38	442	155	16	171	263	60	323	565	140	705	1387	254	1641
10.06.1991	2	396	2	398	73	1	74	168	13	181	296	45	341	933	61	994
25.05.1991	1	320	1	321	139		139	156		156	312	1	313	927	2	929

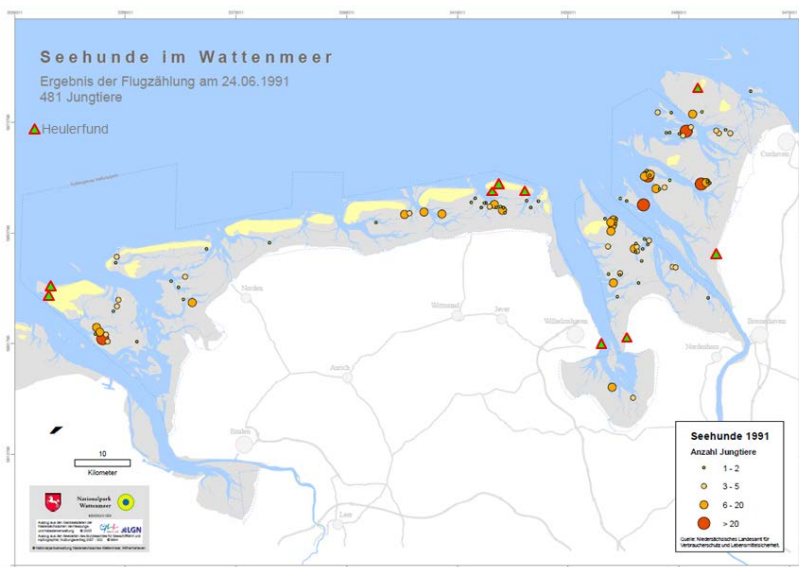
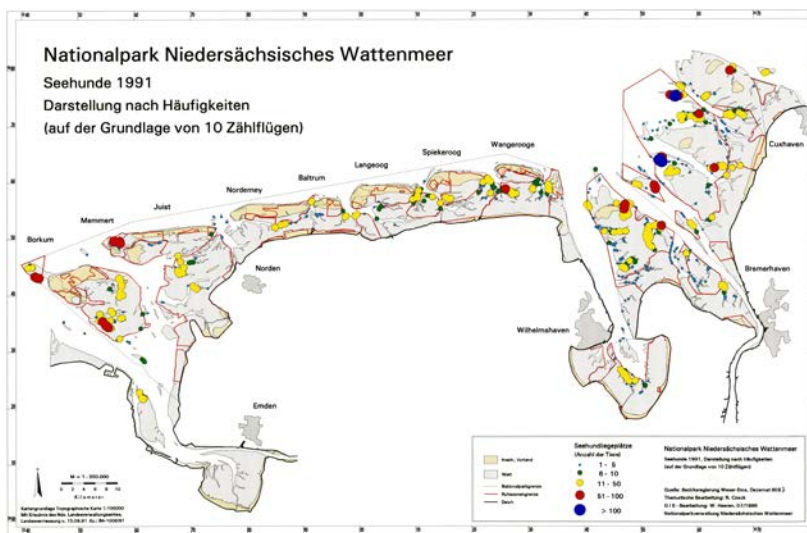
15.08.1990	7	523	0	523	168	0	168	246	0	246	541	0	541	1478	0	1478
31.07.1990	6	462	0	462	135	0	135	237	0	237	503	0	503	1337	0	1337
16.07.1990	5	430	0	430	139	0	139	252	0	252	485	0	485	1306	0	1306
03.07.1990	4	376	75	451	97	26	123	272	84	356	529	161	690	1274	346	1620
19.06.1990	3	318	55	373	99	13	112	171	69	240	474	118	592	1062	255	1317
01.06.1990	2	0	0	0	128	0	128	205	0	205	456	0	456	0	0	0
18.05.1990	1	341	0	341	125	0	125	179	0	179	461	0	461	1106	0	1106
11.09.1989	#	173	0	173	93	0	93	136	0	136	362	0	362	764	0	764
25.08.1989	9	372	0	372	118	0	118	214	0	214	418	0	418	1122	0	1122
11.08.1989	8	444	0	444	118	0	118	264	0	264	397	0	397	1223	0	1223
27.07.1989	7	332	10	342	96	15	111	193	22	215	318	80	398	939	127	1066
13.07.1989	6	276	49	325	89	17	106	211	41	252	395	102	497	971	209	1180
07.07.1989	5	273	50	323	49	17	66	180	39	219	379	96	475	881	202	1083
30.06.1989	4	340	59	399	83	18	101	228	49	277	521	103	624	1172	229	1401
26.06.1989	3	276	44	320	76	21	97	205	56	261	486	95	581	1043	216	1259
13.06.1989	2	253	3	256	87	3	90	169	5	174	550	19	569	1059	30	1089
29.05.1989	1	333	0	333	82	0	82	138	0	138	478	0	478	1031	0	1031
06.09.1988	6	572	0	572	161	0	161	197	0	197	452	0	452	1382	0	1382
22.08.1988	5	717	0	717	262	0	262	300	0	300	749	0	749	2028	0	2028
23.07.1988	4	764	39	803	249	51	300	441	77	518	887	0	887	2341	167	2508
07.07.1988	3	616	55	671	186	30	216	365	121	486	828	217	1045	1995	423	2418
23.06.1988	2	612	65	677	158	17	175	331	75	406	807	178	985	1908	335	2243
10.06.1988	1	734	0	734	266	0	266	354	0	354	620	0	620	1974	0	1974
19.08.1987	5	747	0	747	302	0	302	399	0	399	878	0	878	2326	0	2326
20.07.1987	4	717	25	742	233	28	261	307	64	371	740	131	871	1997	248	2245
06.07.1987	3	571	66	637	254	41	295	313	108	421	834	213	1047	1973	428	2401
19.06.1987	2	726	13	739	97	3	100	315	30	345	705	61	766	1843	107	1950
05.06.1987	1	486	0	486	213	0	213	240	0	240	711	0	711	1650	0	1650
29.08.1986	5	492	0	492	245	0	245	356	0	356	847	0	847	1940	0	1940
15.08.1986	4	703	0	703	287	0	287	353	0	353	668	0	668	2011	0	2011
18.07.1986	3	554	29	583	193	31	224	349	87	436	789	0	789	1885	147	2032
01.07.1986	2	601	71	672	201	29	230	303	101	404	778	188	966	1883	389	2272
17.06.1986	1	425	4	429	179	1	180	221	19	240	722	27	749	1547	51	1598
26.08.1985	5	641	0	641	220	0	220	324	0	324	808	0	808	1993	0	1993
26.07.1985	4	588	6	594	197	23	220	291	49	340	671	104	775	1747	182	1929
12.07.1985	3	510	54	564	214	28	242	325	92	417	689	150	839	1738	324	2062
27.06.1985	2	372	33	405	121	17	138	271	82	353	546	98	644	1310	230	1540
13.06.1985	1	585	0	585	202	0	202	267	0	267	634	0	634	1688	0	1688
23.08.1984	5	476	0	476	177	0	177	358	0	358	779	0	779	1790	0	1790
24.07.1984	4	532	30	562	163	16	179	342	62	404	652	73	725	1689	181	1870
09.07.1984	3	400	24	424	161	27	188	250	79	329	533	140	673	1340	270	1610
26.06.1984	2	422	20	442	151	6	157	324	42	366	601	144	745	1498	212	1710
08.06.1984	1	508	0	508	174	0	174	256	0	256	728	0	728	1666	0	1666
19.08.1983	5	533	0	533	184	0	184	299	0	299	703	0	703	1719	0	1719

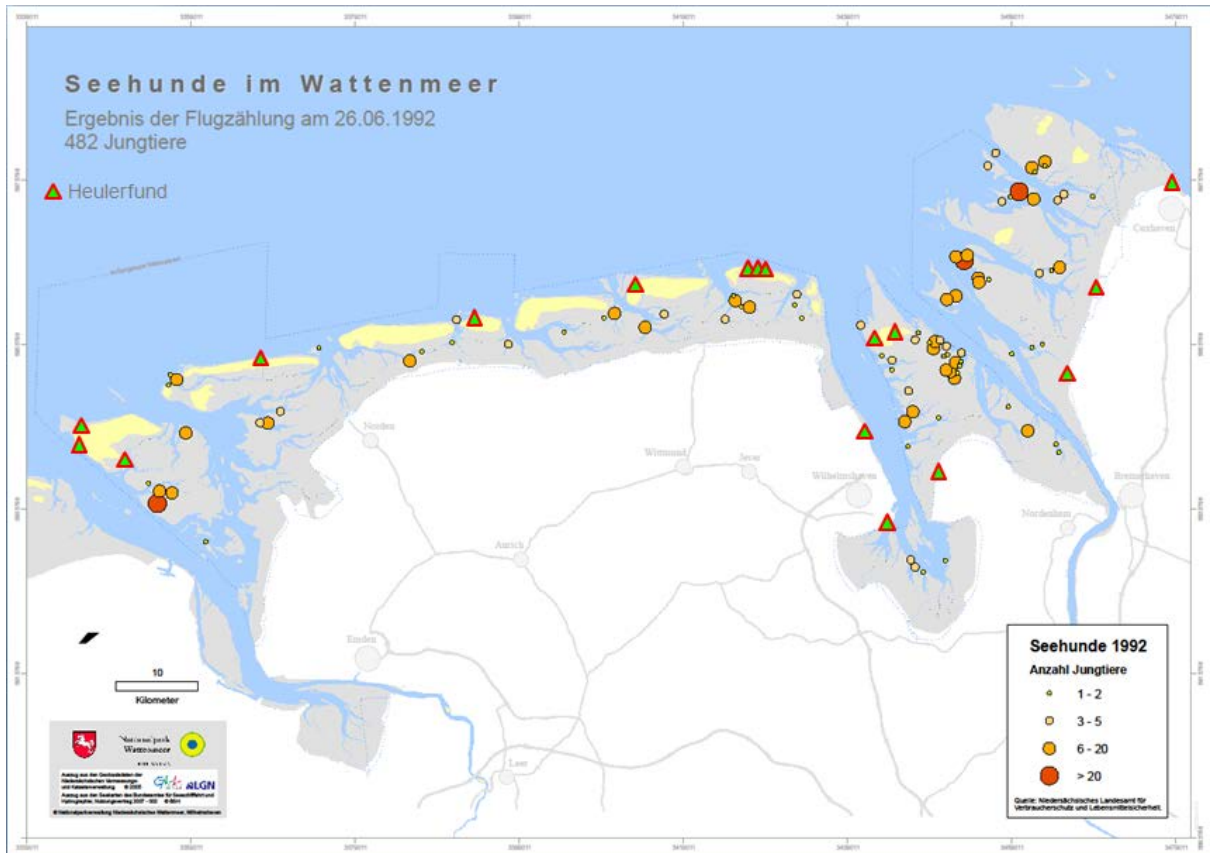
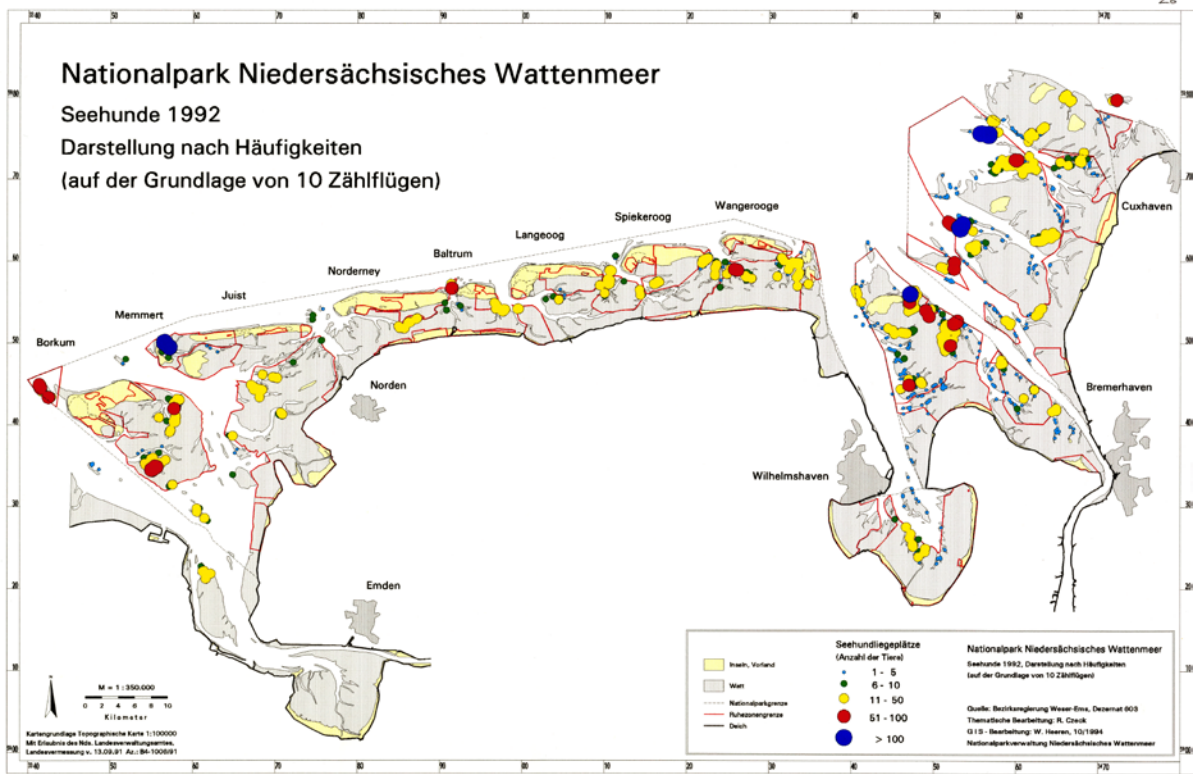


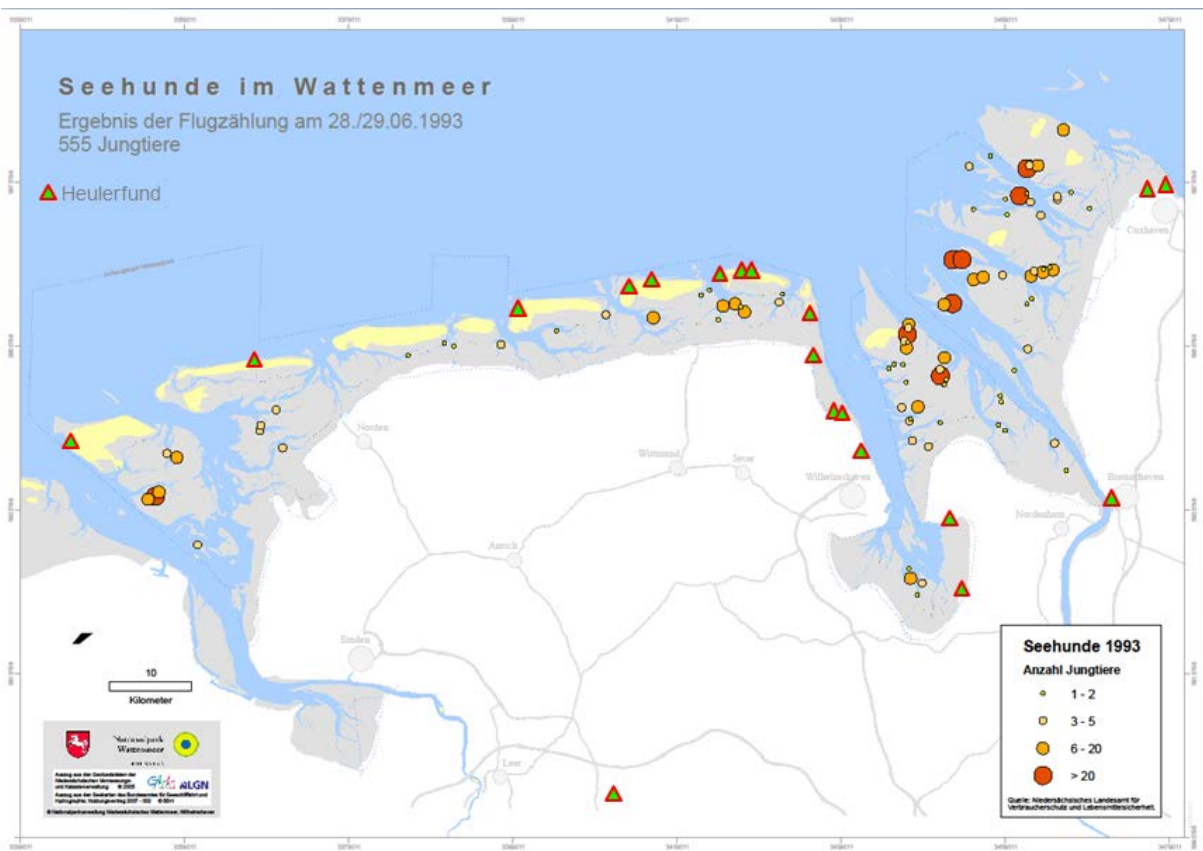
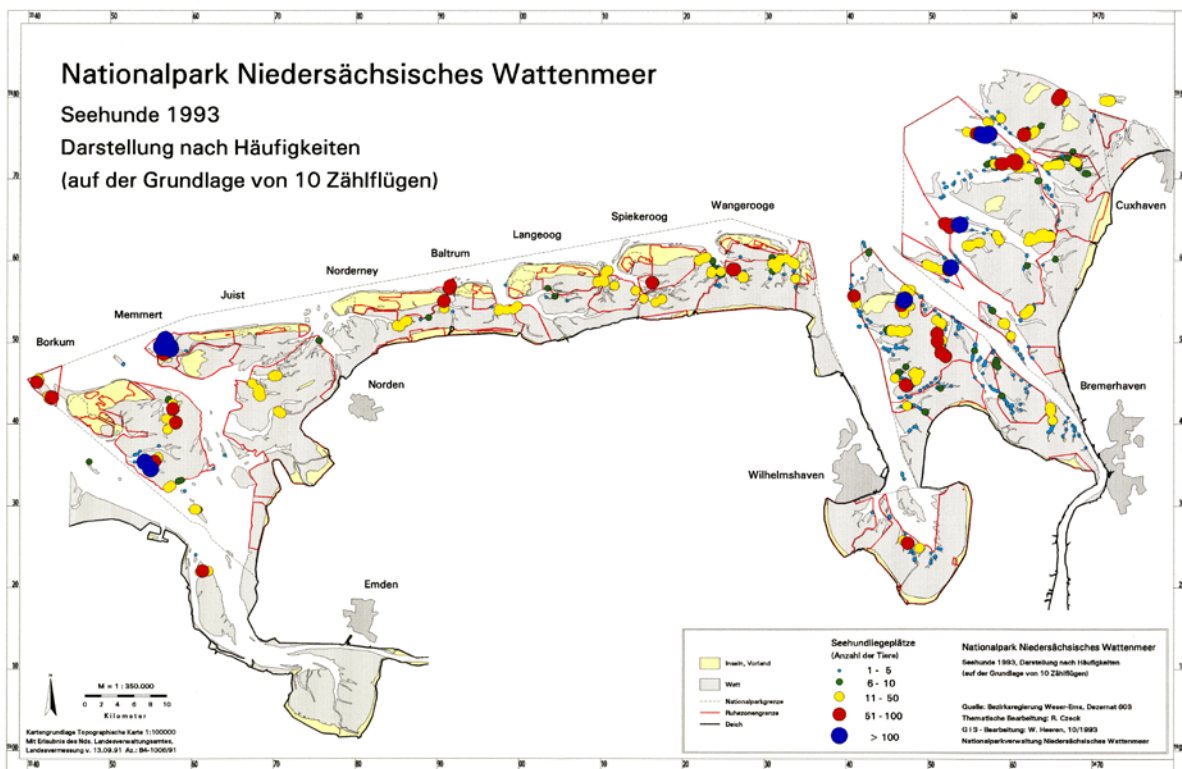
21.07.1983	4	484	26	510	153	18	171	269	61	330	580	123	703	1486	228	1714
07.07.1983	3	434	22	456	145	24	169	291	102	393	565	189	754	1435	337	1772
22.06.1983	2	462	7	469	155	4	159	232	23	255	568	51	619	1417	85	1502
08.06.1983	1	435	0	435	163	0	163	199	0	199	546	0	546	1343	0	1343
17.08.1982	5	503	0	503	161	0	161	304	0	304	536	0	536	1534	0	1504
23.07.1982	4	332	37	369	113	20	133	184	62	246	403	77	480	1032	196	1228
09.07.1982	3	359	35	394	91	22	113	217	88	305	417	108	525	1084	253	1337
30.06.1982	2	415	27	442	119	10	129	240	57	297	516	125	641	1286	219	1505
03.06.1982	1	300	0	300	145	0	145	157	0	157	325	0	325	927	0	927
24.08.1981	5	350	0	350	147	0	147	279	0	279	531	0	531	1307	0	1307
24.07.1981	4	327	14	341	139	27	166	246	54	300	394	86	480	1106	181	1287
08.07.1981	3	345	30	375	123	19	142	199	70	269	348	108	456	1015	227	1242
25.06.1981	2	354	5	359	114	1	115	208	19	227	376	60	436	1052	85	1137
27.05.1981	1	386	0	386	116	0	116	145	0	145	317	0	317	964	0	964
28.08.1980	5	293	0	293	128	0	128	242	0	242	420	0	420	1083	0	1083
22.07.1980	4	284	17	301	114	15	129	216	66	282	444	82	526	1058	180	1238
08.07.1980	3	270	13	283	109	7	116	246	69	315	453	131	584	1078	220	1298
23.06.1980	2	374	2	376	70	0	70	158	5	163	365	16	381	967	23	990
23.05.1980	1	384	0	384	86	0	86	107	0	107	257	0	257	834	0	834
14.09.1979	4	306	0	306	93	0	93	128	0	128	351	0	351	878	0	878
06.08.1979	3	192	16	208	127	15	142	155	32	187	443	75	518	917	138	1055
19.07.1979	2	270	14	284	107	20	127	162	33	195	442	61	503	941	168	1109
20.05.1979	1	355	0	355	91	0	91	111	0	111	262	0	262	819	0	819
26.09.1978	4	238	0	238	83	0	83	148	0	148	244	0	244	713	0	713
16.08.1978	3	229	0	229	121	0	121	218	0	218	433	0	433	1001	0	1001
17.07.1978	2	275	25	300	100	21	121	211	59	270	410	127	537	996	232	1228
02.05.1978	1	260	0	260	104	0	104	105	0	105	147	0	147	616	0	616
23.09.1977	4	208	0	208	100	0	100	92	0	92	279	0	279	679	0	679
11.08.1977	3	237	0	237	124	0	124	204	0	204	487	0	487	1052	0	1052
12.07.1977	2	243	23	266	105	21	126	217	44	261	377	110	487	942	198	1140
02.05.1977	1	260	0	260	102	0	102	94	0	94	371	0	371	827	0	827
20.09.1976	4	200	0	200	118	0	118	127	0	127	380	0	380	825	0	825
06.08.1976	3	200	29	229	126	14	140	135	24	159	456	0	456	984	0	984
08.07.1976	2	231	39	270	102	19	121	176	68	244	401	127	528	910	253	1163
24.05.1976	1	221	0	221	102	0	102	111	0	111	317	0	317	751	0	751
15.07.1975	1	272	0	272	131	0	131	212	0	212	506	0	506	920	201	1121
15.07.1974	1	216	0	216	131	0	131	267	0	267	626	0	626	1028	212	1240
15.07.1973	1	231	0	231	134	0	134	264	0	264	647	0	647	1068	208	1276
15.07.1972	1	340	0	340	133	0	133	340	0	340	628	0	628	1115	326	1441
15.07.1971	1	339	0	339	108	0	108	255	0	255	580	0	580	1021	261	1282
15.07.1970				0			0							1299	0	1299
15.07.1969				0			0							1347	0	1347
15.07.1968				0			0							1541	0	1541
15.07.1967				0			0							1665	0	1665

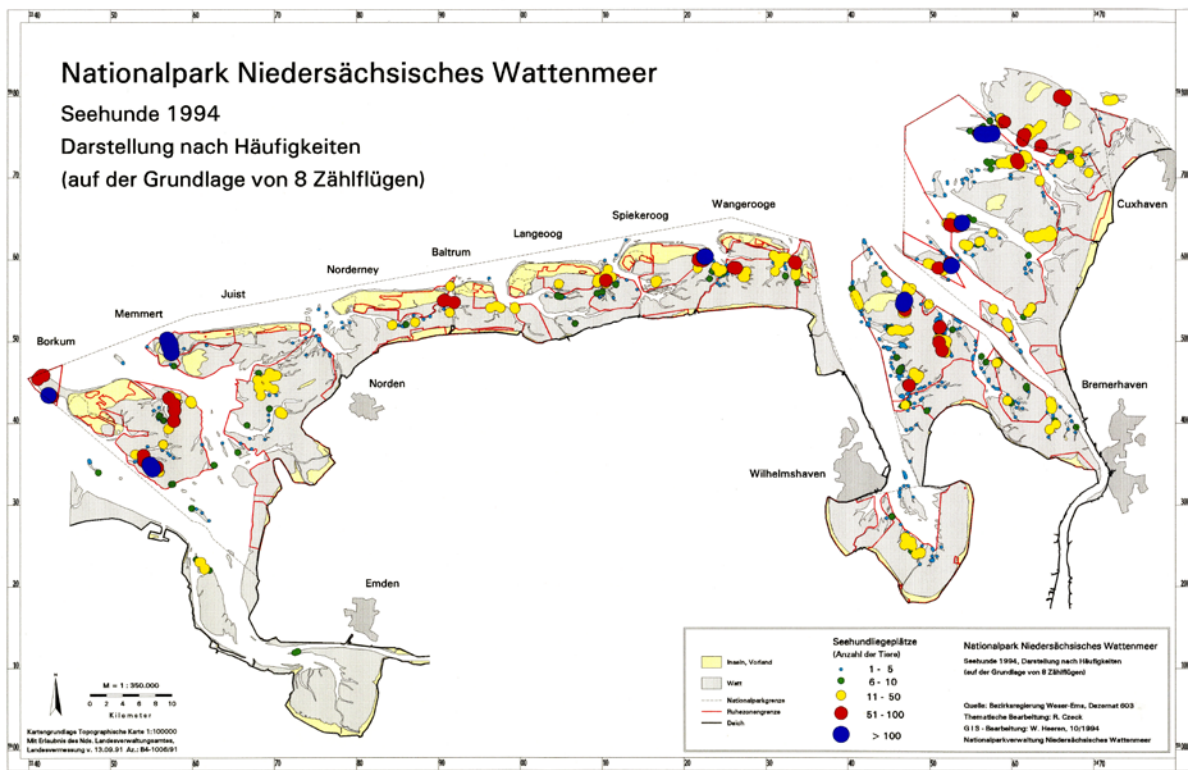
15.07.1966			0	0					1744	0	1744
15.07.1965			0	0					1670	0	1670
15.07.1964			0	0					1695	0	1695
15.07.1963			0	0					1899	0	1899
15.07.1962			0	0					2238	0	2238
15.07.1961			0	0					2165	0	2165
15.07.1960			0	0					2250	0	2250
15.07.1959			0	0					1936	0	1936
15.07.1958			0	0					1827	0	1827

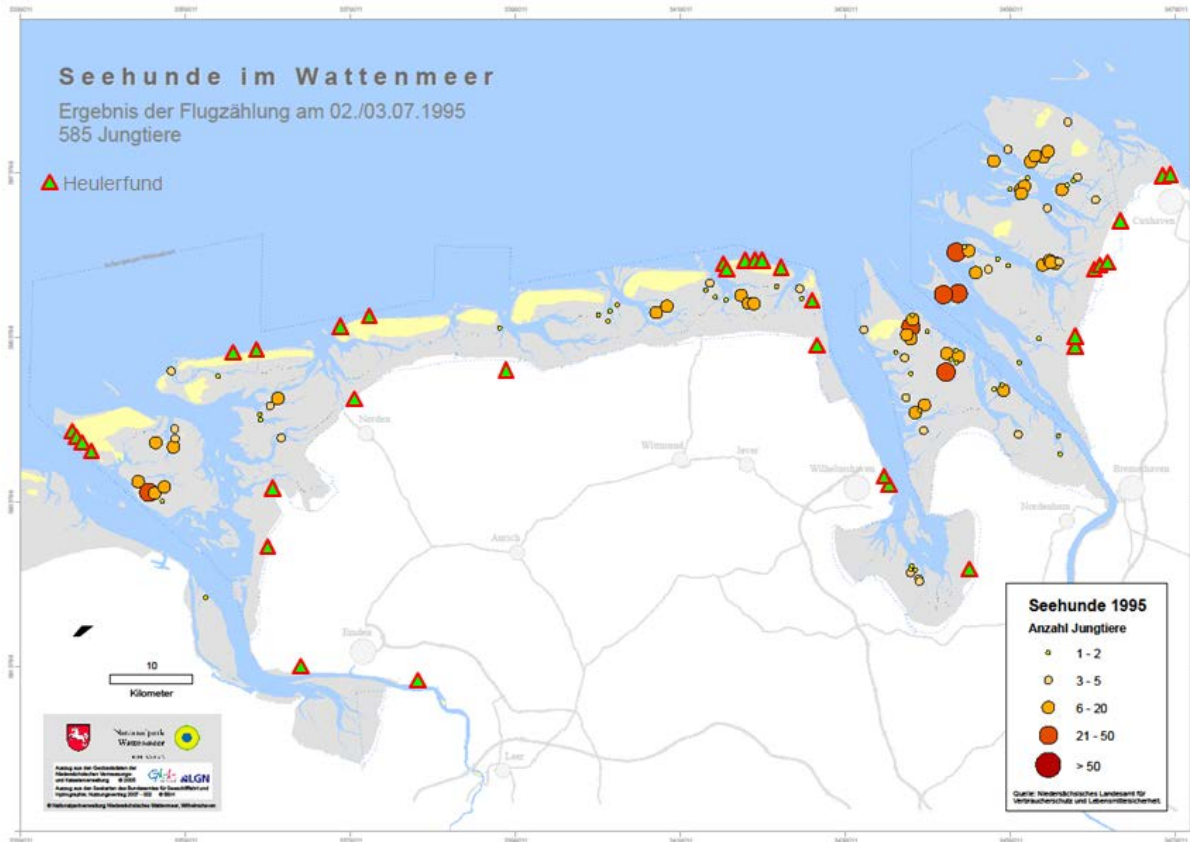
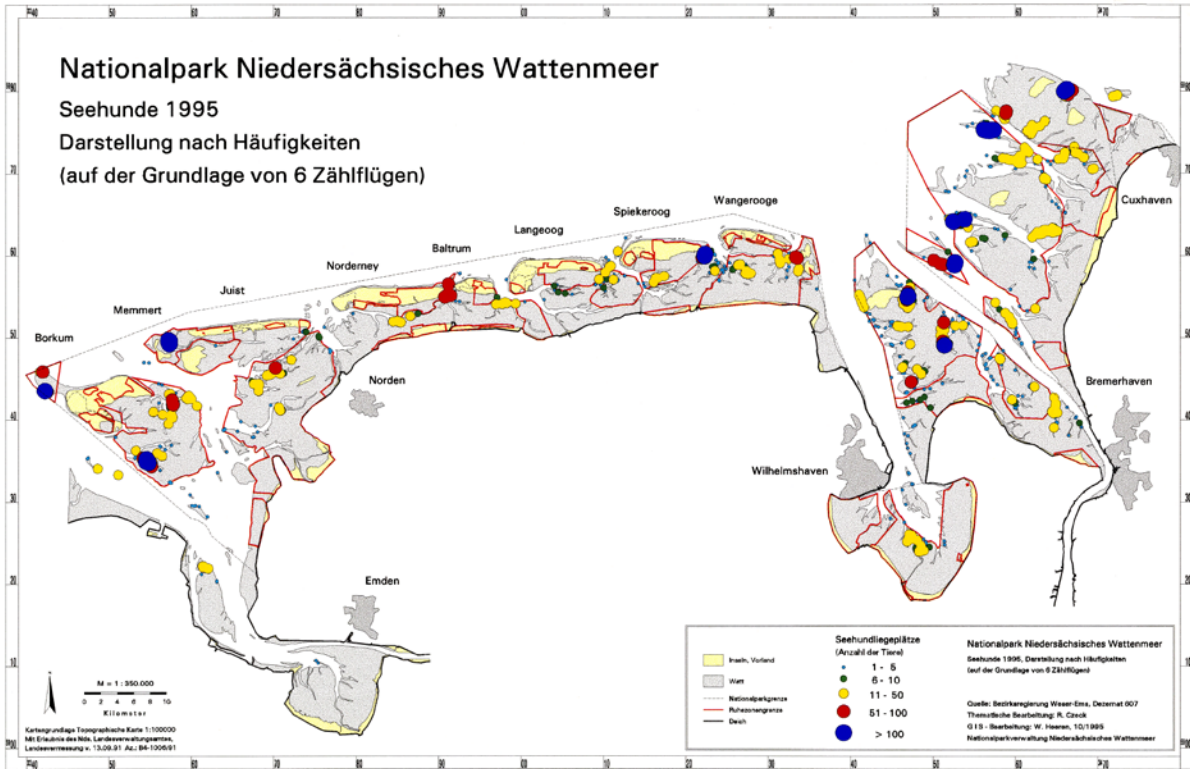
Anhang 2:  
Darstellung der Seehundpopulation nach Häufigkeiten und Darstellung der Jungtiere + Heulerfundorte 1991 bis 2008 (Quelle: Nationalpark-Verwaltung Niedersächsisches Wattenmeer und Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich)

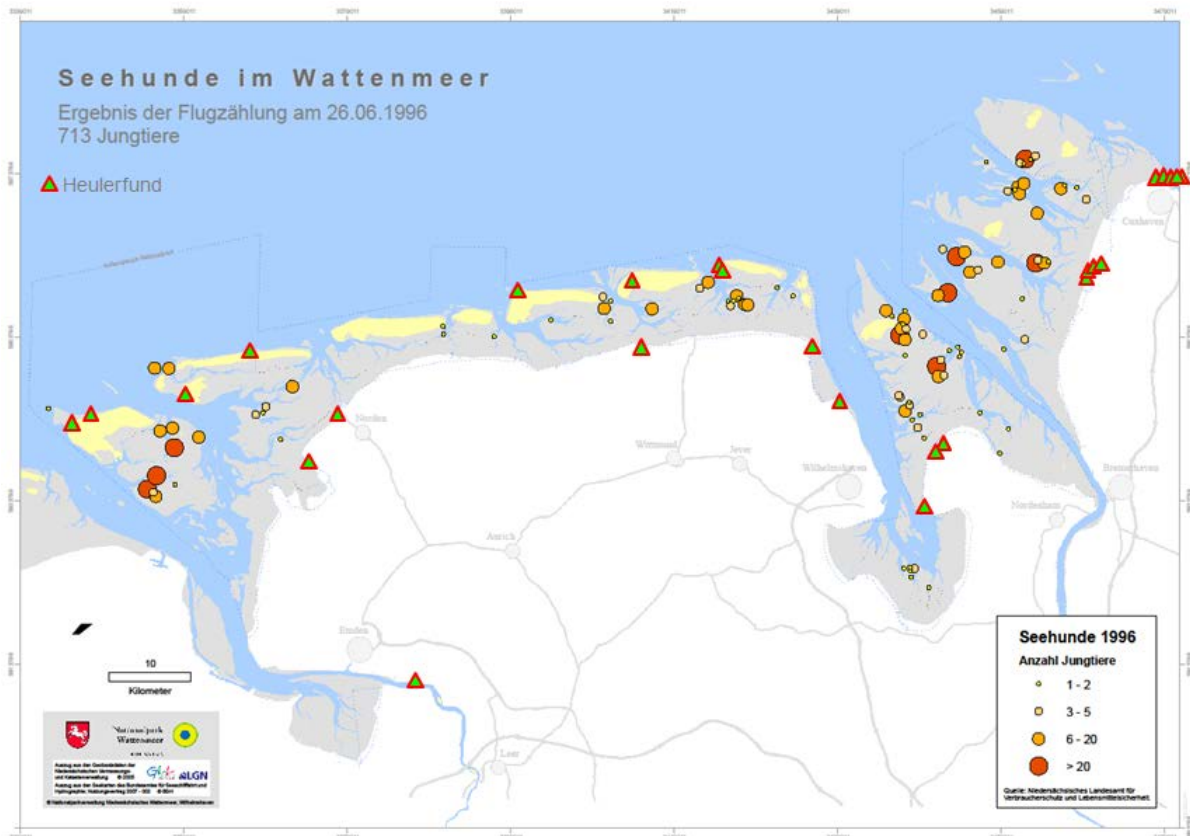
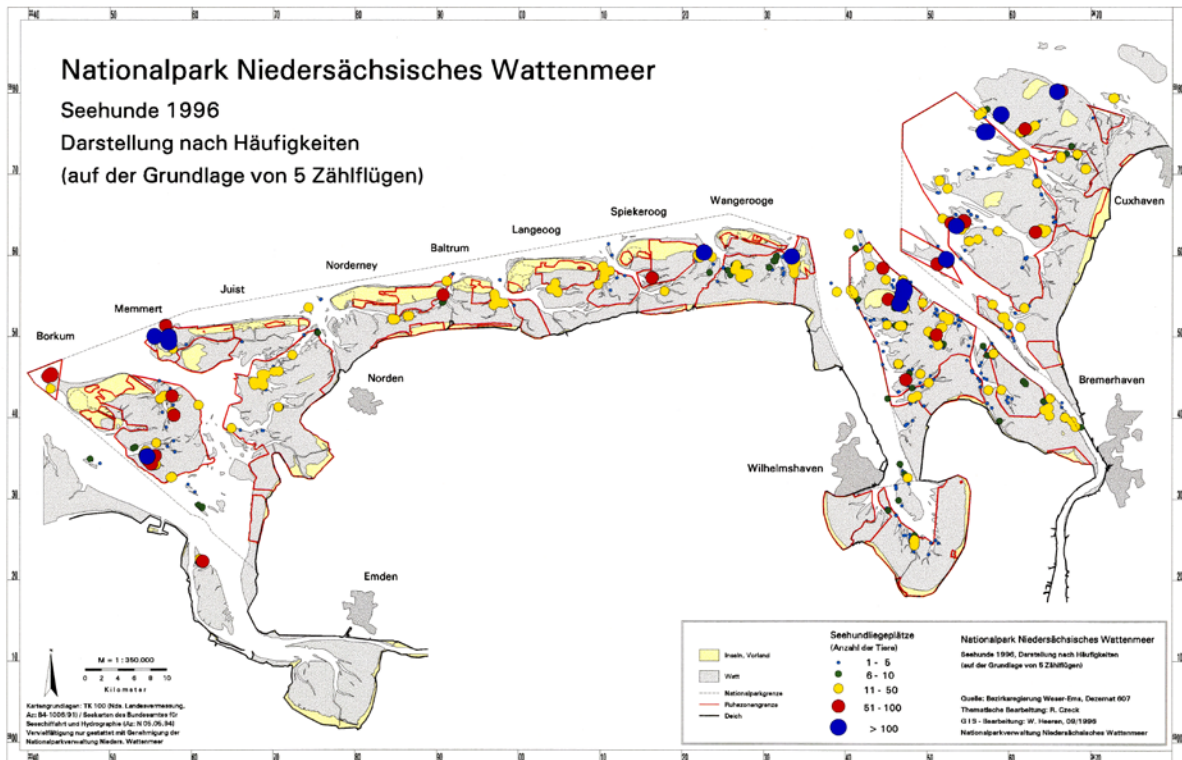


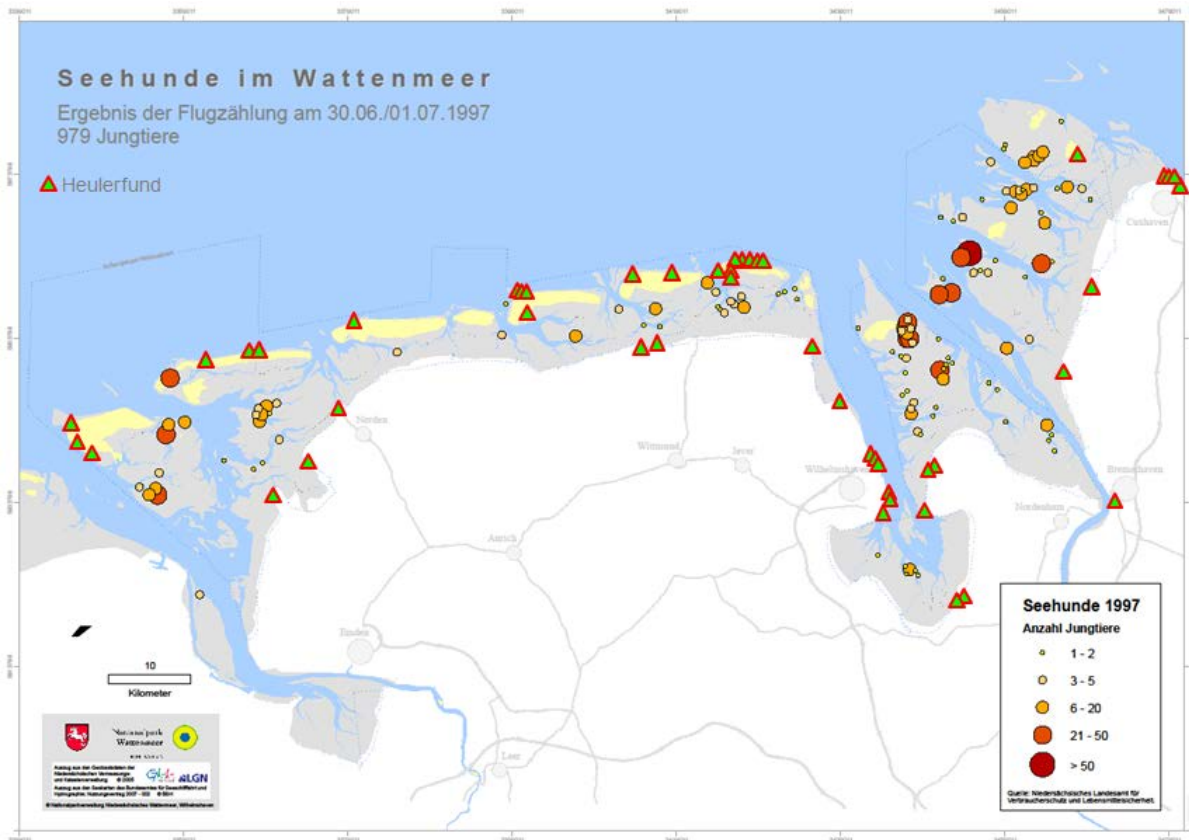
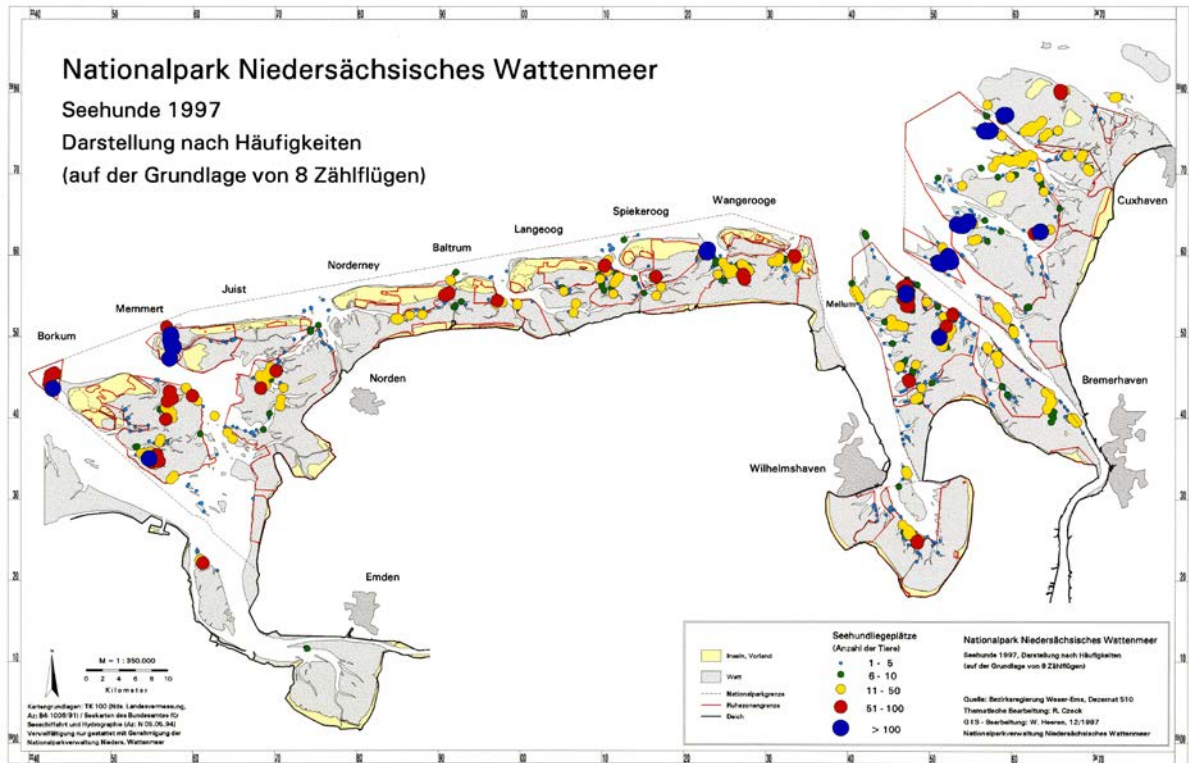




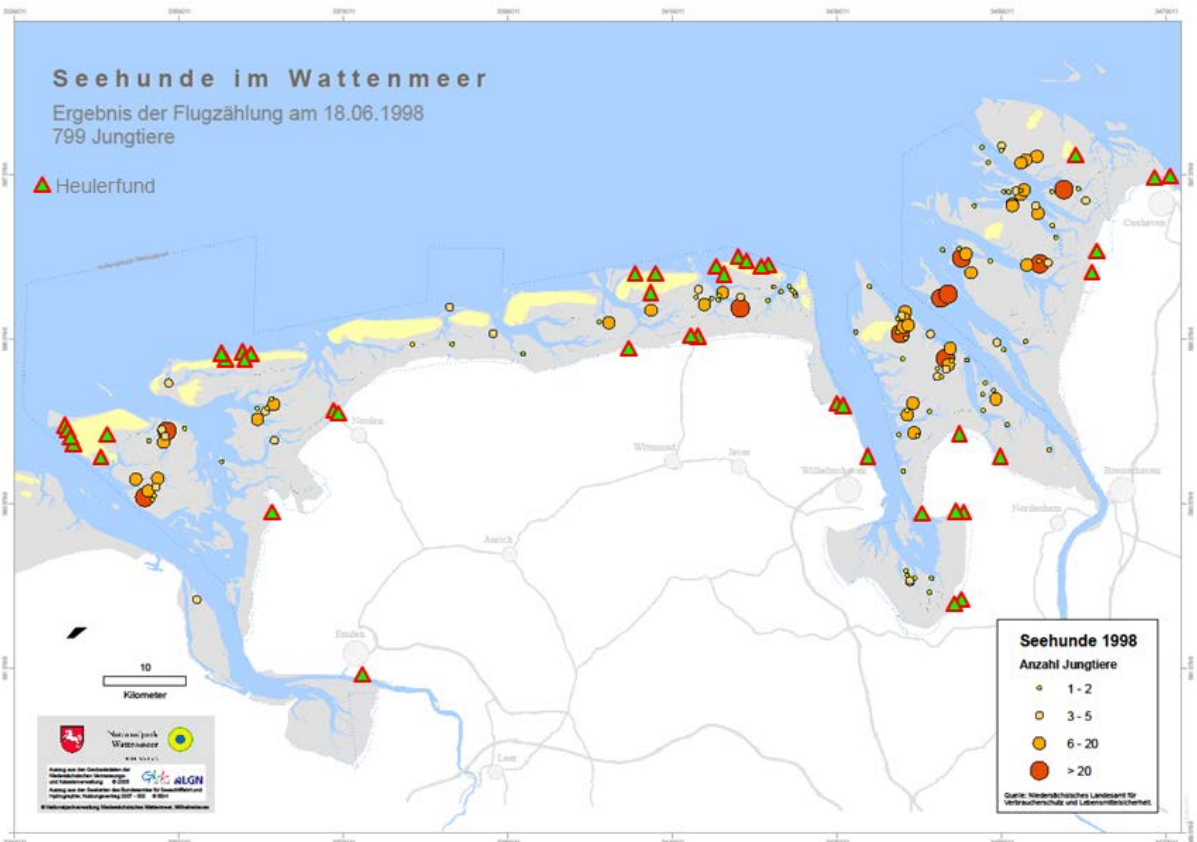
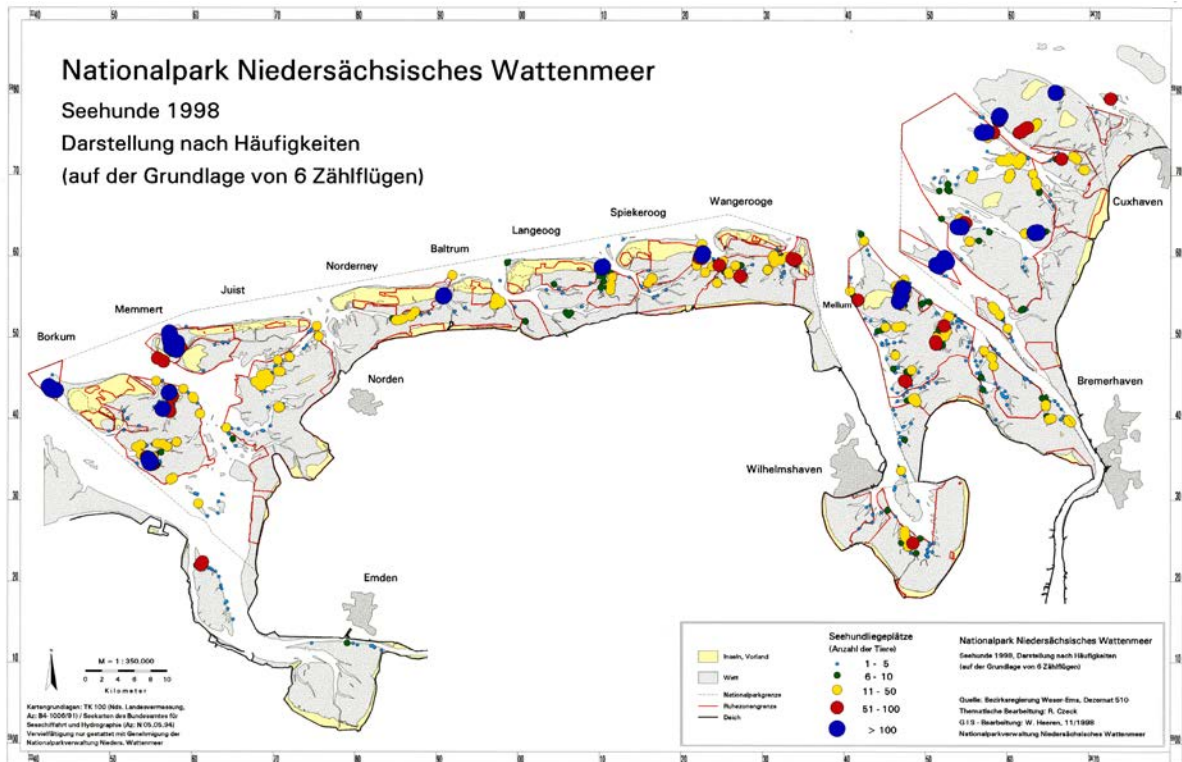


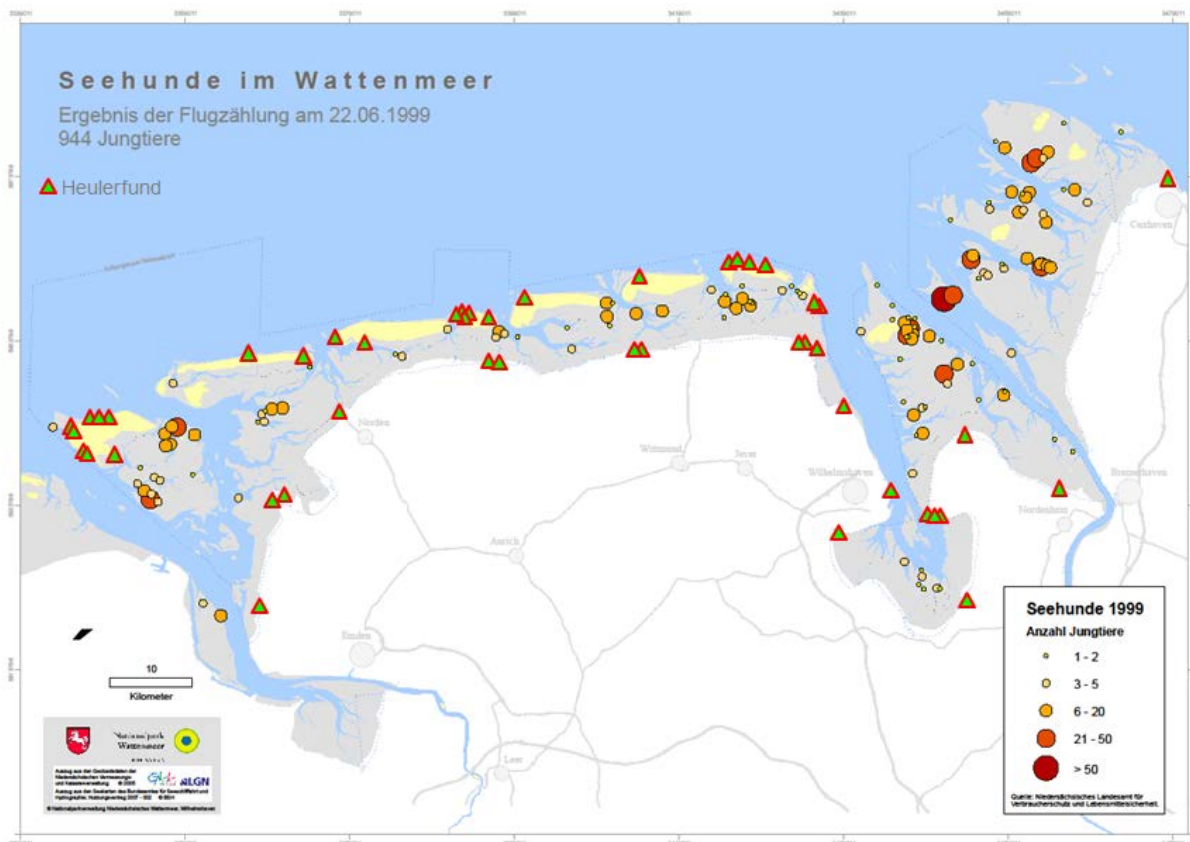
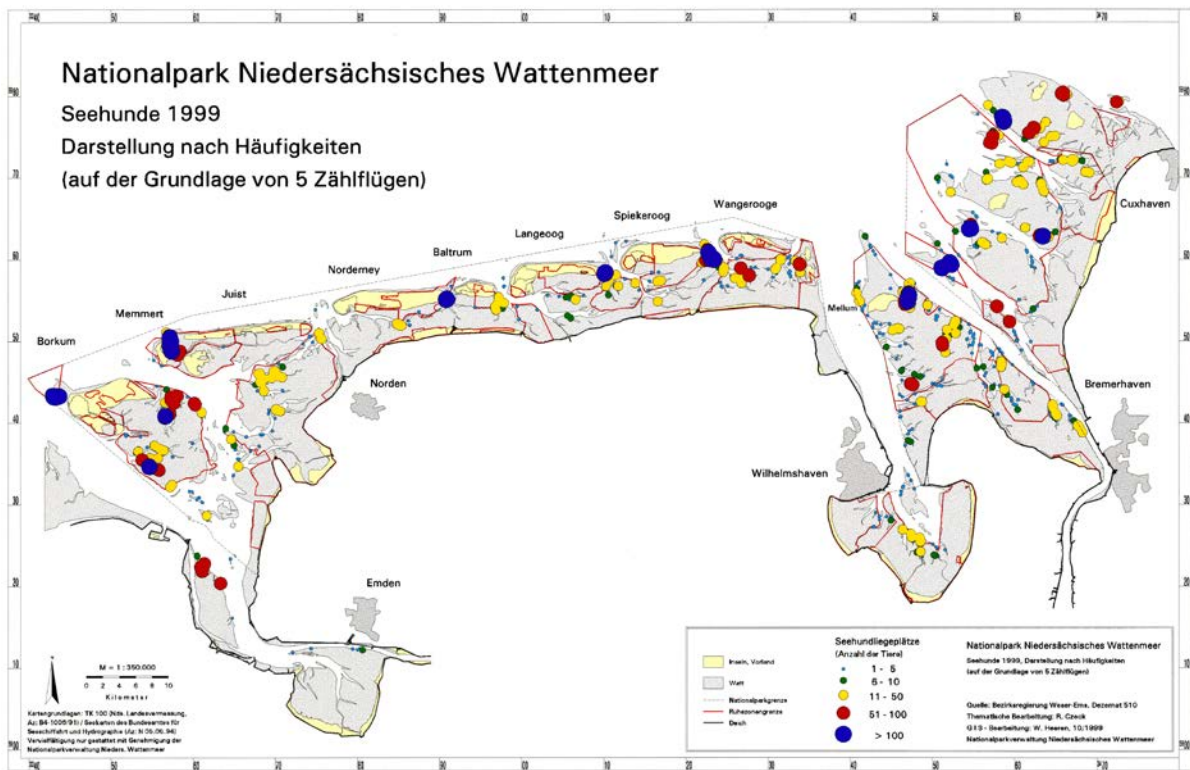


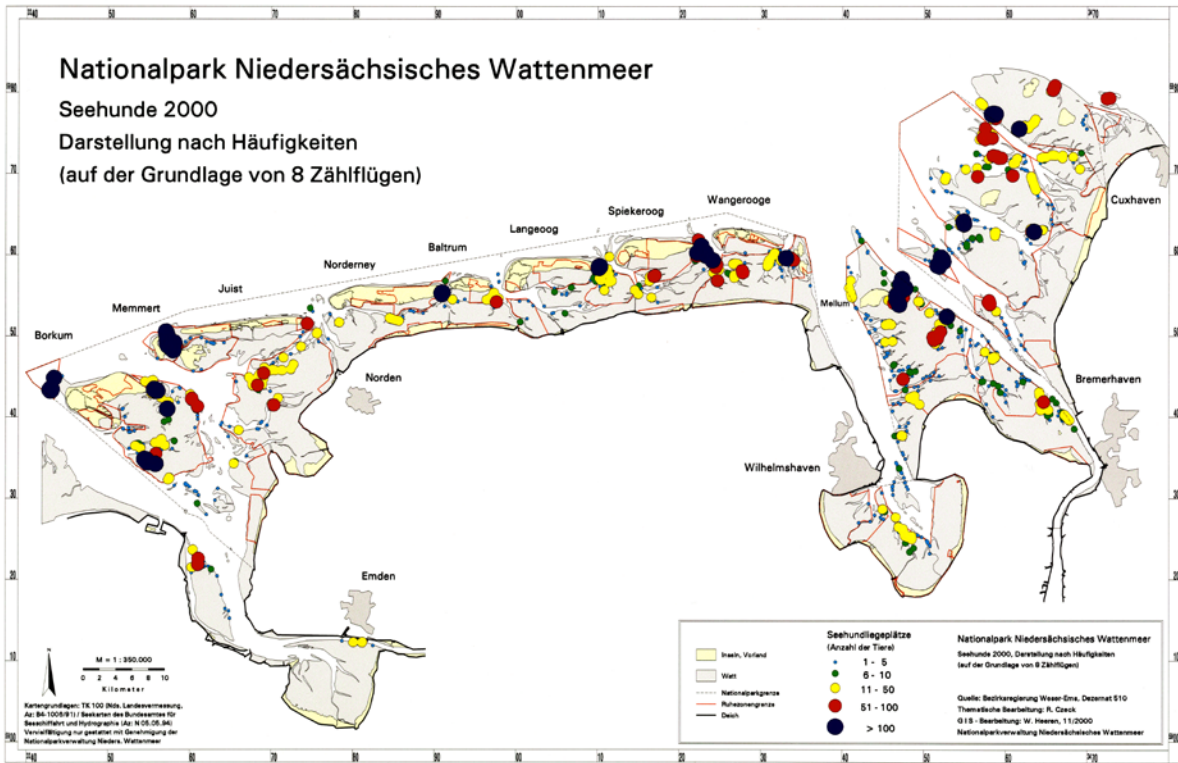


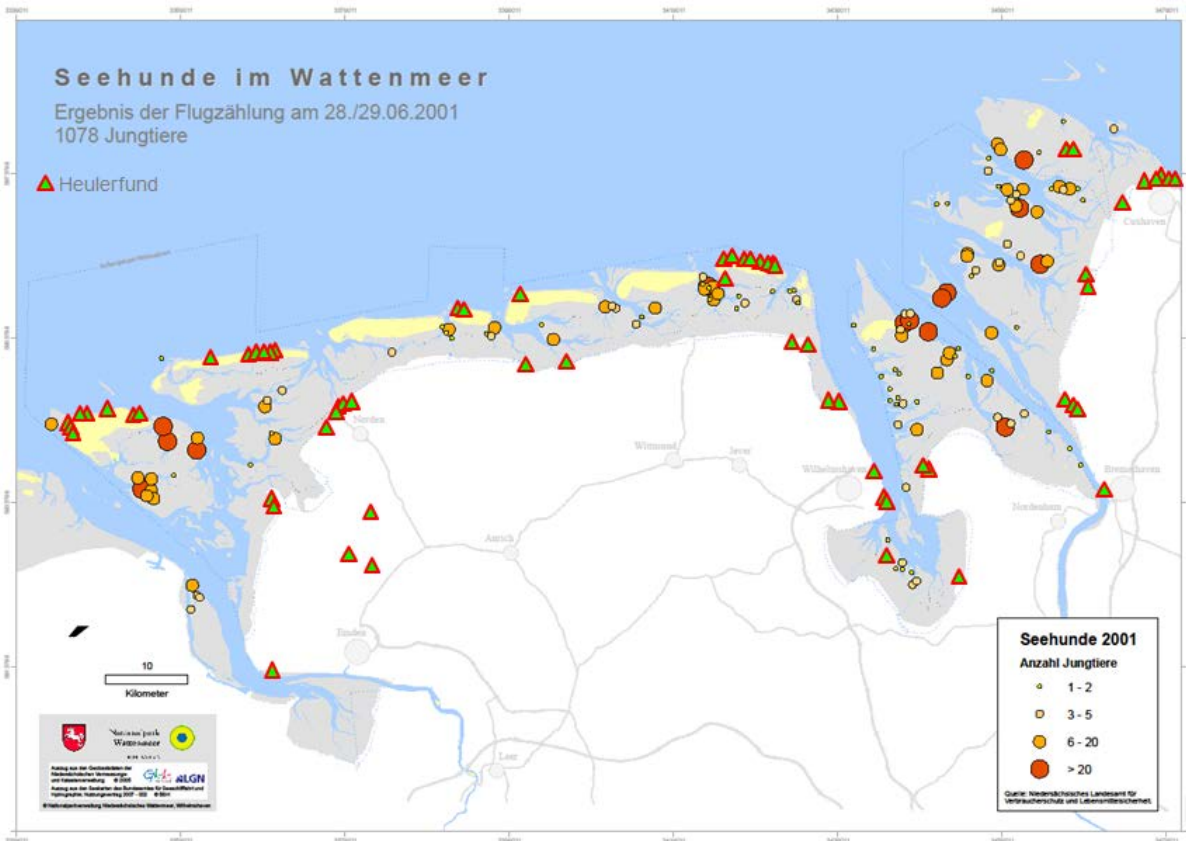
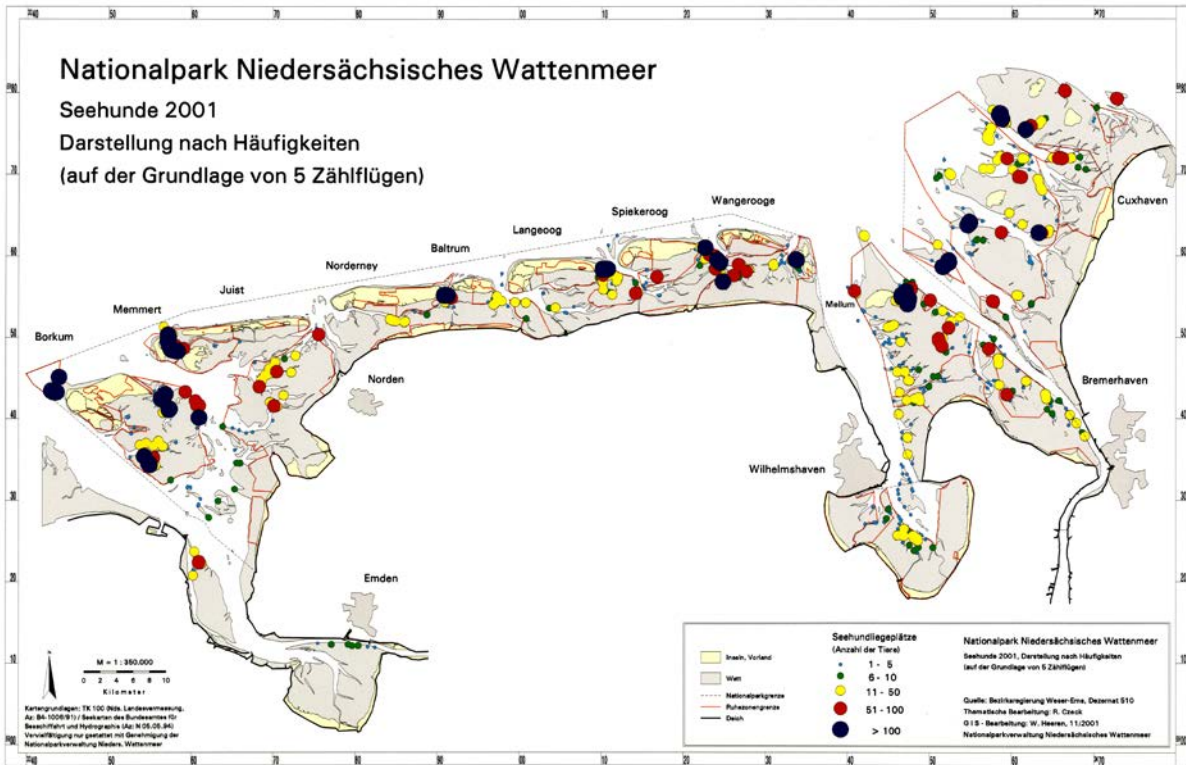


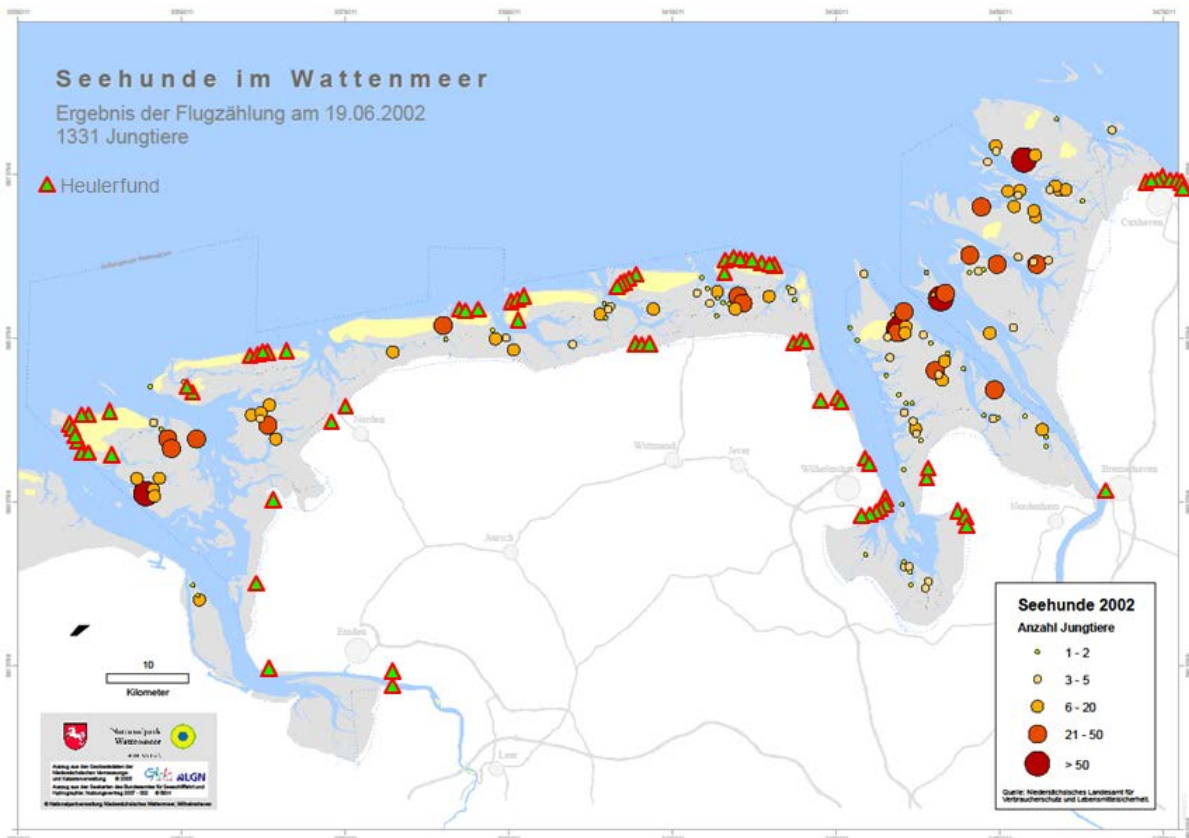
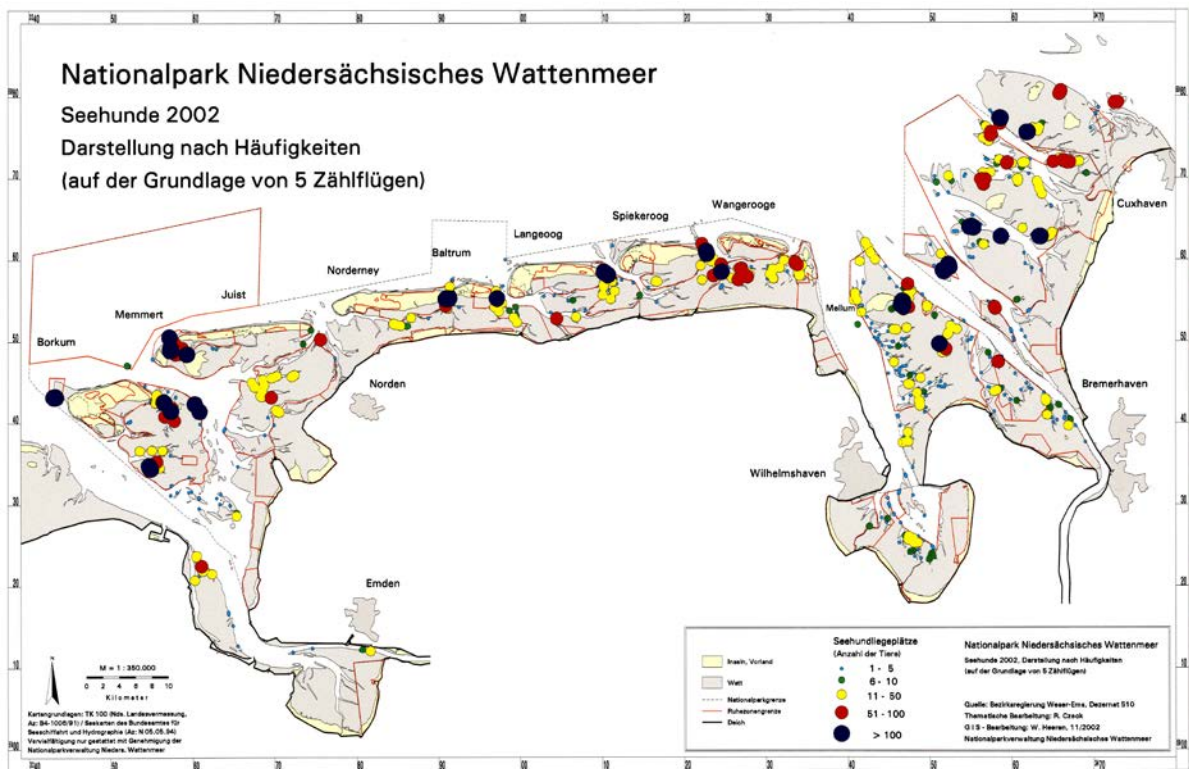


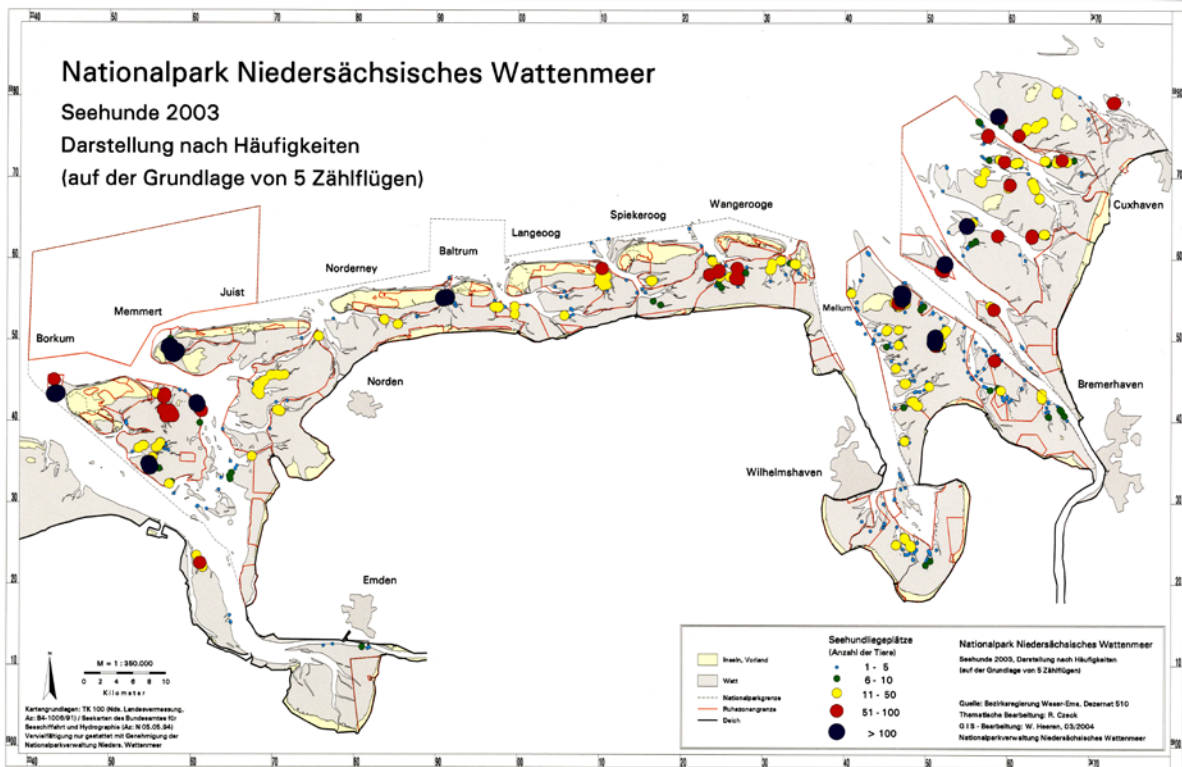


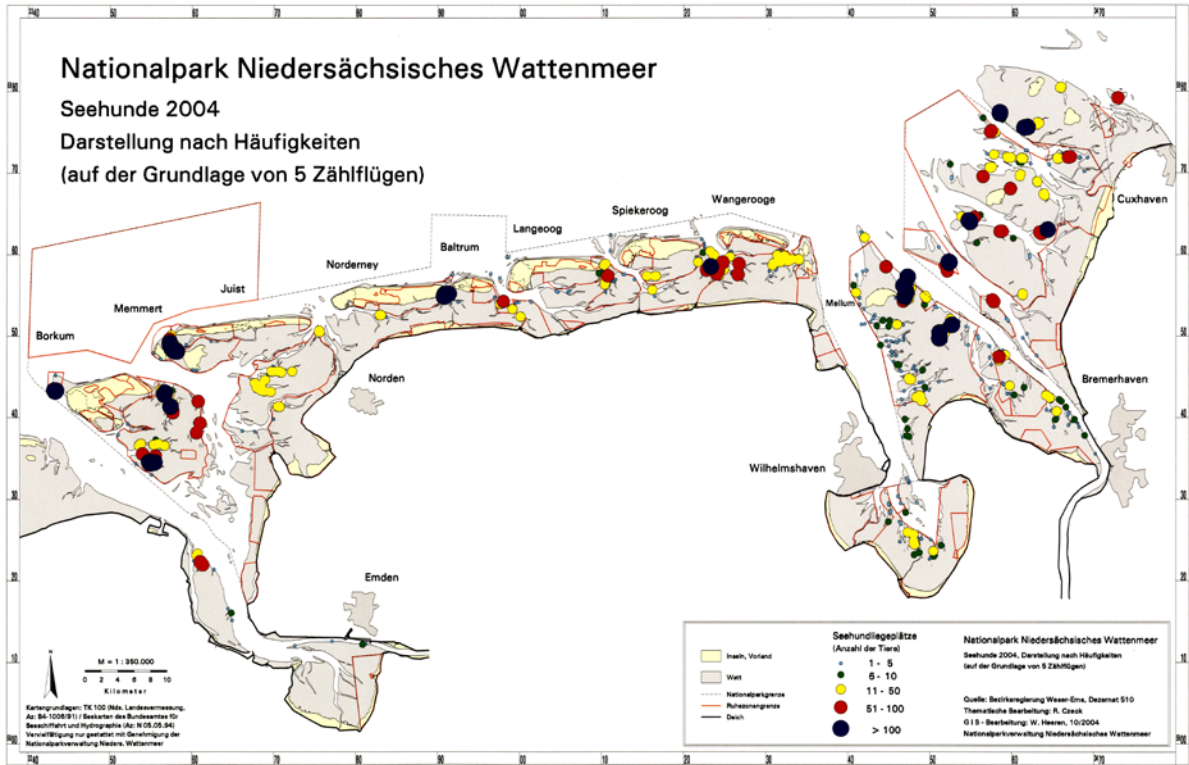


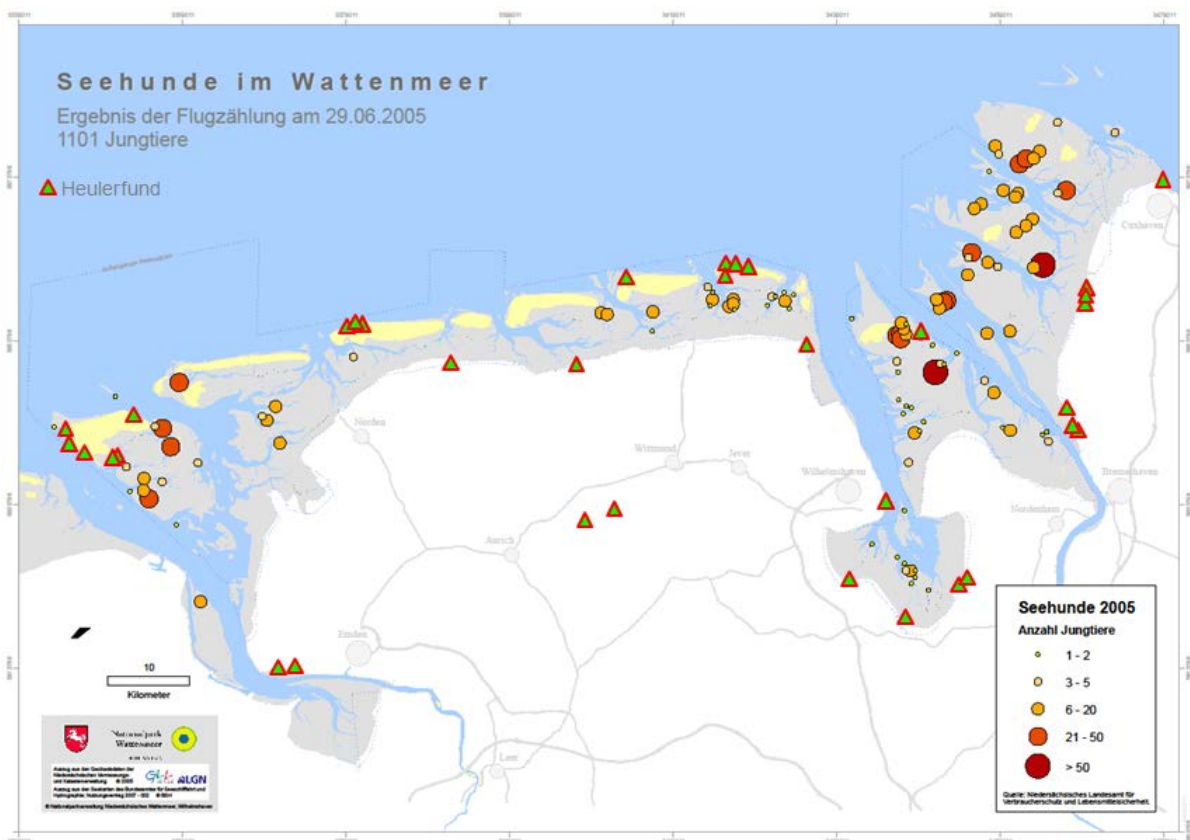
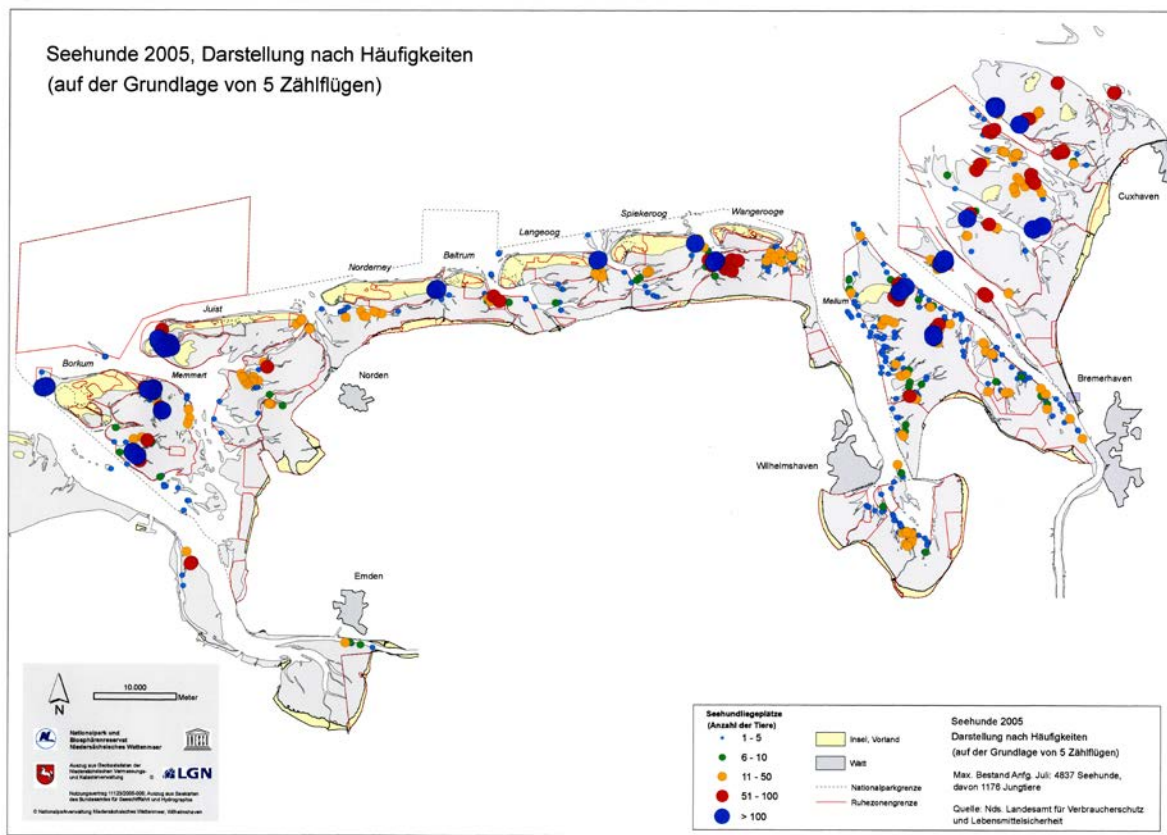




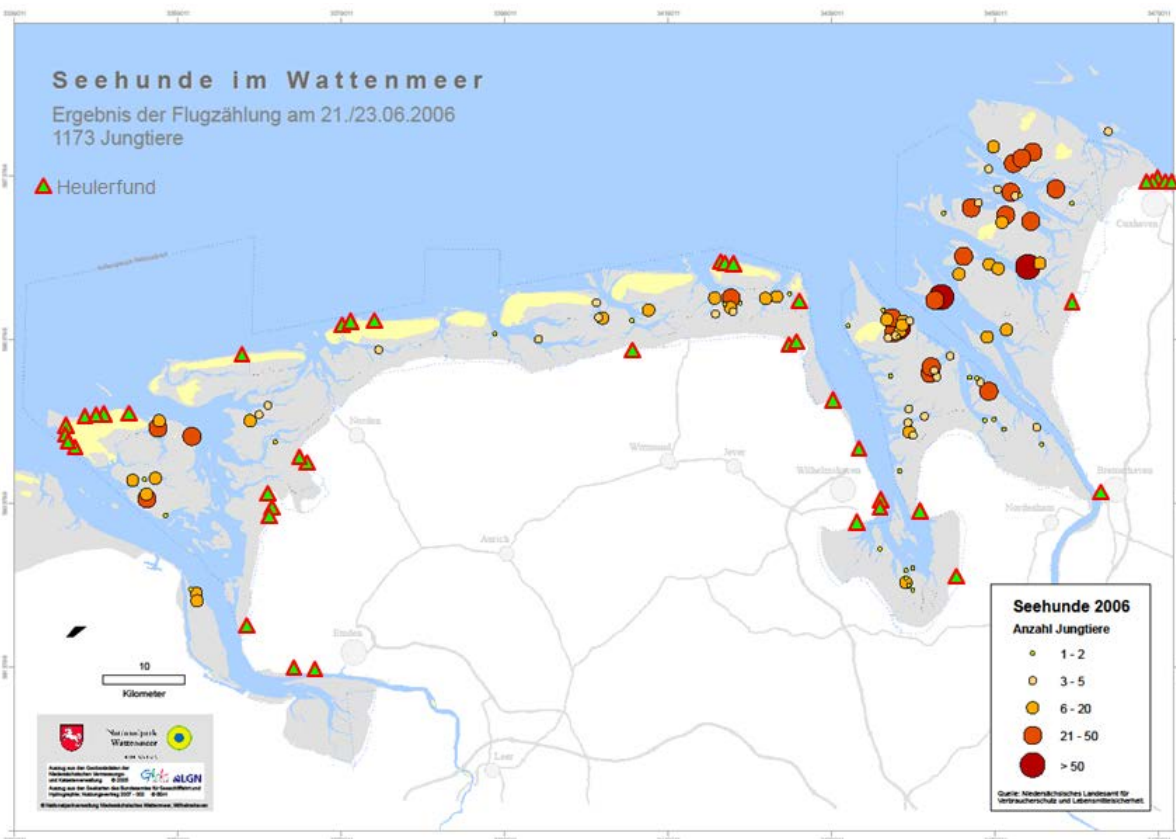
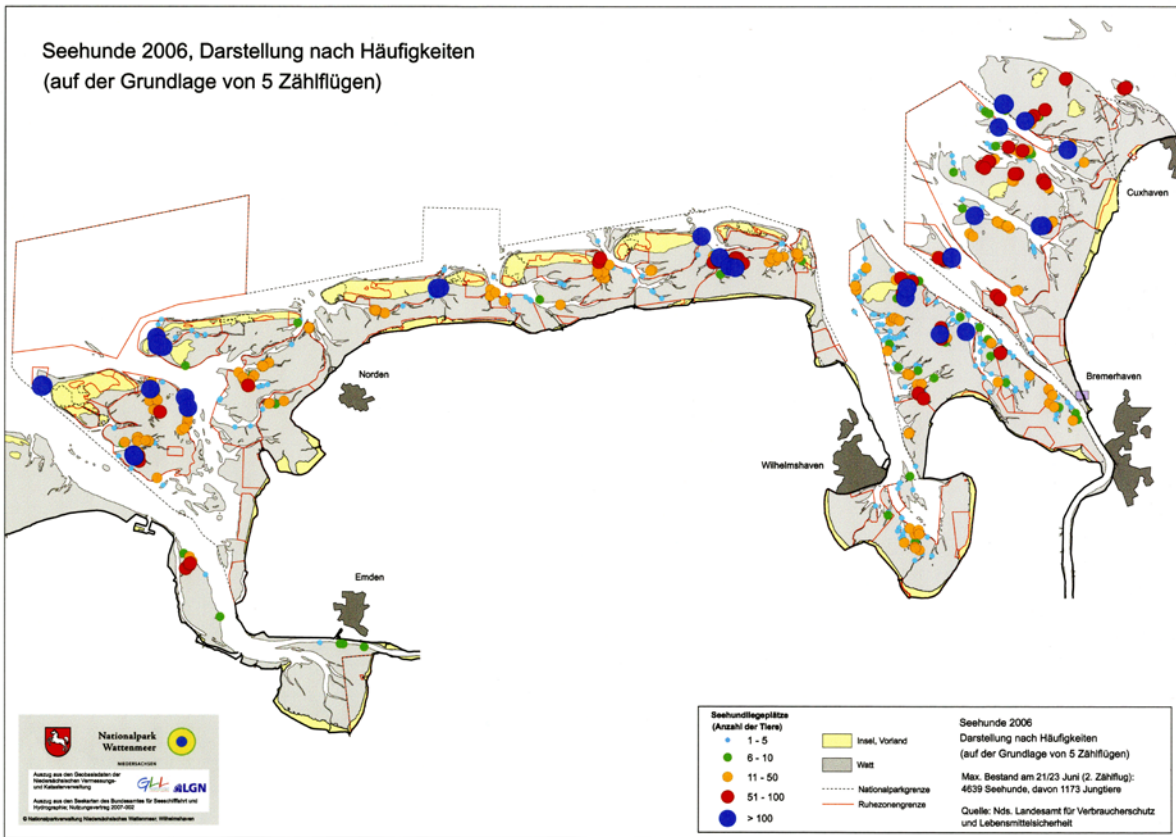


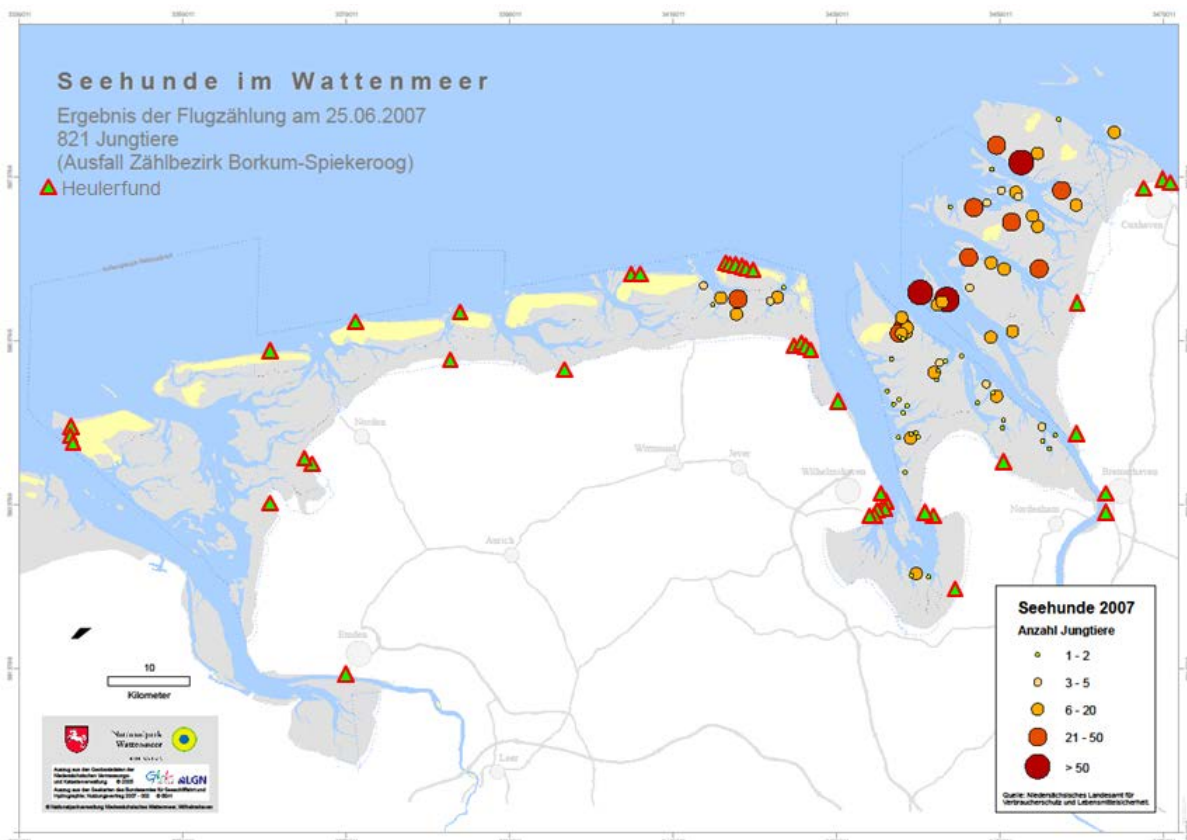
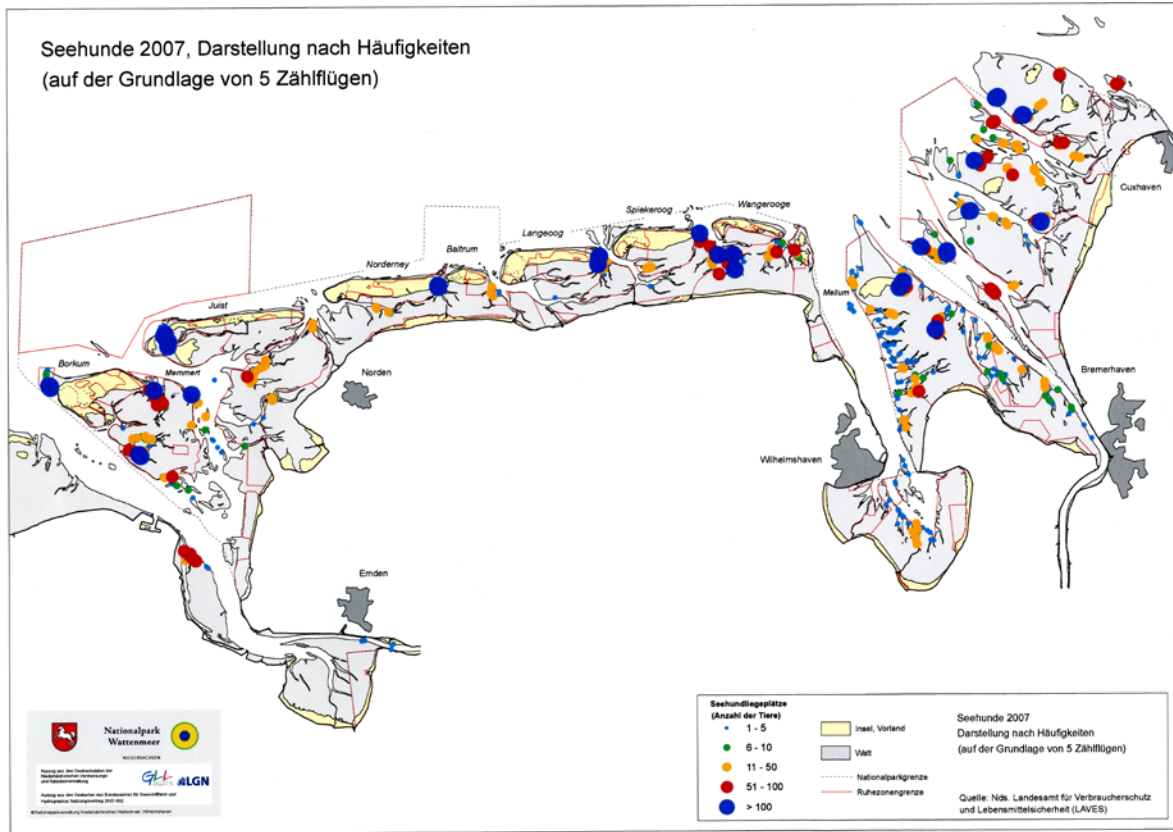


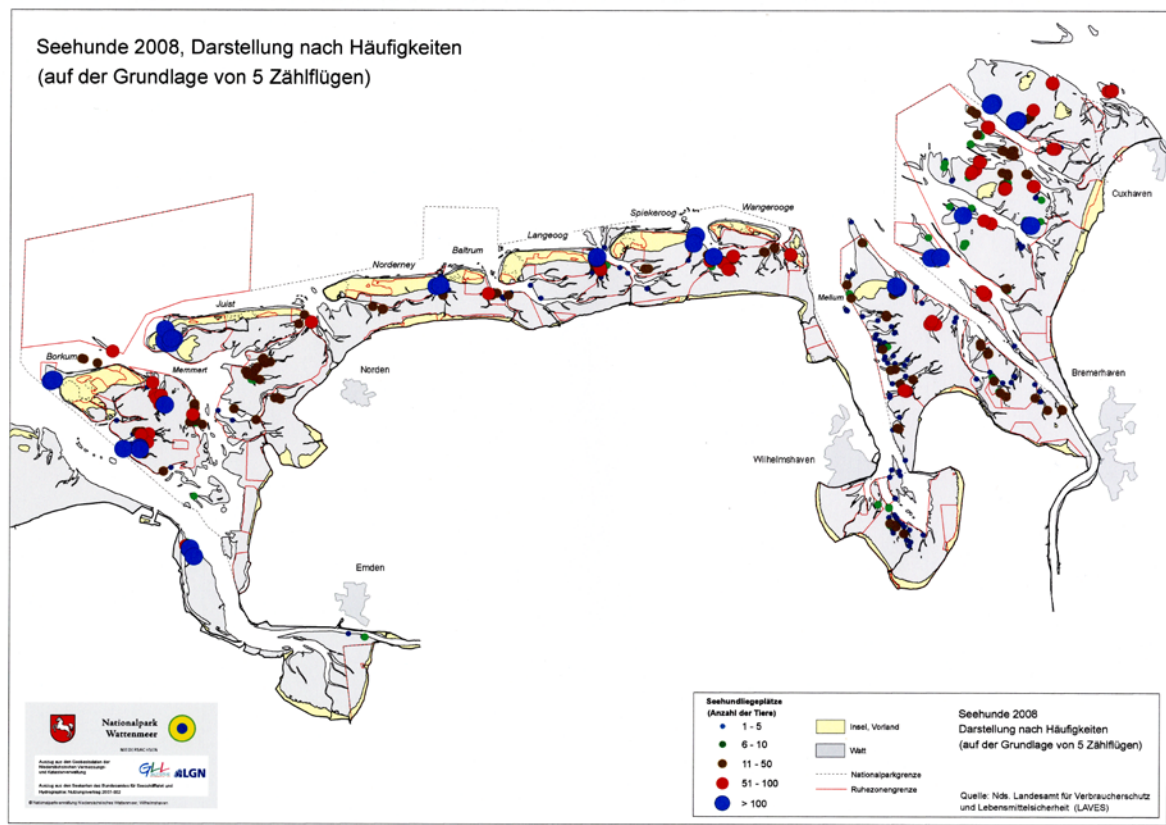












Anhang 3  
Heulerfunde – Datenbestand Modellbildung

Anzahl von Heuler_fund	Tage ohne Fund		Heulerfunde	Gesamtergebnis
	Heuler_fund	0	1	
Jahr		0	1	
1988		58	51	109
1989		79	12	91
1990		78	14	92
1991		79	12	91
1992		74	19	93
1993		71	23	94
1994		70	28	98
1995		70	41	111
1996		75	32	107
1997		60	56	116
1998		64	46	110
1999		60	53	113
2000		50	70	120
2001		59	80	139
2002		48	104	152
2003		58	52	110
2004		60	62	122
2005		67	36	103
2006		68	48	116
2007		52	57	109
2008		61	54	115
Gesamtergebnis		1361	950	2311

#### Anhang 4

##### Jährliche Verteilungen des Parameters bis\_2wo [Stck]

Jahr	n	mean	std	Min	max
1988	109	105,9	131,7	0,0	346,8
1989	91	43,4	66,4	0,0	204,6
1990	92	70,0	97,4	0,0	283,6
1991	91	94,2	132,7	0,0	393,8
1992	93	81,1	106,6	0,0	296,6
1993	94	111,4	151,8	0,0	439,8
1994	98	151,3	197,1	0,0	548,0
1995	111	160,4	189,2	0,0	495,8
1996	107	190,8	245,7	0,0	625,8
1997	116	242,7	244,5	0,0	637,0
1998	110	213,0	230,6	0,0	593,0
1999	113	230,5	234,5	0,0	628,6
2000	120	254,7	223,9	0,0	619,8
2001	139	306,9	297,8	0,0	800,4
2002	152	386,8	322,8	0,0	850,6
2003	110	200,6	216,8	0,0	574,6
2004	122	266,1	254,3	0,0	679,8
2005	103	286,4	314,0	0,0	819,4
2006	116	311,8	345,8	0,0	929,6
2007	109	204,5	215,7	0,0	572,0
2008	115	308,1	288,3	0,0	685,6

#### Anhang 5

##### Jährliche Verteilungen des Parameters <wimm> [m/s]

Jahr	n	mean	std	min	max
1988	109	16,9	4,1	8,2	28,1
1989	91	16,6	5,7	6,4	35,7
1990	92	16,1	5,2	8,0	28,6
1991	91	18,1	5,5	9,7	31,6
1992	93	16,7	3,5	9,5	24,4
1993	94	17,9	4,5	9,6	31,1
1994	98	15,1	3,9	6,7	24,9
1995	111	16,4	5,4	7,1	29,9
1996	107	18,7	5,8	9,7	29,5
1997	116	16,6	4,1	8,6	27,9
1998	110	17,7	5,0	9,3	32,6
1999	113	16,6	3,6	10,2	29,2
2000	120	18,7	6,0	9,4	35,9
2001	139	16,9	5,5	10,3	35,2
2002	152	17,0	5,6	6,6	34,6
2003	110	16,1	4,6	9,1	29,5
2004	122	18,6	5,8	7,2	32,2
2005	103	16,1	6,4	5,5	34,7
2006	116	13,3	5,9	0,0	32,7
2007	109	12,5	8,2	0,0	33,2
2008	115	18,2	4,4	10,2	30,1

Anhang 6:  
Jährliche Verteilungen des Parameters wimxsu [m/s]

Jahr	n	mean	Std	Min	max
1988	109	37,7	7,0	22,1	52,0
1989	91	34,6	9,3	17,0	59,2
1990	92	35,0	9,3	18,6	61,4
1991	91	37,4	7,9	18,4	57,0
1992	93	36,6	8,1	22,7	64,3
1993	94	36,5	7,2	20,1	51,4
1994	98	35,5	6,8	22,6	55,5
1995	111	33,8	8,2	16,0	54,0
1996	107	37,4	7,6	23,1	52,0
1997	116	37,3	7,3	22,7	51,5
1998	110	38,0	6,6	21,0	55,5
1999	113	36,2	7,9	17,0	60,0
2000	120	38,5	8,8	22,0	70,0
2001	139	35,5	9,7	19,2	65,2
2002	152	38,2	6,9	18,8	59,8
2003	110	36,2	8,7	17,5	55,7
2004	122	38,5	8,4	23,5	59,6
2005	103	34,1	7,2	19,8	56,1
2006	116	33,0	7,1	17,7	52,1
2007	109	37,7	11,4	18,8	64,5
2008	115	36,5	7,1	23,0	57,2

Anhang 7:  
Jährliche Verteilungen des Parameters wimxmx [m/s]

Jahr	n	mean	std	min	max
1988	109	15,1	3,1	8,2	21,6
1989	91	14,3	4,4	7,7	23,7
1990	92	14,3	4,1	6,7	25,8
1991	91	14,7	3,3	7,2	21,6
1992	93	14,7	3,9	8,7	24,7
1993	94	14,4	3,0	6,7	20,6
1994	98	14,6	3,2	8,2	23,1
1995	111	13,6	3,9	6,7	25,2
1996	107	14,7	3,2	8,7	25,7
1997	116	14,9	3,2	8,7	21,1
1998	110	15,4	2,9	8,2	23,1
1999	113	14,7	3,2	7,0	23,0
2000	120	14,9	3,5	8,0	25,0
2001	139	14,7	4,1	7,2	25,2
2002	152	15,5	2,9	7,5	22,3
2003	110	14,9	4,5	6,3	27,6
2004	122	15,1	3,3	8,7	24,6
2005	103	13,5	3,0	7,9	21,1
2006	116	13,1	2,7	6,2	18,4
2007	109	15,6	5,0	7,0	26,5
2008	115	14,3	2,9	8,3	21,7

Anhang 8:  
Jährliche Verteilungen des Parameters <nieder> [mm]

Jahr	n	mean	std	Min	max
1988	109	68,0	100,8	0,0	509,0
1989	91	32,7	61,1	0,0	235,0
1990	92	60,4	94,5	0,0	473,0
1991	91	52,3	71,5	0,0	307,0
1992	93	29,1	57,0	0,0	280,0
1993	94	42,1	62,9	0,0	269,0
1994	98	47,5	71,9	0,0	361,0
1995	111	94,9	148,2	0,0	771,0
1996	107	33,3	42,6	0,0	172,0
1997	116	42,0	46,5	0,0	197,0
1998	110	67,1	74,7	0,0	371,0
1999	113	52,1	67,7	0,0	314,0
2000	120	52,2	59,8	0,0	227,0
2001	139	57,3	85,7	0,0	409,0
2002	152	79,8	97,6	0,0	397,0
2003	110	49,9	67,2	0,0	274,0
2004	122	92,6	147,8	0,0	932,0
2005	103	55,1	97,3	0,0	471,0
2006	116	44,9	63,4	0,0	233,0
2007	109	108,2	113,3	0,0	469,0
2008	115	47,4	80,7	0,0	410,0

Anhang 9:  
Jährliche Verteilungen des Parameters <sonne> [h]

Jahr	n	mean	std	min	max
1988	109	175,6	97,3	0,0	427,0
1989	91	262,0	116,6	19,0	450,0
1990	92	210,4	110,2	1,0	437,0
1991	91	201,9	114,5	15,0	457,0
1992	93	263,5	100,8	62,0	420,0
1993	94	198,1	83,1	41,0	388,0
1994	98	230,0	120,6	38,0	447,0
1995	111	210,8	109,3	0,0	412,0
1996	107	184,4	105,9	0,0	435,0
1997	116	206,1	107,4	29,0	478,0
1998	110	185,6	96,0	5,0	455,0
1999	113	262,7	106,0	58,0	464,0
2000	120	195,9	129,6	18,0	451,0
2001	139	242,7	95,4	31,0	450,0
2002	152	194,8	97,3	27,0	400,0
2003	110	238,8	100,2	17,0	459,0
2004	122	192,2	73,0	24,0	370,0
2005	103	222,9	97,3	3,0	478,0
2006	116	258,5	134,9	40,0	479,0
2007	109	197,4	101,7	25,0	416,0
2008	115	272,7	96,4	51,0	448,0

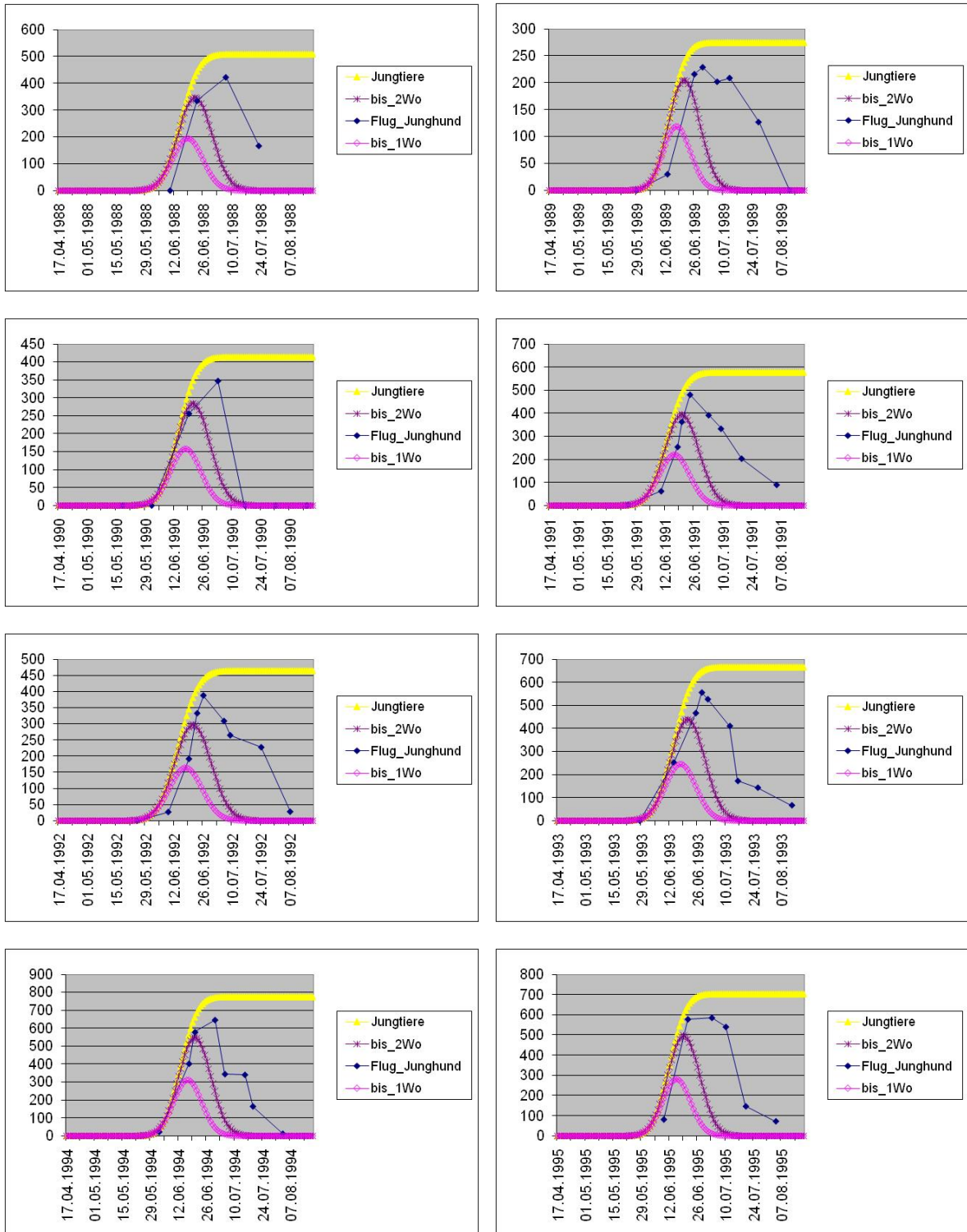
Anhang 10:  
Jährliche Verteilungen des Parameters <wiri> [h]

Jahr	n	mean	Std	min	max
1988	109	28,0	22,0	0,0	72,0
1989	91	28,8	21,7	0,0	72,0
1990	92	32,8	24,3	0,0	72,0
1991	91	30,0	22,4	0,0	72,0
1992	93	20,9	16,2	0,0	54,0
1993	94	31,0	19,5	0,0	67,0
1994	98	25,1	16,3	0,0	71,0
1995	111	30,1	18,7	0,0	67,0
1996	107	41,5	22,2	0,0	72,0
1997	116	24,8	20,0	0,0	72,0
1998	110	28,3	22,0	0,0	72,0
1999	113	24,6	19,7	0,0	69,0
2000	120	33,7	23,0	0,0	72,0
2001	139	29,5	19,0	0,0	71,0
2002	152	22,6	17,4	0,0	64,0
2003	110	25,7	18,9	0,0	72,0
2004	122	36,0	18,9	0,0	72,0
2005	103	36,3	20,6	4,0	72,0
2006	116	22,0	20,2	0,0	72,0
2007	109	22,3	13,6	0,0	54,0
2008	115	28,7	23,7	0,0	72,0

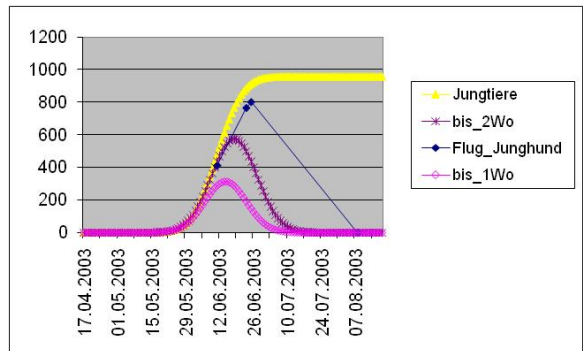
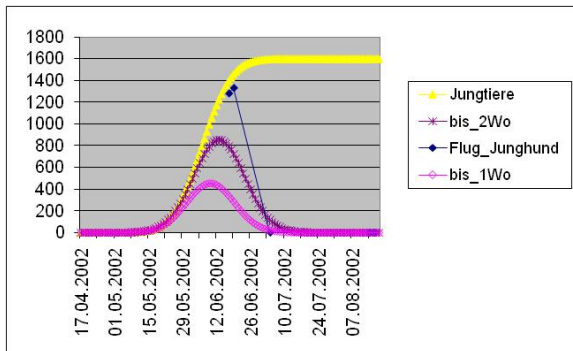
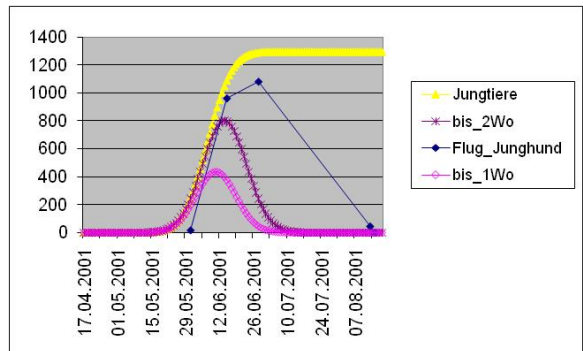
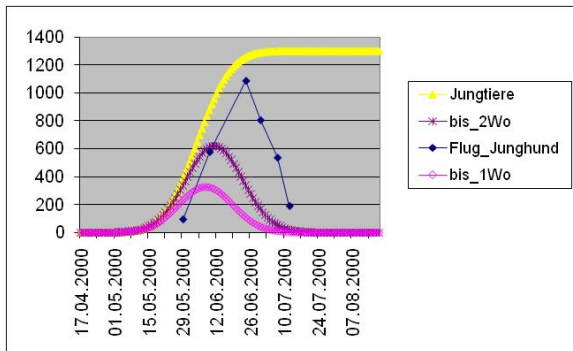
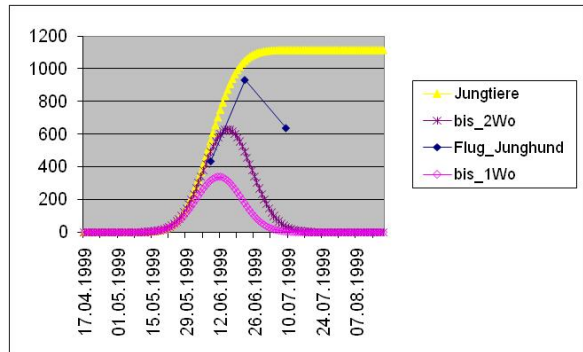
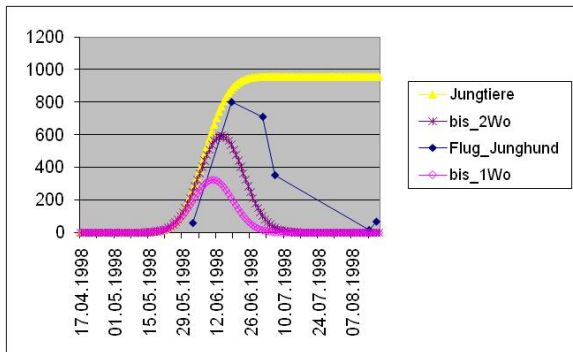
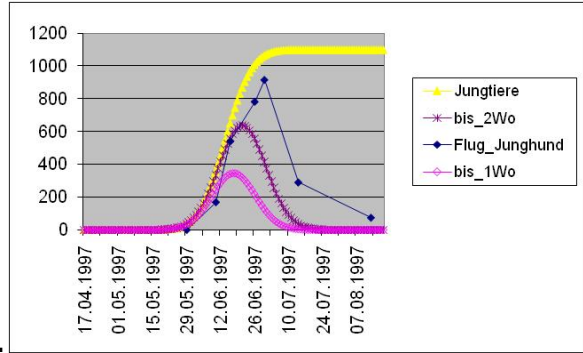
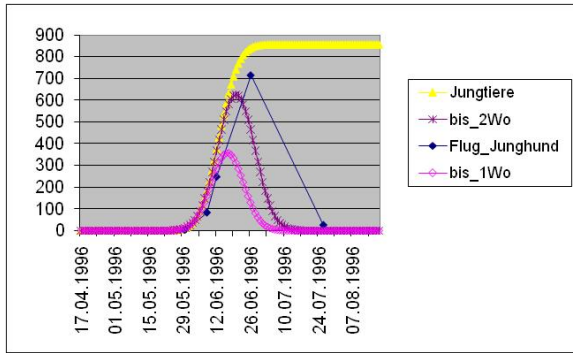
Anhang 11:  
Jährliche Verteilungen des Parameters tidemx [m]

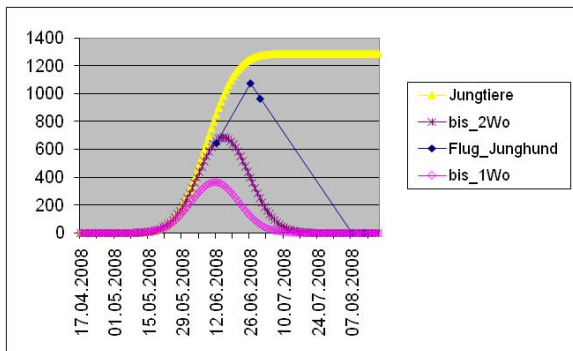
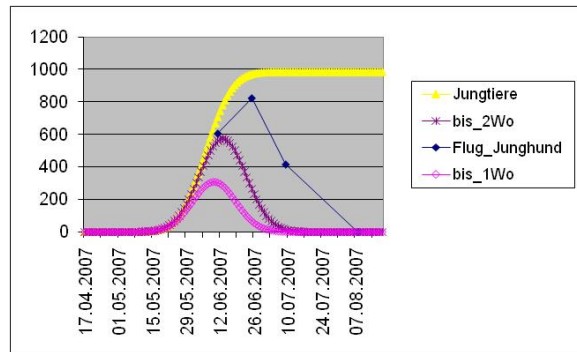
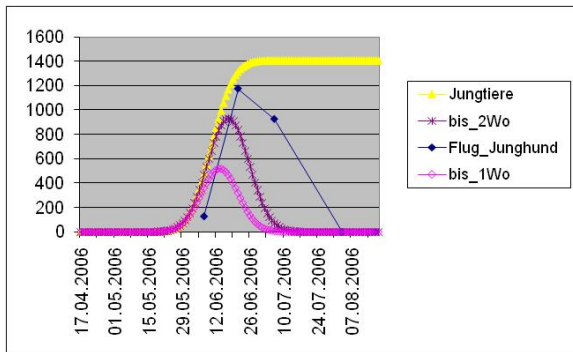
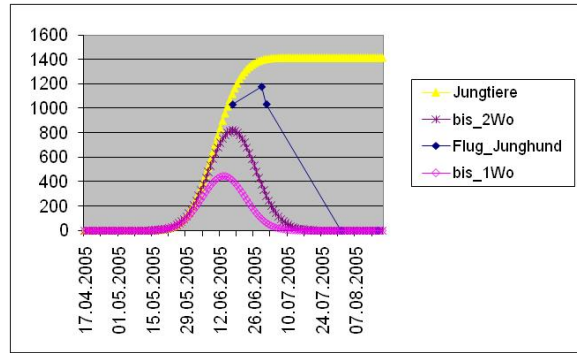
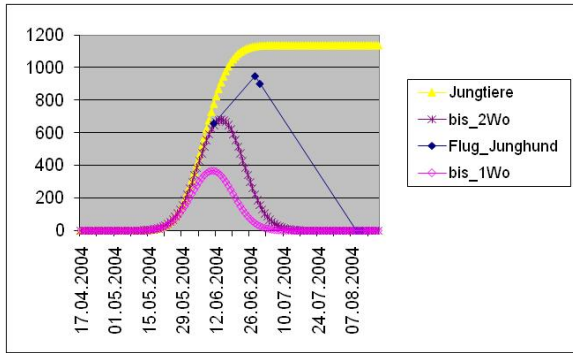
Jahr	n	mean	std	min	max
1988	109	3,3	0,2	3,0	4,0
1989	91	3,3	0,1	2,9	3,5
1990	92	3,3	0,1	3,0	3,5
1991	91	3,3	0,1	3,0	3,6
1992	93	3,3	0,1	3,0	3,5
1993	94	3,3	0,1	2,9	3,5
1994	98	3,3	0,1	3,0	3,5
1995	111	3,3	0,1	3,1	3,5
1996	107	3,3	0,1	3,1	3,5
1997	116	3,3	0,1	3,1	3,5
1998	110	3,3	0,1	3,0	3,5
1999	113	3,3	0,1	3,1	3,6
2000	120	3,3	0,1	3,1	3,6
2001	139	3,3	0,1	3,1	3,5
2002	152	3,3	0,1	3,0	3,5
2003	110	3,3	0,1	3,0	3,5
2004	122	3,3	0,1	3,0	3,5
2005	103	3,3	0,1	3,0	3,5
2006	116	3,2	0,1	3,0	3,5
2007	109	3,3	0,2	2,9	3,9
2008	115	3,3	0,1	3,0	3,5

Anhang 12  
 Graphische Darstellung der Populationsmodelle Jungtiere <bis\_2Wochen>









Anhang 13:  
Standardisierter Futterplan der Seehundstation Nationalpark-Haus

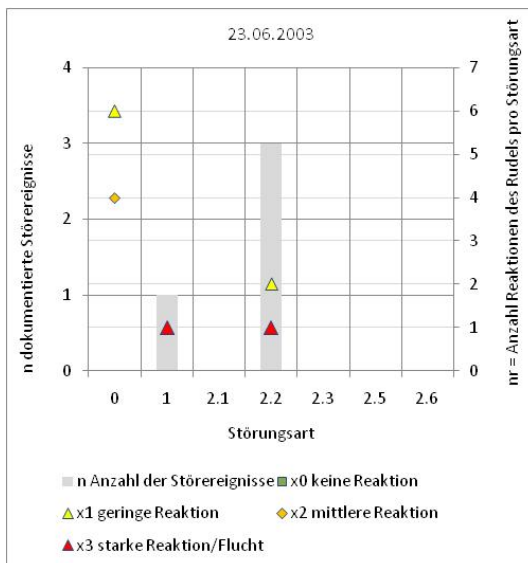
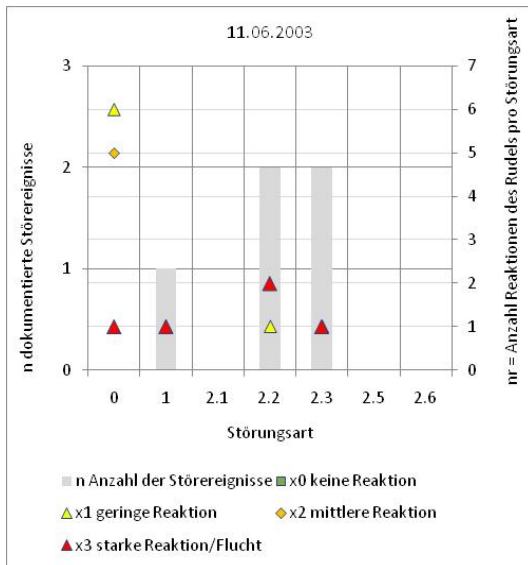
Tage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	ab 15 - ca 17	ab 18 - ca 28
	<b>Zutaten</b>	bis zu alle zwei Stunden	5-7X	5-6X	5-6X	5X	5X	4-5X	4-5X	4X	4X	4X	4X	4X	4X	4X
abgekochtes Wasser	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	Über- gangs- phase:	<b>Stopfen (2 - 4 Fische pro Mahlzeit)</b>
Elektrolyte	1. Port. 150 ml Elektr. pur dann ja	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 x am Tag wie 14. Tag + 2 x am Tag 2 Fische Stopfen	
Nutri - Plus	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja		
Stulmisan	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja		
Milchpulver (gestrichene Meßlöffel)	2-4	3-5	4-6	4-6	4-6	4-6	4-5	4	4	4	4	4	4	4		
Haferbrei	-	50 g	50 g	50 g	50 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Fischbrei	-	-	-	-	50 g	100 g	150 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g		

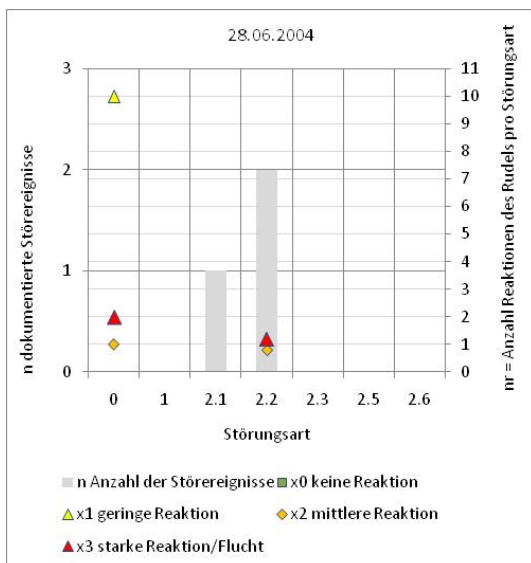
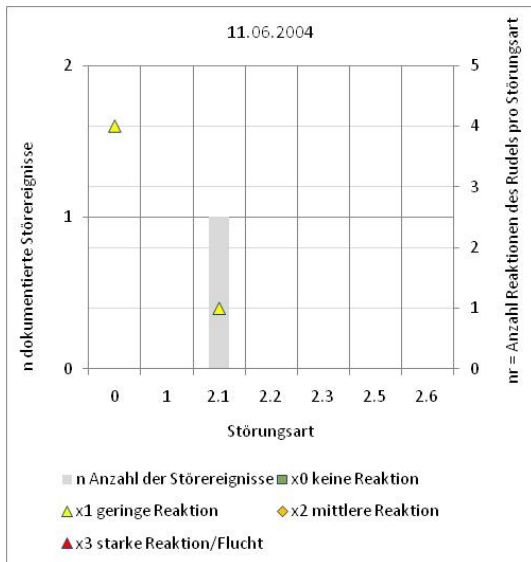
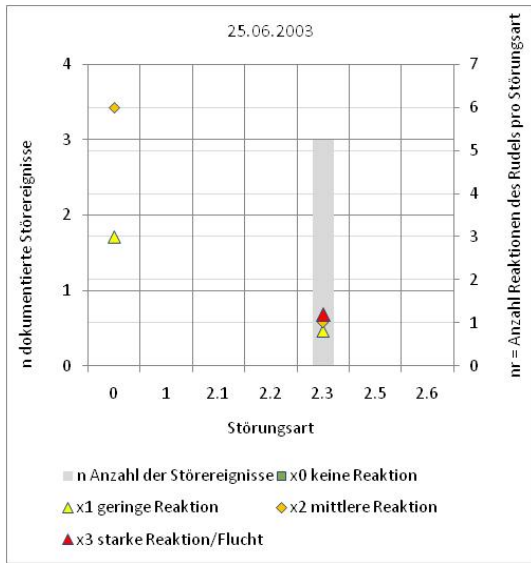
Anhang 14:  
Protokoll Heulerdaten (Quelle: Seehundstation Nationalpark-Haus)

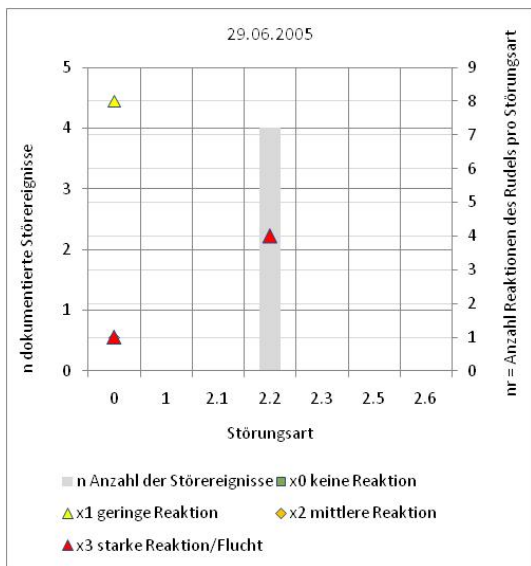
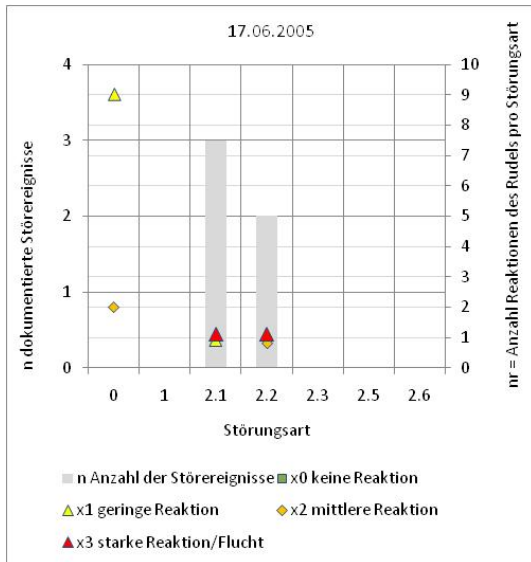
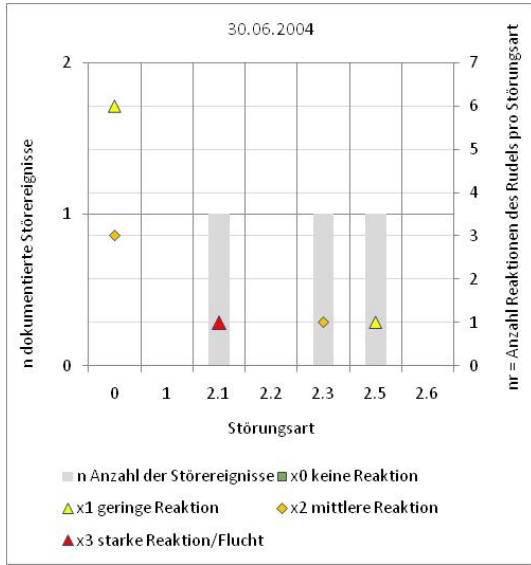
Lfd. Nr. _____ Jahr _____ Art: _____	Name: _____ Marke: _____ Transponder: _____
<b>DATEN ZUR EINLIEFERUNG</b>	
Finder: _____ Adresse: _____	
Funddatum: ____ / ____ / ____ Uhrzeit: ca. ____ : ____ Uhr	
Fundort: _____	
Anlieferer: _____ angeliefert am ____ / ____ / ____ um ca.: ____ : ____	
Wetter bis ca. 6 Tage vor dem Fund: _____	
<b>DATEN ZUM TIER</b>	
- Art: Seehund ( <i>Phoca vitulina</i> ) / Kegelrobbe ( <i>Halichoerus grypus</i> ) / _____	
- Geschlecht: männlich / weiblich	
- Altersschätzung: _____	
- Gewicht bei Einlieferung: ____ , ____ kg	
- Länge (Nasen- bis Schwanzspitze): ____ cm	
- Reduzierte Länge (hinter Vorderflipper bis Schwanzspitze): ____ cm	
- Brustumfang (hinter Vorderflipper): ____ cm	
- Bezahnung: _____	
- Allgemeiner Zustand: _____	
- Besonderheiten (Verletzungen, Embryonalfell, ...): _____	
- bei Heulern: Nabelschnur: ab / dran (wann ab: ____ / ____ / ____ ) Nabelzustand: _____	
Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich	

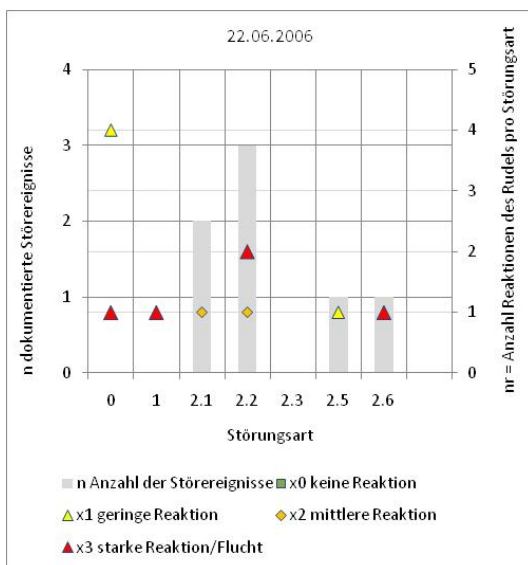
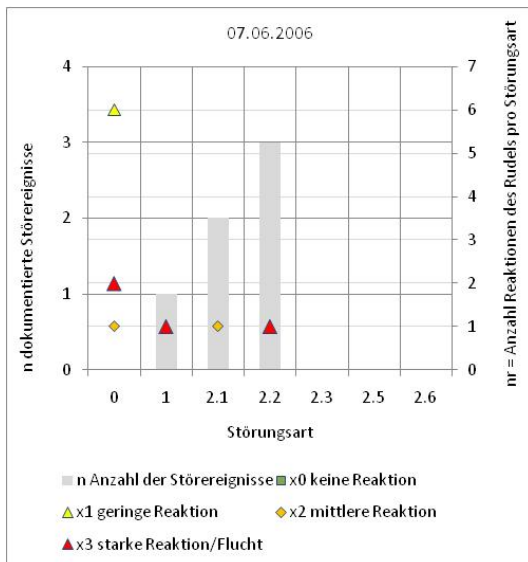
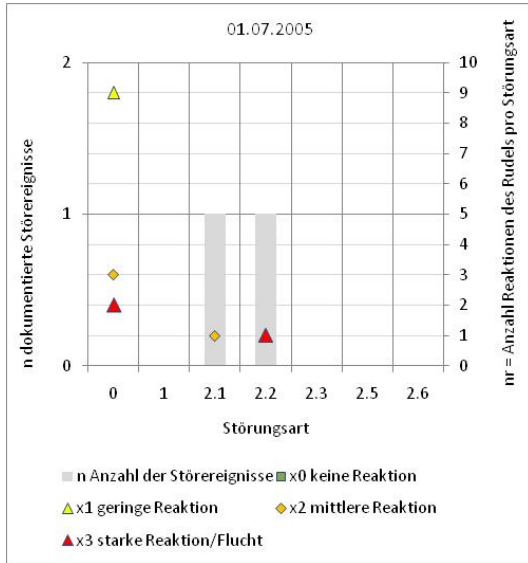
Anhang 15:

Graphische Darstellung von Anzahl, Art und Effektivität von Störereignissen je Zählflugtag in der Geburtenphase 2003 bis 2008, Norderney Ostspitze

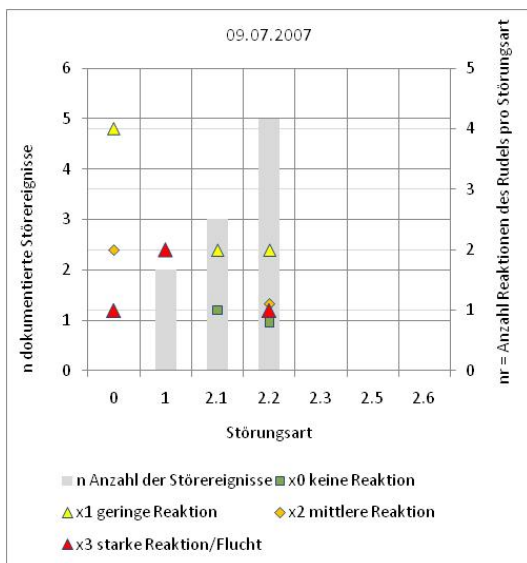
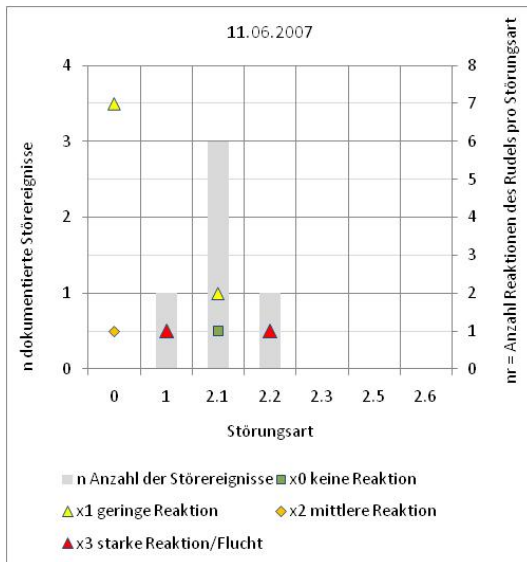
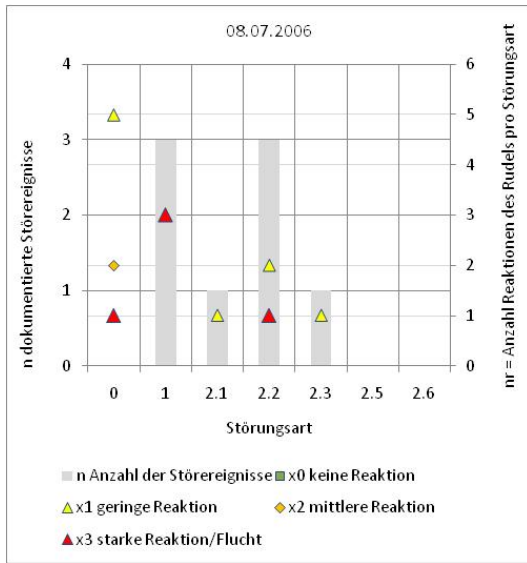


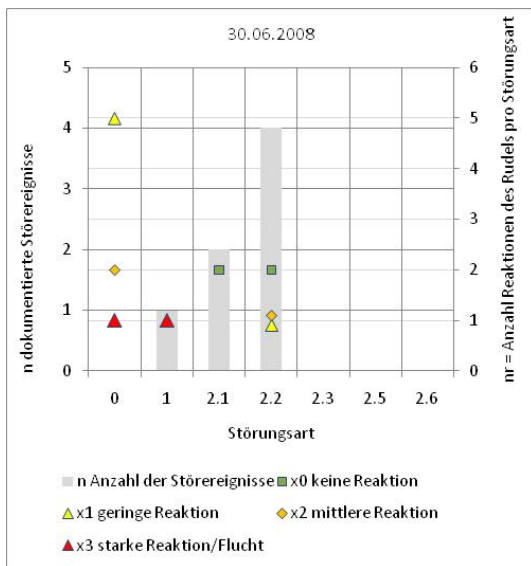
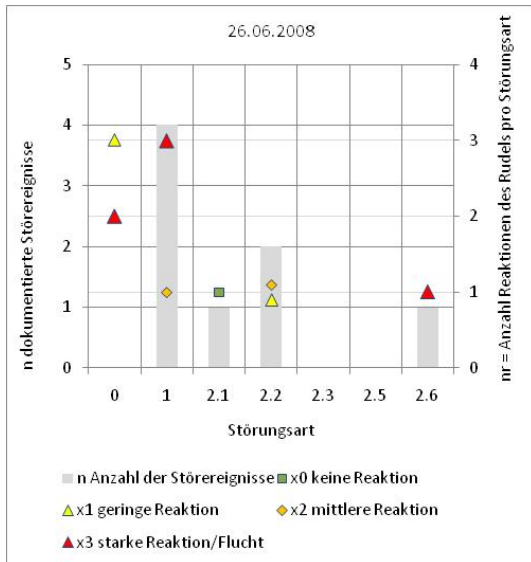
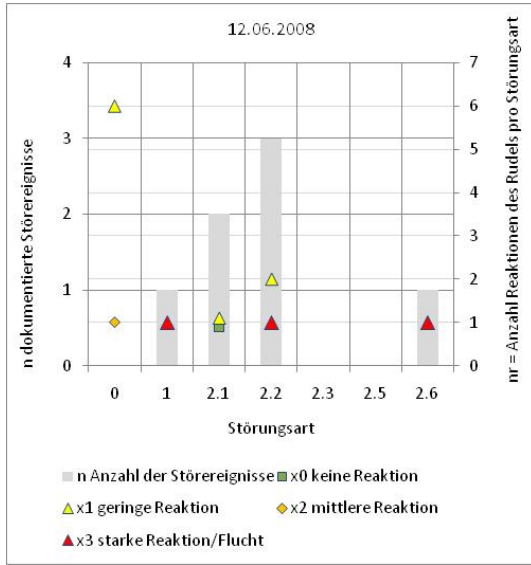




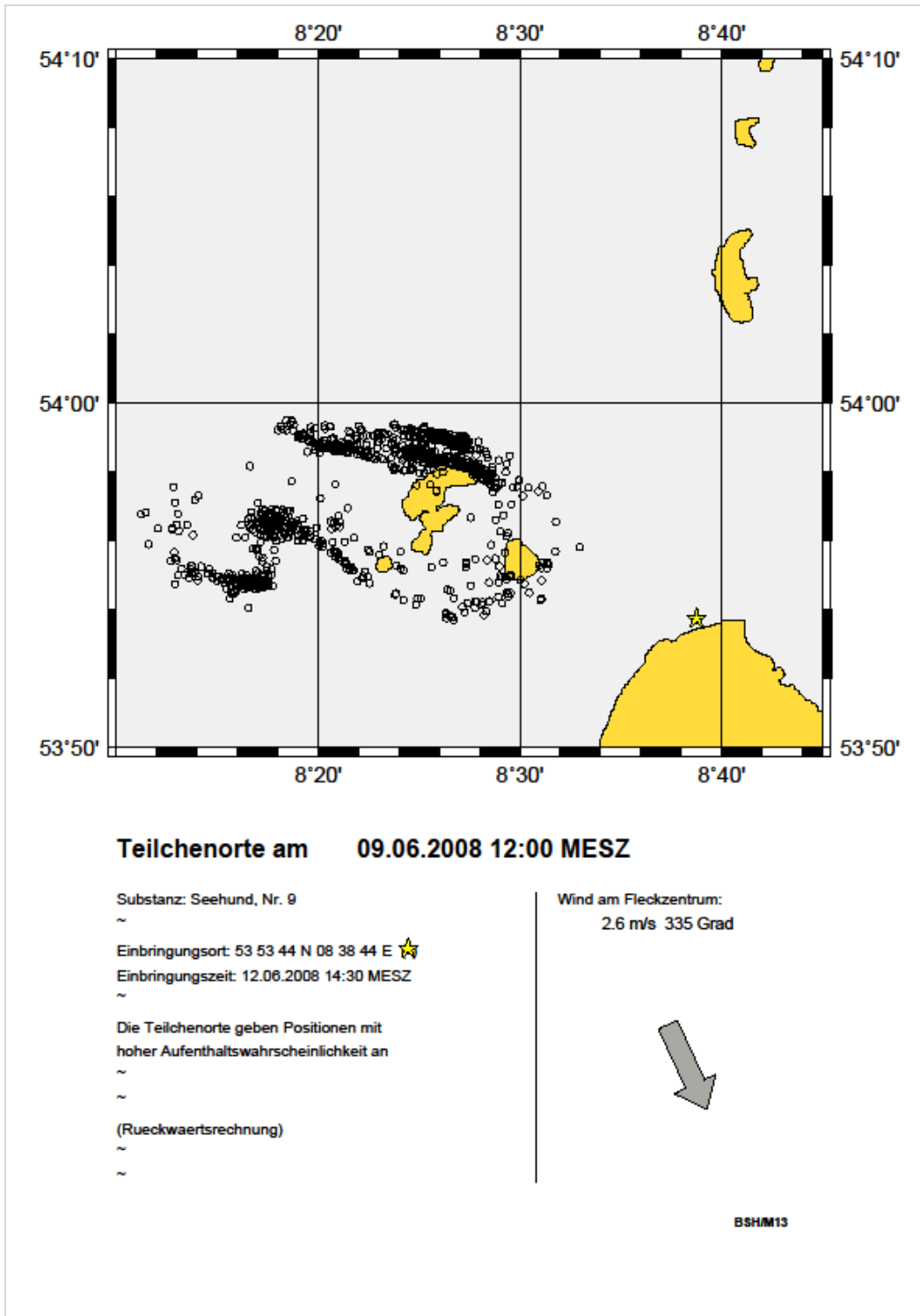




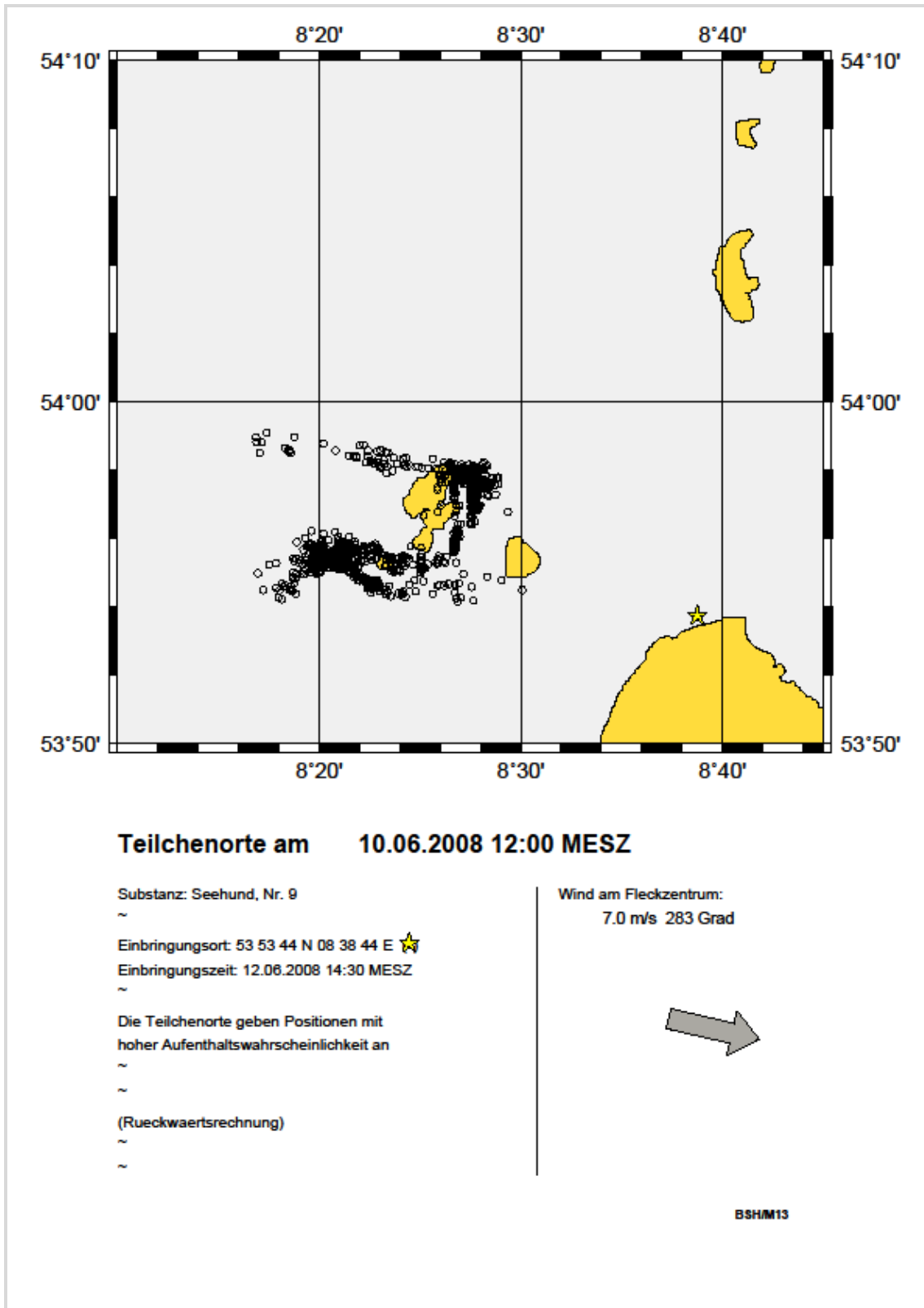




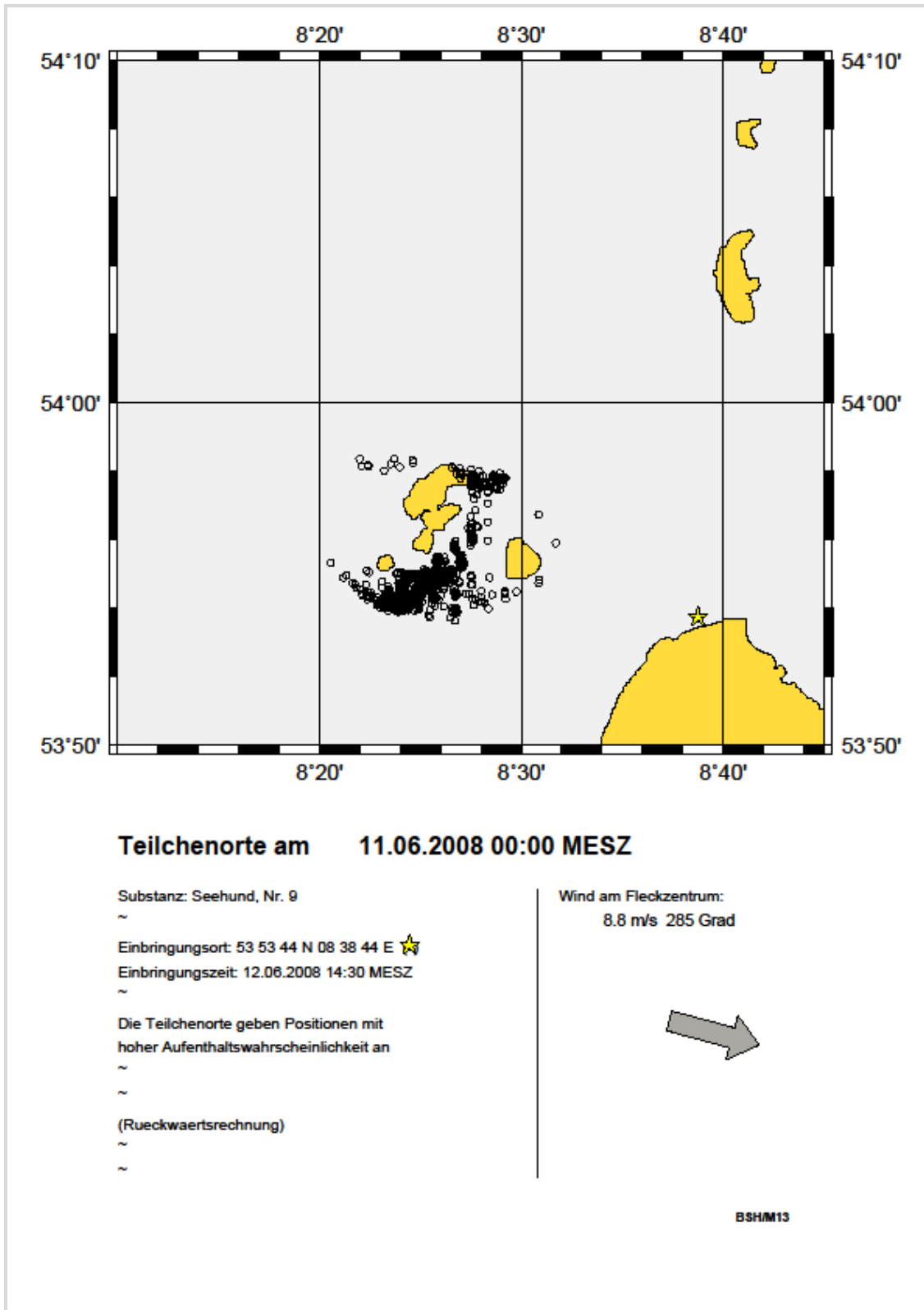
Anhang 16:  
Driftrückrechnung, Seehund #9, 09.06.2008



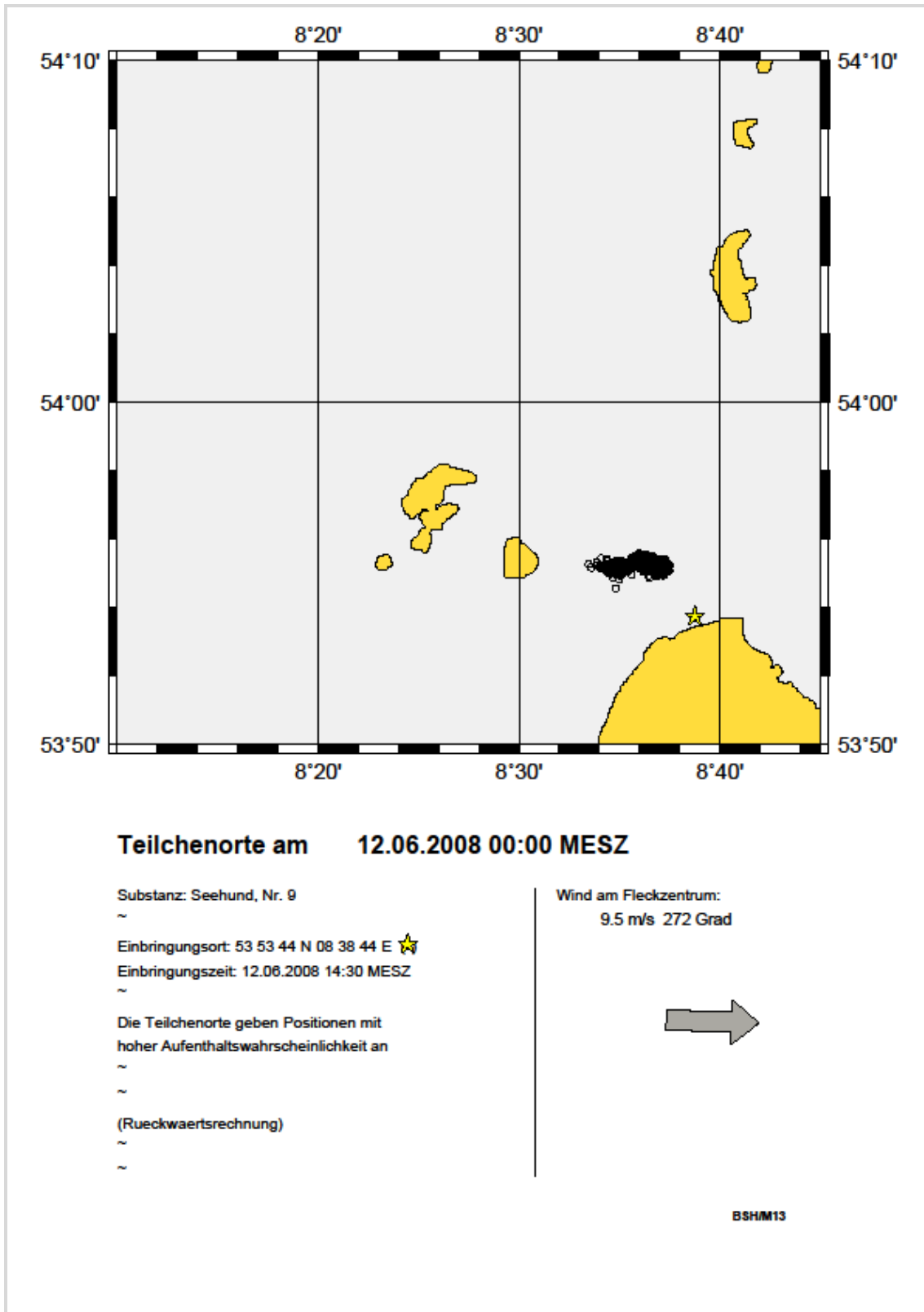
Anhang 17:  
Driftrückrechnung, Seehund #9, 10.06.2008



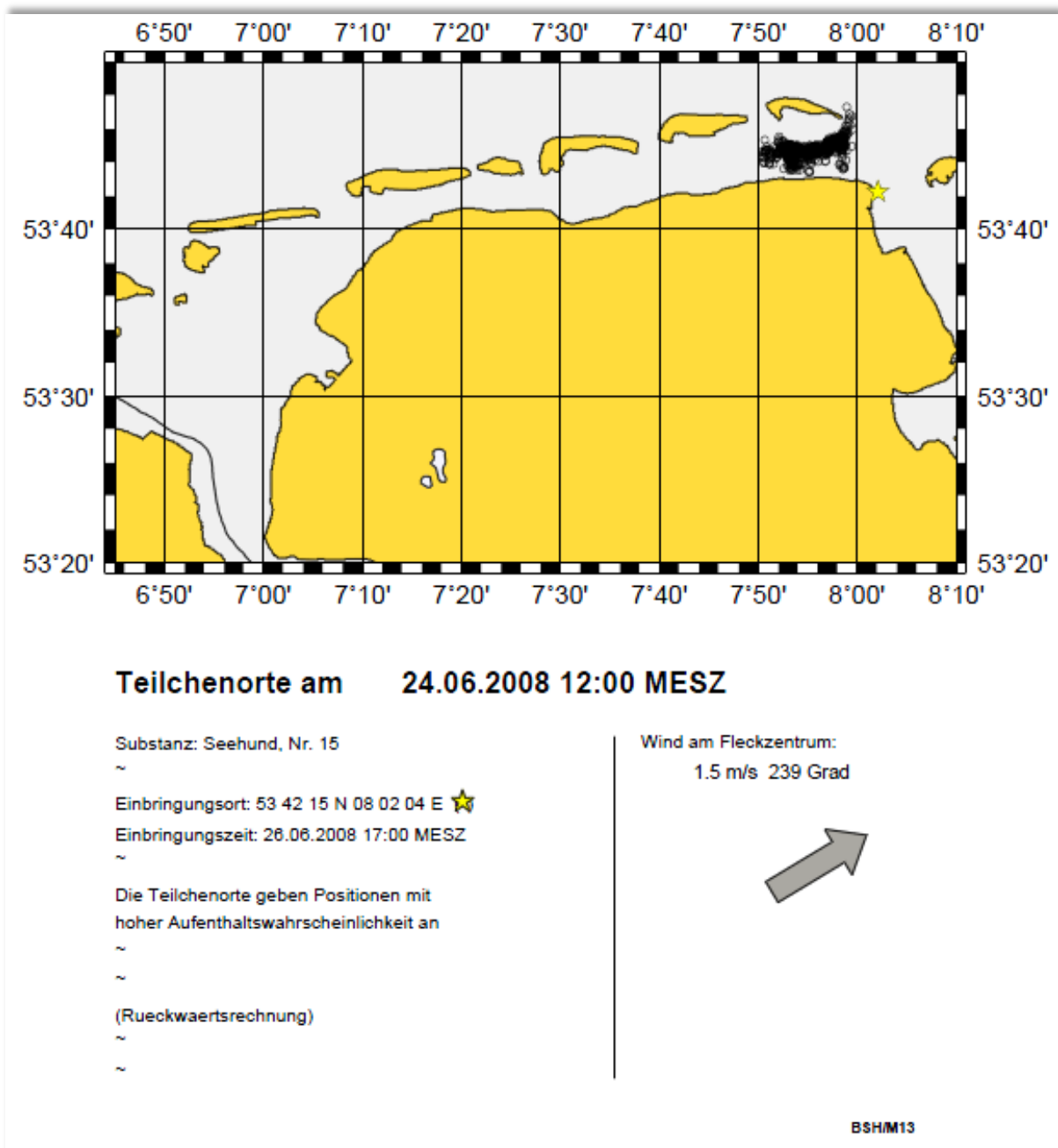
Anhang 18  
Driftrückrechnung, Seehund #9, 11.06.2008



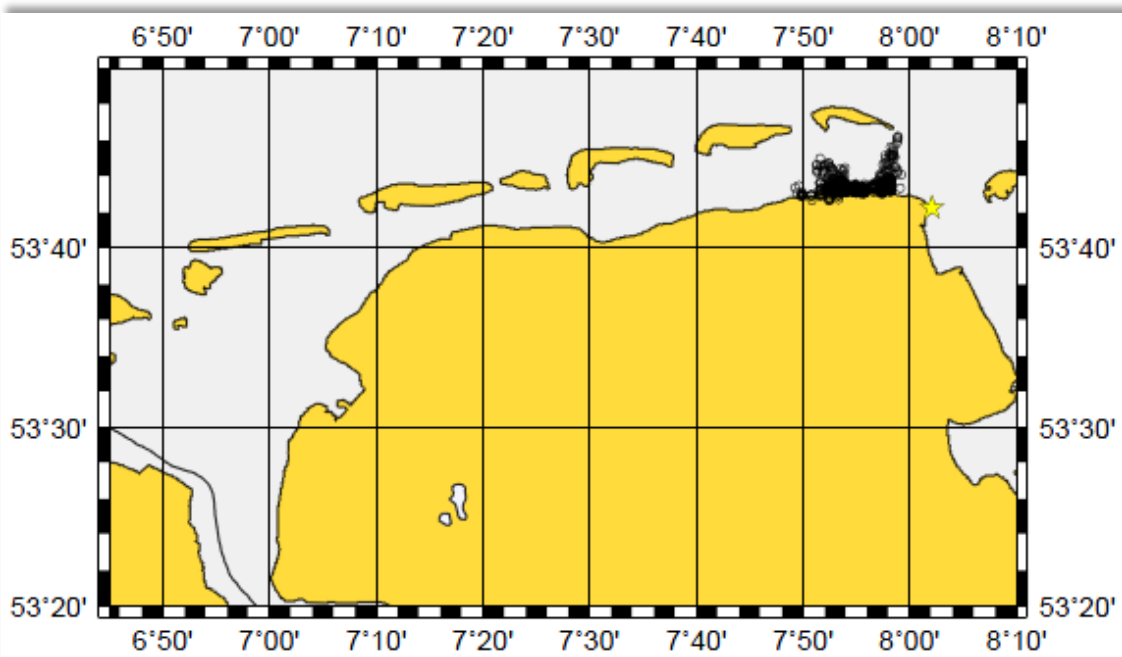
Anhang 19  
Driftrückrechnung, Seehund #9, 12.06.2008



Anhang 20  
Driftrückrechnung, Seehund #15, 24.06.2008



Anhang 21  
Driftrückrechnung, Seehund #15, 25.06.2008



**Teilchenorte am 25.06.2008 00:00 MESZ**

Substanz: Seehund, Nr. 15

~

Einbringungsort: 53 42 15 N 08 02 04 E ★

Einbringungszeit: 26.06.2008 17:00 MESZ

~

Die Teilchenorte geben Positionen mit hoher Aufenthaltswahrscheinlichkeit an

~

~

(Rueckwaertsrechnung)

~

~

Wind am Fleckzentrum:

5.4 m/s 61 Grad

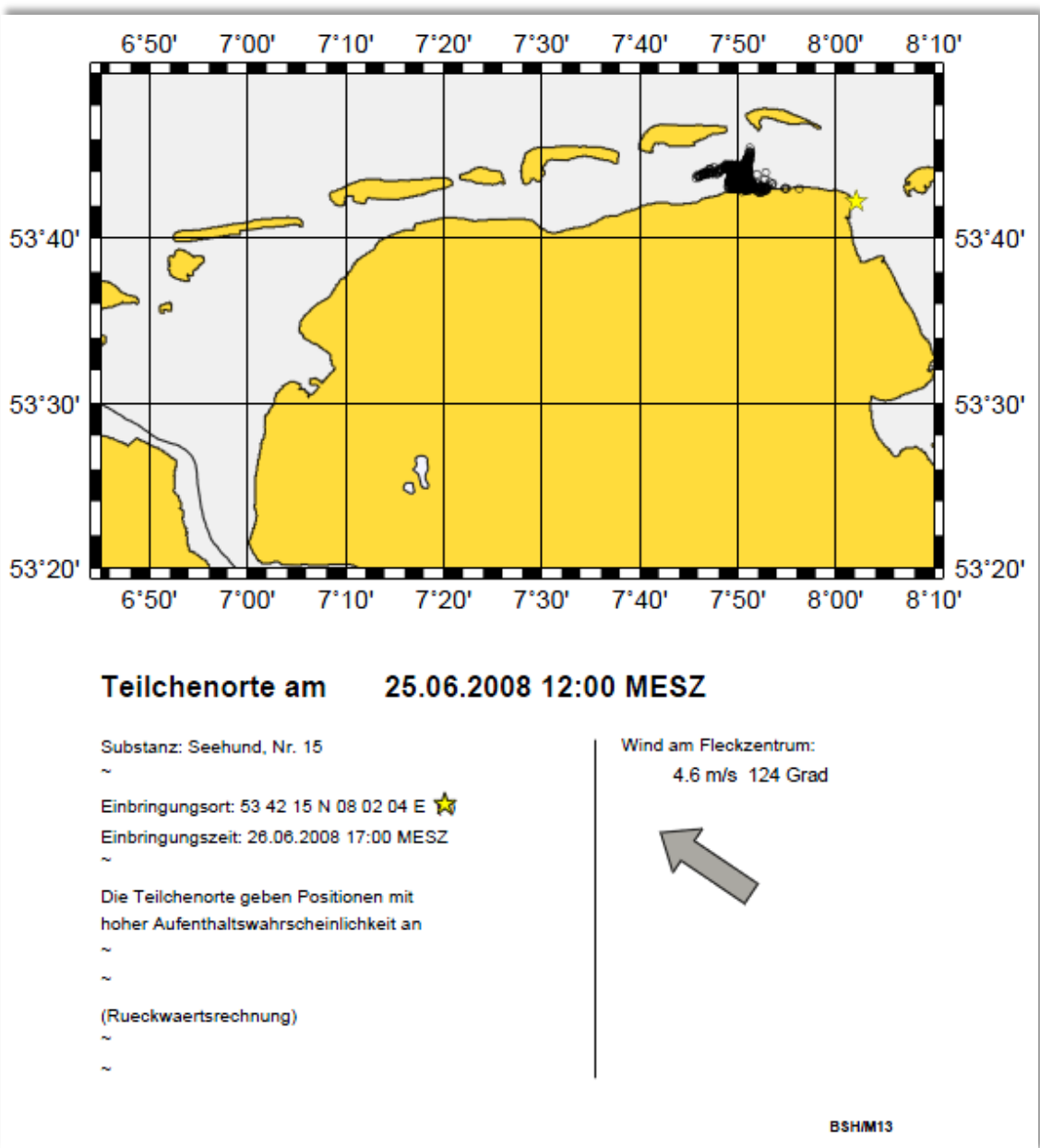


BSH/M13

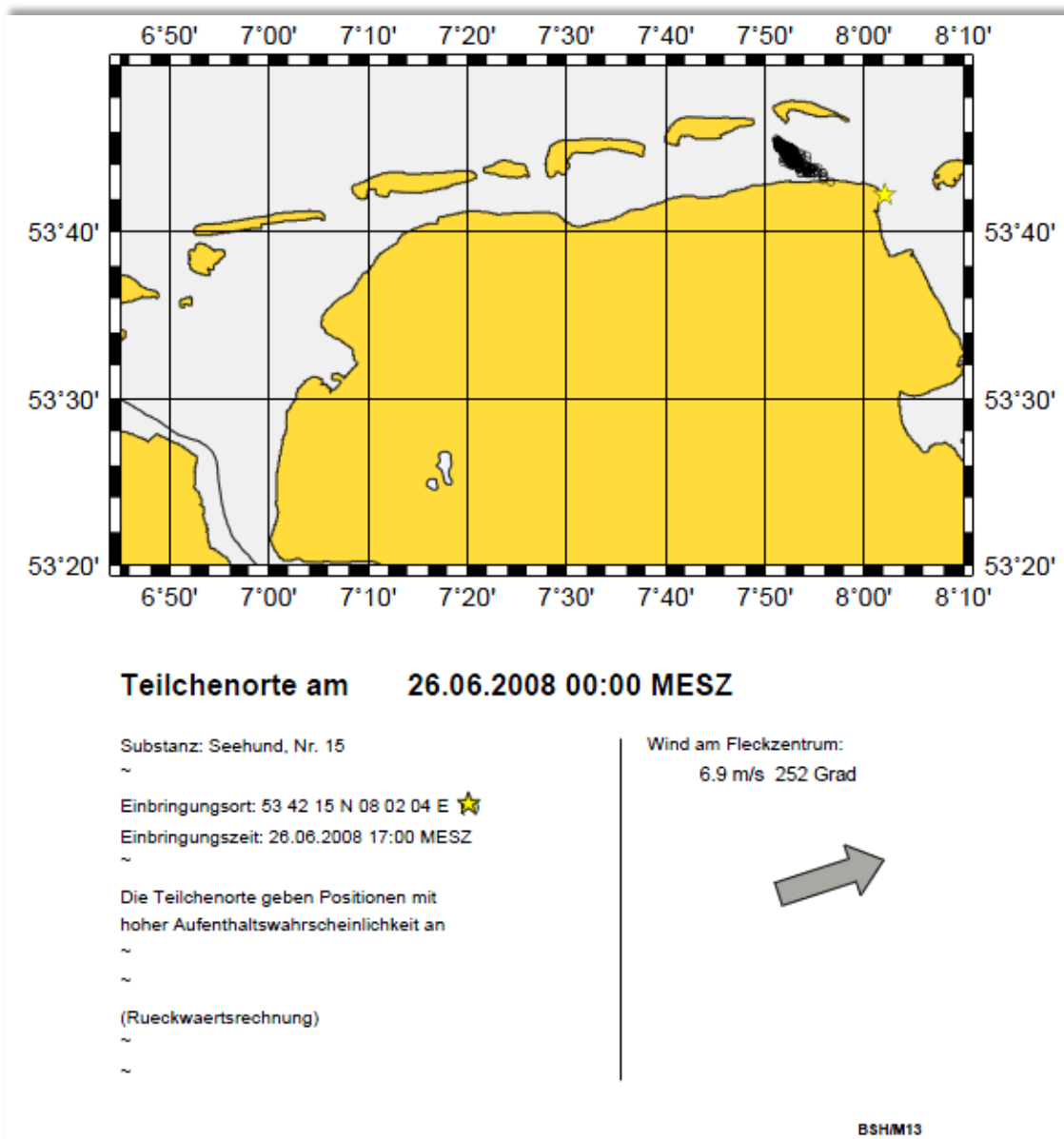


Anhang 22

Driftrückrechnung, Seehund #15, 25.06.2008, 12.00 MESZ



Anhang 23  
Driftrückrechnung, Seehund #15, 25.06.2008



## Anhang 24

### Historie der Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich

Seehunde wurden, bis zum Inkrafttreten des Reichsjagdgesetzes 1935, frei gejagt. Ein regelrechter „Jagd-Tourismus“ entwickelte sich in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts (T'HART, P., 2007). Das in der Weimarer Republik entwickelte Reichsjagdgesetz führt ihn in § 2 Abs. 2 als jagdbares Tier unter dem Sammelbegriff „Robben“ auf. Selten im Wattenmeer anzutreffen waren die Ringelrobbe (*Phoca anellata*) und die Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*), häufig jedoch der Seehund (*Phoca vitulina*). Es konnten alle drei Arten unter der Führung eines Seehundjägers bejagt werden. Es waren der Schrotschuss (auch als Fangschuss), die Hetzjagd und das Fangen mit Netzen verboten. In der Nachkriegszeit ruhte die Bejagung des Seehundes (DRESCHER 1979). Mit der Wiedererlangung der Jagdhoheit und der Schaffung des Bundesjagdgesetzes 1952, konnte unter der Führung von bestätigten Seehundjägern gejagt werden. Der § 2 Abs. 2 des Bundesjagdgesetzes weist nur noch den Seehund als jagdbare Tierart aus (BJagdG 29.11.1952).

EHLERS von den Tiergrotten in Bremerhaven und REINECK vom Senckenberg-Institut in Wilhelmshaven nahmen sich des „Heulerproblems“, dem Auftreten von verwaisten Seehundjungtieren, an. Diese Institutionen waren bemüht, die gefundenen Jungtiere aufzuziehen (KETTLER pers. Kommentar). Die aufgezogenen Jungtiere wurden an Tierhandlungen, Tiergärten oder zoologische Gärten abgegeben. Hier entstanden die ersten Erkenntnisse über die Möglichkeit der Aufzucht von Heulern (BRÜTT pers. Kommentar 2005).



Abbildung 1:  
Die Gründer der Seehundaufzucht- und Forschungsstation:  
Winhold Schumann und Erwin Manninga 1972

In den sechziger Jahren kam es zu einem dramatischen Rückgang der Bestandszahlen. Auch das Jagdverbot in den Niederlanden konnte den weiteren Rückgang der Population nicht aufhalten. Es musste andere Gründe als die Jagd für den weiteren Rückgang der Population gegeben haben (REIJNDERS 1976). Es wurde deutlich, dass die Erforschung der Seehunde forciert werden müsse. Darum vergab das Niedersächsische Landwirtschaftsministerium 1971 einen Forschungsauftrag an den Münchener Professor KRAFT.

Ende der sechziger Jahre planten die Jäger WINHOLD SCHUMANN und ERWIN MANNINGA (Abbildung 1), in Norden eine Aufzuchtstation für sogenannte Heuler einzurichten. Aufgezogene Jungtiere, die an die Tiergrotten abgegeben worden waren, kamen nicht mehr in die freie Wildbahn zurück. Wenn also der Seehund in seinem Bestand bedroht war, so mussten

nach Meinung der Norder Jäger die aufgezogenen Jungtiere auch wieder ausgesetzt werden.

Die Konzeption der geplanten Seehundaufzuchtstation beinhaltete, dass die Aufzucht der aufgefundenen mutterlosen Jungtiere als eine Hegemaßnahme zur Bestandstützung erfolgen müsse. Während der Aufzucht und auch nach der Auswilderung müsse Forschung betrieben werden. Ergänzend sollte durch Öffentlichkeitsarbeit die Bevölkerung für die Thematik sensibilisiert werden.

Die Pläne und Vorstellungen von SCHUMANN und MANNINGA legte der Vorsitzende der Jägerschaft Norden, HEBERLING, der Landesjägerschaft vor. Das Präsidium der Landesjägerschaft Niedersachsen bewilligte DM 3.000,00 für den Bau der Aufzuchtstation.



Abbildung 2:  
Die erste Station am Norder „Schwanenteich“ 1973

Am Norder Schwanenteich wurde von der Stadt ein Gelände gepachtet. Mit den bewilligten Mitteln und der Hilfe Freiwilliger wurde die erste Station gebaut. Nach anfänglichen Schwierigkeiten: ohne Elektrizität, Wasseranschluss oder Telefon, sowie mangelnder Erfahrung in der Aufzucht von Seehunden und in der tiermedizinischen Betreuung, verbesserte sich die Situation, als 1973 ein festes Gebäude in Eigenleistung errichtet wurde.

Am 25.06.1971 wurde der 1. Heuler eingeliefert. Ein Fischkutter aus Greetsiel hatte ihn mitgebracht. „Jan“ überlebte und wurde am 03.10.1971, mit zwei weiteren Pfleglingen, im Evermannsgatt bei Memmert ausgewildert. Es waren die ersten Seehunde, die in das Niedersächsische Wattenmeer zurückgebracht wurden.

Nach dem ersten Tierpfleger LOEGEL, wurde ab 1977 der Weg zur professionellen Arbeit eingeschlagen. KETTLER, von der Stadt Norden, wurde in den Sommermonaten für die Arbeit in der Station freigestellt. Nachfolgend wurden der Station weitere Aufgaben übertragen. Neben der Aufzucht und Pflege von mutterlosen und kranken Seehunden, wurden Seehundzählungen und Sektionen durchgeführt. Neben der Erstellung jährlicher Dokumentationen über die Arbeit der Station, wurden Markierungen an Seehunden eingeführt und geprüft und die Zusammenarbeit mit in- und ausländischen Stationen forciert. Auch die Unterstützung von Forschungsvorhaben war eine neue Aufgabe der Seehundstation.



Abbildung 3:  
Neubau der Station in Norddeich 1981

Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, war es notwendig, die Station zu erweitern. Um einen Neubeginn in Norddeich zu verwirklichen und alle Interessen zu berücksichtigen, wurde am 01.07.1978 in Norddeich der „Verein zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes e.V.“ gegründet. Im selben Jahr wurde mit dem Bau der neuen Station in Norddeich begonnen. Am 06.06.1980 wurde die neue Station in Betrieb genommen.

Am 30.03.1988 hat das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Station auch als Betreuungsstation für verletzte und kranke besonders geschützte Tiere anerkannt. Im gleichen Jahr stellte die Staupe-Epidemie für die Station eine große Bewährungsprobe dar: 68 schwerkranke Seehunde wurden eingeliefert, 1123 tote Seehunde mussten entsorgt werden.

1989 wurde der zweite Bauabschnitt - Forschungstrakt, Auswilderungs- und Quarantänebecken fertiggestellt. Ursprünglich sollte die Station zu einem Forschungsinstitut für Meeressäuger ausgebaut werden, eine entsprechende Absichtserklärung des Landes Niedersachsen lag vor. Stattdessen wurde, nach der Gründung des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer, eines von drei „Nationalpark-Zentren“ installiert.



Abbildung 4:  
Seehundstation und Nationalpark-Zentrum 1992

Der dritte Bauabschnitt umfasste einen Seminarraum, Büroräume und eine Ausstellungshalle nebst Versorgungseinrichtungen. Am 10.07.1992 eröffnete die Niedersächsische Umweltministerin GRIEFAHN das Nationalpark-Zentrum.

1994 erhielt die Station nach jahrelangem Bemühen auch die Anerkennung als Vogelpflegestation. Nach Bereitstellung der Mittel im Jahre 1995 begann der Ausbau der Station, die 1996 fertiggestellt wurde.

Die Vorgabe, eine geeignete Quarantänestation aufzubauen, führte nach vielfältigen Überlegungen zum Kauf des ehemaligen Sendergebäudes „Norddeich Radio“ in Osterloog, Lintelmarsch. Im Dezember 2002 wurde der Kaufvertrag unterzeichnet. Innerhalb der nächsten zwei Jahre entstand die Quarantänestation, Unterkünfte für Praktikantinnen und TeilnehmerInnen im Freiwilligen Ökologischen Jahr, Vortrags- und Schulungsräume. Am 28.11.2006 wurde die Quarantäne durch Landwirtschaftsminister EHLEN eingeweiht.



Abbildung 5:  
Das Waloseum mit Quarantänestation 2006

Als Ende November 2003 zwei Pottwal-Bullen vor Norderney strandeten und die Mitarbeiter der Station zur Bergung gerufen wurden, reifte spontan die Idee, die großzügigen Räumlichkeiten des Gebäudes zur Ausstellung eines der Skelette zu nutzen. Bis 2006 entstand somit völlig selbständig aus den Ideen eines Teams, bestehend aus Mitarbeitern der Station und ehrenamtlichen Mitarbeitern, die Ausstellung des „Waloseums“, das Ministerpräsident WULFF unter besonderer Ehrung des ehrenamtlichen Engagements am 11.06.2006 einweihte.



Abbildung 6:  
Seehundstation Nationalpark-Haus 2007

Neben den baulichen Aktivitäten gab es auch organisatorische Umstrukturierungen. Das Nationalpark-Zentrum wurde bis Ende 2005 von der Stadt Norden betrieben. Es war nur sinnvoll, dass zur Nutzung synergetischer Effekte der Verein zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes e.V. den Betrieb der Nationalpark-Einrichtung übernahm. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Zuschüsse des Landes für das Nationalpark-Zentrum reduziert wurden. Seit 01.01.2006 firmiert die Institution nunmehr als „Seehundstation Nationalpark-Haus“.

Parallel dazu wurde die Planung zum Neu-/ Umbau der Seehundstation Nationalpark-Haus vorangetrieben. Durch Bewilligungen von Fördermitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung, der Niedersächsischen Lottostiftung (Bingo, die Umweltlotterie), der Stiftung „Natur und Mensch“ des Deutschen Jagdschutzverbandes, Mitteln aus der Jagdabgabe des Landes Niedersachsen und nicht zuletzt durch eine große AB-Maßnahme der ARGE Norden, wurden nahezu 50 % der kalkulierten Baukosten abgedeckt. Der Verein hat durch Kreditaufnahme die Restsumme übernommen. Somit konnte Ende 2006 mit dem „Fast-Neubau“ begonnen werden. Da der Seehund zum Tier des Jahres 2006 auserkoren wurde, beteiligte sich nachträglich auch die Schutzgemeinschaft Deutsches Wild mit einer Spende zur Renovierung der Separationsbecken. Zur beginnenden Heulersaison wurde die Seehundstation Nationalpark-Haus am 20. Juni 2007 eröffnet. Im Waloseum konnte auch ein weiterer Schritt vollzogen werden: „Die Vogelwelt der Küste“, eine Ausstellung im Obergeschoß des Waloseums, wurde, wiederum durch Eigenleistungen aufgebaut, am 07.08.2007 durch Umweltminister SANDER eingeweiht.

Von 1999 bis 2010 entwickelte sich die Anzahl der Mitarbeiter von drei auf 12 Festangestellte. Von ursprünglich zwei, leisten nunmehr sechs Zivildienstleistende ihren Dienst in der Station ab. Zwei TeilnehmerInnen im FÖJ sind in der Umweltbildung beschäftigt. 25 geringfügig Beschäftigte arbeiten in der Information. Eine Honorartierärztin sorgt für die kurative Betreuung des Stationsbestandes. STEDE (Beauftragter des Landes Niedersachsen für Meeressäuger), IFF Cuxhaven des LAVES Oldenburg, führt die Sektionen von Totfunden aus dem Wattenmeer, bzw. euthanasierter/verstorbener Tiere der Station durch. Über 50 ehrenamtliche Mitarbeiter, meist staatlich bestellte Wattenjagdaufseher, auf den Inseln und auf dem Festland, kontrollieren Tierfunde und schicken diese gegebenenfalls zur Seehundstation Nationalpark-Haus.

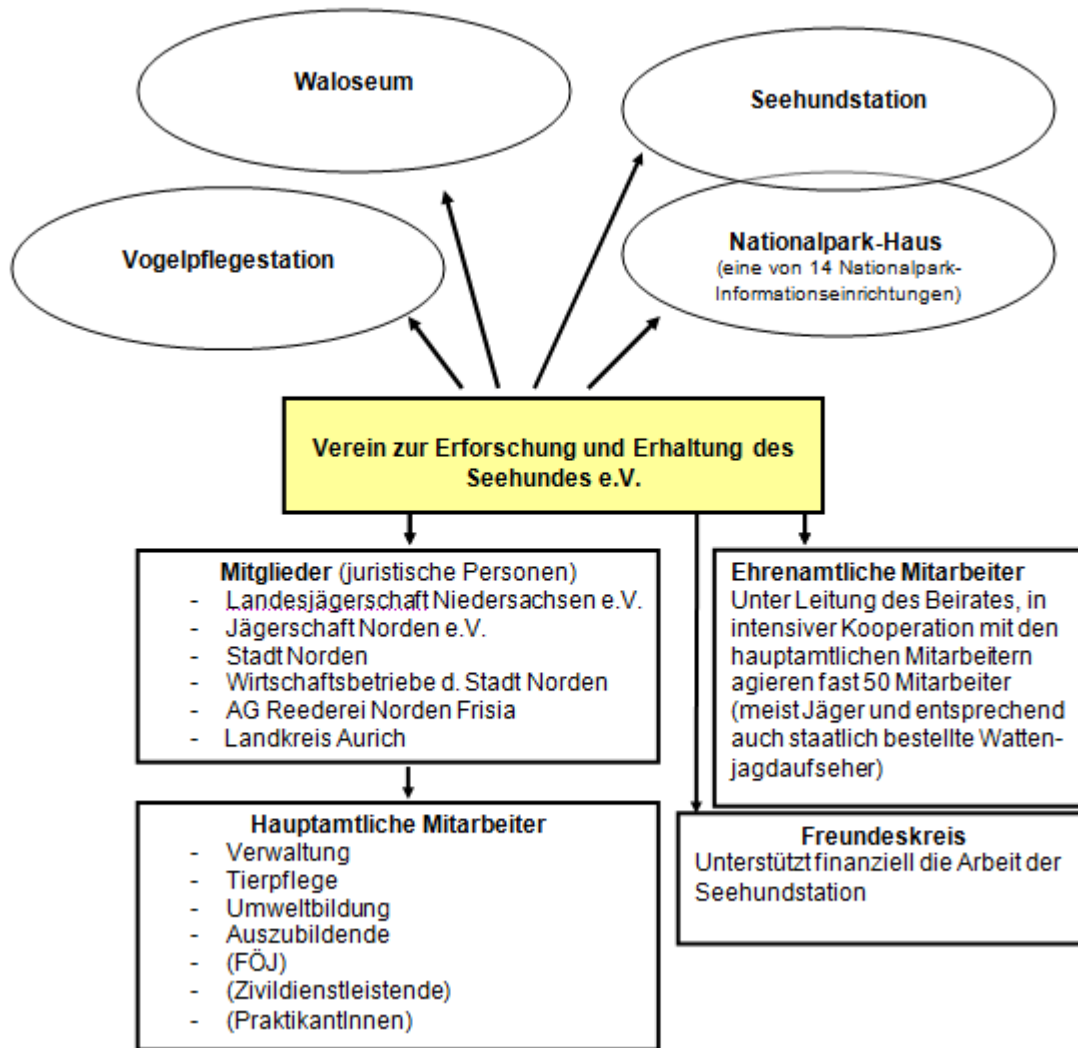


Abbildung 7:  
Organigramm zum Aufbau des Vereins zur Erforschung und Erhaltung des Seehundes e.V.



Anhang 25:  
Entwicklung des Seehundrudels auf Norderney Ostspitze 1989 bis 2009 auf Basis der  
Zählflugdaten des LAVES Oldenburg

Entwicklung des Seehundbestandes auf Norderney Ostspitze 1989 bis 2009 lt. Zählflugdaten							
Jahr	Datum	Flug#	n / ad.	n / juv.	$\Sigma$	Kegelrobben	Besonderheiten
1989					0		
1990					0		
1991	19910522	1	0	0	0	0	trocken
1991	19910611	2	0	0	0	0	
1991		3	0	0	0	0	
1991		4	0	0	0	0	
1991		5	0	0	0	0	
1991		6	0	0	0	0	
1991		7	0	0	0	0	
1991		8	0	0	0	0	
1991		9	0	0	0	0	
1991		10	0	0	0	2	
1992		1	0	0	0	0	
1992		2	0	0	0	0	
1992		3	0	0	0	0	
1992		4	0	0	0	0	
1992		5	0	0	0	0	
1992		6	0	0	0	0	
1992		7	6	0	6	0	
1992		8	0	0	0	0	
1992		9	0	0	0	0	
1992		10	0	0	0	0	
1993	19930529	1	38	0	38	0	
1993		2	0	0	0	0	
1993		3	0	0	0	0	
1993	19930629	4	44	0	44	0	
1993		5	0	0	0	0	
1993		6	0	0	0	0	
1993		7			0		ausgefallen
1993		8	57	0	57	0	
1993	19930812	9	78	0	78	0	
1993	19930826	10	4	0	4	0	
1994	19940602	1	63	0	63	0	
1994		2	64	0	64	0	
1994		3	46	11	57	0	
1994	19940630	4	62	12	74	0	
1994	19940705	5	34	3	37	0	
1994	19940715	6	44	6	50	0	
1994	19940719	7	12	2	14	0	
1994	19940803	8	61	0	61	0	

1995		1	35	0	35	0	2 Gruppen
1995		2	65	1	66	0	
1995		3	76	0	76	0	
1995		4			0		falsche Karte
1995		5	53	0	53	0	auf Ostseite der Fahrrinne
1995		6	64	0	64	0	
1996		1	0	0	0	0	
1996		2	0	0	0	0	
1996		3	0	0	0	0	
1996		4	53	1	54	0	
1996		5	46	0	46	0	
1997		1	64	0	64	0	
1997		2	65	0	65	0	
1997		3	37	1	38	0	
1997		4	51	0	51	0	
1997		5	81	0	81	0	
1997		6	82	0	82	0	2 Gruppen West 38 Ost 44
1997		7	89	0	89	0	auf Ostseite der Fahrrinne
1997		8	91	0	91	0	auf Ostseite der Fahrrinne
1998		1	102	0	102	0	
1998		2	128	0	128	0	
1998		3	94	0	94	0	
1998		4	91	0	91	0	
1998		5	221	0	221	0	
1998		6	169	0	169	0	
1999		1	128	0	128	0	
1999		2	134	4	138	0	
1999		3	126	16	142	0	
1999		4	182	0	182	0	
1999		5	191	0	191	0	
2000	20000529	1	78	0	78	0	
2000	20000609	2	56	7	63	0	
2000	20000624	3	189	0	189	8	
2000	20000630	4	186	0	186	11	
2000	20000707	5	174	0	174	0	
2000	20000712	6	204	0	204	0	
2000	20000802	7	257	0	257	0	
2000		8	301	0	301	0	
2001	20010601	1	191	0	191	0	
2001	20010615	2	230	0	230	0	2 Gruppen West 72 Ost 158
2001	20010629	3	228	1	229	0	
2001	20010814	4	201	0	201	0	
2001	20010815	5	222	0	222	0	
2002	20020619	1	176	0	176	0	

## Anhang

2002	20020619???	2	189	21	210	0	
2002	20020705	3	252	0	252	0	
2002	20020814	4	185	0	185	0	2 Gruppen West 83 Ost 102
2002	20020816	5	0	0	0	0	
2003	20030611	1	91	0	91	0	
2003	20030623	2	84	4	88	0	
2003	20030625	3	84	0	84	0	
2003	20030808	4	112	0	112	0	auf Ostseite der Fahrrinne
2003	20030823	5	169	0	169	0	
2004	20040611	1	108	4	112	0	
2004	20040628	2	108	0	108	0	
2004	20040630	3	119	0	119	0	
2004	20040809	4	111	0	111	0	auf Ostseite der Fahrrinne
2004		5			0		ausgefallen
2005	20050617	1	201	0	201	8	
2005	20050629	2	135	0	135	0	
2005	20050701	3	159	0	159	0	2 Gruppen West 130 Ost 29
2005	20050801	4	182	0	182	10	
2005	20050816	5	219	0	219	18	
2006	20060607	1	164	0	164	0	
2006	20060622	2	68	0	68	0	
2006	20060708	3	118	0	118	0	
2006	20060803	4	181	0	181	0	
2006	20060817	5	191	0	191	0	auf Ostseite der Fahrrinne
2007	20070611	1	157	0	157	0	
2007		2			0		ausgefallen
2007	20070709	3	80	11	91	0	
2007	20070808	4	204	0	204	0	2 Gruppen West 194 Ost 10
2007	20070823	5	231	0	231	0	
2008	20080612	1	136	0	136	0	
2008	20080626	2	38	6	44	0	
2008	20060630	3	125	0	125	0	
2008	20080807	4	230	0	230	0	
2008		5			0		ausgefallen
2009	20090602	1	153	2	155	0	2 Gruppen West 24+2 Ost 129
2009	20090617	2	161	0	161	0	auf Ostseite der Fahrrinne
2009	20090629	3	155	16	171	19	2 Gruppen West 27 Ost 128+16
2009	20090729	4	225	0	225	0	
2009	20090814	5	153	0	153	0	auf Ostseite der Fahrrinne

Anhang 26:  
Zusammenfassung der Daten des Populationsmodells

Zusammenfassung der Daten Populationsmodell						
Jahr	1. Geburt	Kulmiantion Geburt	letzte Geburt	1. Fund	letzter Fund	Max. Pop.
1988	25.05.	15.06.	06.07.	09.06.	30.07.	508
1989	27.05.	14.06.	03.07.	20.06.	26.07.	275
1990	24.05.	14.06.	05.07.	09.06.	23.07.	415
1991	23.05.	13.06.	04.07.	13.06.	20.07.	577
1992	22.05.	14.06.	07.07.	27.05.	25.07.	464
1993	23.05.	14.06.	06.07.	03.06.	13.07.	666
1994	24.05.	13.06.	03.07.	11.06.	22.07.	776
1995	23.05.	12.06.	02.07.	09.06.	19.07.	702
1996	25.05.	13.06.	02.07.	15.06.	30.07.	856
1997	19.05.	14.06.	10.07.	04.06.	30.07.	1097
1998	14.05.	07.06.	01.07.	01.06.	25.07.	959
1999	12.05.	08.06.	05.07.	31.05.	31.07.	1116
2000	02.05.	04.06.	07.07.	07.05.	29.07.	1304
2001	14.05.	07.06.	01.07.	30.05.	27.07.	1294
2002	08.05.	06.06.	05.07.	20.05.	28.07.	1601
2003	17.05.	11.06.	06.07.	01.06.	16.07.	959
2004	13.05.	07.06.	02.07.	03.06.	29.07.	1135
2005	15.05.	10.06.	06.07.	01.06.	28.07.	1411
2006	19.05.	10.06.	02.07.	07.06.	17.07.	1408
2007	11.05.	06.06.	02.07.	28.05.	30.07.	985
2008	10.05.	08.06.	07.07.	10.05.	29.07.	1291

Anhang 27:  
Ergebnis Statistisches Modell - SAS Prozedur GENMOD

Verteilung                      Poisson  
 Verknüpfungsfunktion              Log  
 Abhängige Variable              fund\_count      die Summe, Heuler\_fund

Number of Observations Read      1864

Number of Observations Used      1864

Kriterien für Bewertung der Anpassungsgüte

Kriterium	DF	Wert	Wert/DF
Devianz	1857	1914.6737	1.0311
Skalierte Devianz	1857	1857.0000	1.0000
Pearsonsches Chi-Quadrat	1857	2663.4356	1.4343
Skaliertes Pearson X2	1857	2583.2077	1.3911
Log-Likelihood		-1070.5474	
Full Log Likelihood		-1514.2707	
AIC (kleiner ist besser)		3042.5413	

AICC (kleiner ist besser)	3042.6017
BIC (kleiner ist besser)	3081.2547

Algorithm converged.

Analyse der Maximum-Likelihood-Parameterschätzer

Parameter	DF	Schätzwert	Standardfehler	Waldsch 95%		Wald	
				Konfidenzgrenzen		Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-4.3493	0.9458	-6.2030	-2.4957	21.15	<.0001
winn	1	0.0170	0.0072	0.0029	0.0310	5.61	0.0178
sonne	1	-0.0010	0.0004	-0.0017	-0.0003	7.23	0.0072
wiri	1	0.0048	0.0019	0.0011	0.0086	6.33	0.0118
bis_2Wo	1	0.0036	0.0001	0.0034	0.0038	974.32	<.0001
tidenx	1	0.7431	0.2813	0.1917	1.2945	6.98	0.0083
nieder	1	0.0011	0.0004	0.0004	0.0019	8.69	0.0032
Skala	0	1.0154	0.0000	1.0154	1.0154		

HINWEIS: The scale parameter was estimated by the square root of DEVIANCE/DOF.

Anhang 28: Bei Zählflügen dokumentierte Ereignisse Mutter-Jungtier-Verband 1:2  
(Quelle: Daten LAVES, Zusammenstellung: W. Heeren, NLPV Niedersächsisches Watten-  
meer 2010)

Datum	<i>Kartnr</i>	Pos	Pktnr	Alt	Jung
24.07.1992	6	26	1038	1	2
25.06.1993	5	6	256	1	2
25.06.1993	6	7	270	1	2
28.06.1993	5	4	391	1	2
01.07.1993	6	14	573	1	2
12.07.1993	6	6	718	1	2
12.07.1993	6	39	751	1	2
05.07.1994	5	3	641	1	2
15.07.1994	6	10	809	1	2
20.07.1995	6	31	721	1	2
22.06.1999	6	36	345	1	2
09.07.1999	7	10	618	1	2
30.06.2000	6	35	683	1	3
19.06.2002	6	12	317	1	2
28.06.2004	6	43	261	1	2
17.06.2005	6	24	91	1	2
01.07.2005	6	13	434	1	2
21.06.2006	6	39	234	1	2



Ist auf der Nordsee genügend Platz für Mensch und Natur?

GUNGA

Ohne Worte - mit freundlicher Genehmigung von Gunga





Peter Lienau

Geburtsdatum: 29.09.1966  
Geburtsort: Frankfurt/Main  
Familienstand: verheiratet, ein Sohn

Schulbildung:

1972 – 1976 Grundschule in Eckernförde  
1976 – 1987 Jungmangymnasium, Eckernförde  
Abschluss: Abitur

Studium / Weiterqualifikation

01.10.1987 – 31.03.1988 Forstliches Praktikum im Forstamt Rendsburg  
01.04.1988 – 22.12.1988 Studium der Forstwissenschaft  
Georg August Universität, Göttingen  
*01.02.1989 – 31.03.1990 Wehrdienst*  
02.04.1990 – 28.01.1994 Fortsetzung des Studiums  
Abschluss: Diplom-Forstwirt  
10.02.1994 – 30.01.1995 Aufenthalt im südlichen Afrika – Teilnahme an waldbaulichen  
und wildbiologischen Projekten, Gasthörer am Center for  
Wildlife Management, University of Pretoria  
26.10.2004 - heute externer Doktorand am Institut für Wildbiologie und Jagdkunde  
der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der  
Georg-August-Universität Göttingen,  
Betreuung: Prof. Dr. Dr. h.c. Antal Festetics

Berufstätigkeit:

03.02.1995 – 28.07.1995 Mitarbeit in der Firma Lederhaus Lienau, Eckernförde  
31.07.1995 – 31.10.1998 Firma Weyer-Jagd GmbH, Hamburg  
Kundenberatung, Vertrieb, Marketing, Disposition, Pro-  
duktentwicklung, EDV-Administration  
02.11.1998 – 30.07.1999 Pro-Garten Vertriebsgesellschaft mbH, Schacht-Audorf  
Holzeinkauf und Veredelung, Verkaufsleitung, stellvertretende  
Vertriebsleitung  
30.07.1999 – 30.09.1999 Autohaus Eckernförde, Verkauf  
01.10.1999 – heute Seehundstation Nationalpark-Haus Norden-Norddeich, Leitung

Norden-Norddeich, 16.10.2010